

MODELO DE FUENTES: PROPUESTA PARA LA JERARQUIZACIÓN, INTEGRACIÓN Y REPRESENTACIÓN DE LAS FUENTES DE INFORMACIÓN EN LA GENERACIÓN DE MODELOS VIRTUALES DE EDIFICIOS HISTÓRICOS

Model of sources: a proposal for the hierarchy, merging strategy and representation of the information sources in virtual models of historical buildings

ANDRÉS FERNANDO DE FUENTES*, JOSÉ MANUEL VALLE MELÓN* y
ÁLVARO RODRÍGUEZ MIRANDA*

RESUMEN Para la generación de un modelo virtual de un edificio desaparecido —total o parcialmente— es habitual recurrir a varias fuentes de información. Estas fuentes poseen diferentes características y propiedades, por lo que es necesario aplicar un criterio de selección, así como un procedimiento para señalar el origen de los datos. En este artículo proponemos una solución a ambas cuestiones.

Palabras clave: Modelo virtual, Fuentes, Integración, Precisión, Verosimilitud.

ABSTRACT Different sources of information are required to build up a virtual model of a partially or totally disappeared building. These sources have different characteristics and properties, which make it necessary to use information selection criteria as well as a procedure to preserving the origin of the data. In this paper we propose a solution for both questions.

Key words: Virtual models, Sources, Merging strategy, Accuracy, Likelihood.

* Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio. Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea. Aulario de las Nieves, ed. Institutos Universitarios. C/ Nieves Cano, 33. 01006 Vitoria-Gasteiz (Álava, España). <http://www.ldgp.es>. José Manuel Valle Melón. jm.valle@ehu.es, Álvaro Rodríguez Miranda. alvaro_rodriguez@ehu.es

Fecha de recepción: 24-09-10. Fecha de aceptación: 20-01-11

1. INTRODUCCIÓN

Dado que los edificios históricos no son entidades inmutables sino que van evolucionando a lo largo del tiempo, los modelos virtuales que los representan tampoco son realidades absolutas sino que muestran una imagen en un momento determinado y con un nivel de detalle concreto.

Como norma general, la creación de estos modelos virtuales suele requerir de información procedente de fuentes diversas, como pueden ser:

- Restos: ya sean partes originales conservadas *in situ*, trazas en un yacimiento arqueológico o elementos trasladados y reubicados en otro contexto.
- Documentos métricos: planos, croquis acotados.
- Imágenes: grabados, fotografías, dibujos.
- Descripciones: escritas, orales.
- Características del estilo arquitectónico al que pertenece, posibilidad de buscar paralelos con otros edificios existentes y lógica constructiva.

Hay que tener en cuenta que para que el modelo tenga la capacidad evocadora que le corresponde como representación de la realidad, es necesario que represente el edificio completo, aunque haya partes de las cuales no se disponga de información completa sobre su forma para el momento al que se hace referencia.

La generación de los propios modelos ya cuenta con procesos establecidos y reglas de actuación (como los principios definidos en la London Charter), por lo que no se incidirá en ellos. En este artículo se prestará atención a dos aspectos que atañen a las fuentes para la generación de los modelos virtuales y a los que no siempre se les dedica la atención que merecen:

1. En primer lugar, los criterios de selección entre fuentes cuando un elemento aparece representado en varias de ellas, ya sea de forma coincidente o contradictoria.
2. Ante la diversidad de fuentes, se plantea la situación de que algunas son preferibles a otras; sin embargo, el concepto de cuando una fuente es “mejor” o “peor” no está claramente definido en la bibliografía lo que ha llevado a que hayan aparecido diferentes términos y conceptos como *reliability* (Pletinckx, 2008), *accuracy* (Boeykens *et al.*, 2008) o *uncertainty* (Maass *et al.*, 2008) a la hora de intentar marcar estas diferencias. Analizadas estas aportaciones en el contexto de la representación patrimonial, se propone el modelo de fuentes como una alternativa para la jerarquización, integración y representación de las fuentes de información en la generación de modelos de edificios históricos.

Esta propuesta ha sido desarrollada e implementada en el modelo virtual del Palacio de los Condestables de Casalarreina (La Rioja, España) verificando su utilidad. Este importante edificio, ha sufrido una degradación muy importante en las últimas décadas. En el año 2006 se solicitó un levantamiento topográfico completo del edificio; sin embargo, cuando este trabajo se encargó, varias partes ya se habían derrumbado y

el riesgo de colapso total era patente por lo que sólo se pudieron medir algunas zonas aún accesibles.

En el año 2007 se elaboró un modelo virtual tridimensional del palacio utilizando la información de este levantamiento y datos anteriores (planos de un levantamiento de 1992, varias colecciones de fotografías de diferentes años y cartografía oficial del casco urbano) con los que se pretendía completar la zonas a las que no se había podido acceder y, por consiguiente, de las que no se disponía de información actualizada. Temporalmente, este modelo correspondía al estado del edificio a mediados de la década de los noventa, cuando aún no habían comenzado los derrumbes.

En junio de 2008, cuando ya se estaban realizando trabajos de rehabilitación, se produjo un desplome importante que afectó a un tercio del Palacio, como consecuencia de este desastroso incidente, el modelo virtual generado ha adquirido una importancia especial al no existir en la actualidad gran parte del edificio al que representa (fig. 1).



Fig. 1.—Vista de la fachada del Palacio antes y después del derrumbe de junio de 2008.

2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

Características de las fuentes:

Según se ha indicado, el hecho de que las fuentes de documentación tengan diferente procedencia y naturaleza, hace necesario realizar un análisis exhaustivo de las características que presenta cada una de ellas. Dichas características son:

- Fecha a la que hace referencia la fuente. No tiene porqué coincidir con la fecha del modelo que se quiere generar lo que puede ser causa de diferencias entre ambos.
- Verosimilitud, posibilidad de que un elemento existente no aparezca representado en la fuente o, el caso contrario, que uno que sí aparece recogido en la fuente no existiera. Por ejemplo, una fotografía tiene una verosimilitud

total, mientras que una descripción textual o un plano pueden omitir elementos existentes; nótese que lo que aparece representado en planos y descripciones depende en gran medida de la finalidad para la que se realizaron.

- Precisión geométrica, grado de incertidumbre con el que se pueden conocer la forma y posición de los elementos.

Además es necesario comprobar si los valores que adquieren estas características pueden ser ordenados jerárquicamente y si éste orden es significativo a la hora de seleccionar una fuente frente a otra.

2.2. Relación con las condiciones del modelo (momento y nivel de detalle)

Todas las construcciones están sometidas a una constante evolución, lo que genera registros diferentes en momentos diferentes, de ahí que sea tan importante datar la fecha en la que la fuente documenta al edificio.

Debido a esta constante evolución del edificio, se tiene que escoger el momento al que hará referencia el modelo. En las diferentes fuentes utilizadas deberán localizarse los aspectos que hacen referencia a la fecha escogida (fig. 2).

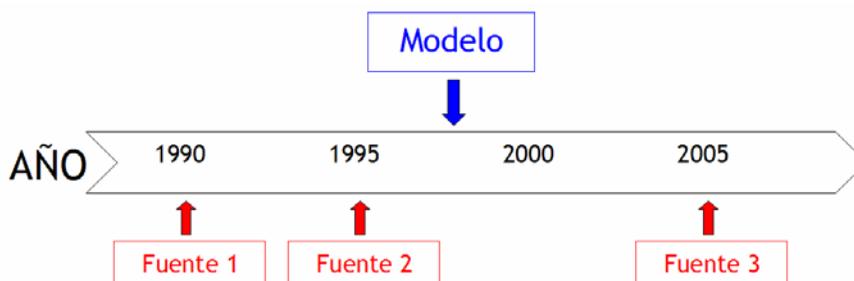


Fig. 2.—Representación cronográfica de las fuentes y el modelo.

En el caso de particular del Palacio de los Condestables, la documentación utilizada corresponde a una horquilla breve de tiempo que está completamente incluida en un periodo de abandono del edificio en el que no se realizaron intervenciones (más allá de la degradación de la estructura). Por lo tanto, no se han considerado las discrepancias entre las fuentes como atribuibles a que hagan referencia a momentos diferentes.

Por otro lado, también se debe tener también especial cuidado en cuantificar el grado de detalle que posee cada fuente, con el fin de descartar que las discrepancias en la información son debidas a esta diferencia de resolución y no a modificaciones o errores. Además es necesario seleccionar y generalizar la información si la fuente contiene más detalle del requerido para el modelo final.

2.3. Jerarquía de fuentes

La jerarquía de fuentes consiste en la ordenación de éstas en función de las características enunciadas.

La documentación con la que se cuenta para realizar la reconstrucción es la siguiente:

- Modelo vectorial topográfico. 2006.
- Colección de planos detallada. 1992.
- Fotografías: tres conjuntos de imágenes procedentes de diferentes estudios, una de los años 90 (se desconoce el año exacto), la segunda de 2004 y las tomadas en 2006.
- Cartografía oficial: callejero y ortoimagen. 2005.
- Lógica constructiva: a partir de ejemplos paralelos de otros edificios y consideraciones funcionales de la estructura.

Como se ha indicado, en este caso, no se va a tener en cuenta la variación temporal por lo que los criterios que se van a utilizar son la precisión geométrica y la verosimilitud.

Jerarquización respecto la precisión geométrica:

1. Modelo Topográfico. 2006.
2. Planos. 1992.
3. Cartografía oficial.
4. Fotografías.
5. Lógica constructiva.

Jerarquización respecto la verosimilitud:

1. Fotografías.
2. Modelo Topográfico. 2006.
3. Cartografía oficial.
4. Planos. 1992.
5. Lógica constructiva.

En forma de tabla, el conjunto de fuentes y sus características quedaría de la siguiente manera:

TABLA I
JERARQUÍA DE LAS FUENTES UTILIZADAS EN EL MODELO VIRTUAL

<i>Fuente</i>	<i>Características</i>		
	<i>Año</i>	<i>Orden precisión</i>	<i>Orden verosimilitud</i>
Modelo topográfico	2006	1	2
Planos estudio	1992	2	4
Fotografías	1990 a 2006	4	1
Cartografía oficial	2005	3	3
Lógica constructiva	—	5	5

3. ESTABLECIMIENTO DE UN PROCEDIMIENTO DE INTEGRACIÓN DE FUENTES

La selección de información de una parte del edificio entre las diferentes fuentes en los que aparece reflejado, debe ceñirse a los criterios de temporalidad, precisión y verosimilitud.

De esta manera, en primer lugar, se analizará la presencia en las fuentes que reflejen el momento al que responderá el modelo. Seguidamente, cuando un elemento se encuentra reflejado en más de una fuente, se comprueba si su documentación es equivalente (considerando el nivel de detalle que cada una tenga). En caso de que coincidan se elegirá aquella que tenga una mayor precisión geométrica. Si la información que ofrecen respecto a una estructura dos fuentes diferentes difieran entre sí o son contradictorias, la escogida no será esta vez la que más precisión posea, sino la que sea más verosímil (fig. 3).

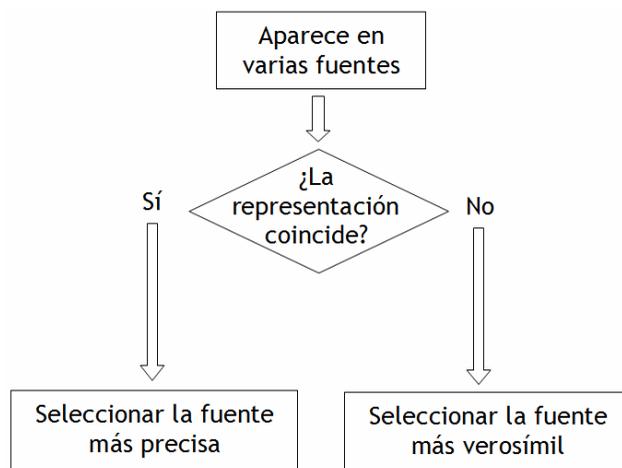


Fig. 3.—Criterios de selección de fuentes.

Por supuesto, este esquema es extensible si se considera oportuno incorporar más características de las fuentes.

4. GENERACIÓN DEL MODELO

Una vez analizada toda la documentación disponible y aplicado al procedimiento de integración, se procede a realizar la reconstrucción virtual.

Inicialmente se realizará una reconstrucción en formato vectorial para, seguidamente cubrir la estructura con superficies. El siguiente paso de la reconstrucción del modelo virtual es la aplicación de texturas a cada parte del mismo (fig. 4).

Para las partes del edificio de las que se disponga del registro de su superficie, se pueden utilizar las texturas fotorrealísticas correspondientes.

Para el caso de los elementos desaparecidos las texturas deben servir para evocar los materiales del que estaba compuesto cada elemento arquitectónico. Para este fin, las texturas fotorrealísticas no son adecuadas ya que pueden inducir a errores en la lectura del modelo por parte de un futuro usuario. No hay que olvidar que, en este caso, el modelo no está dirigido a un público general sino a profesionales especializados en conservación y restauración cuyos intereses son más técnicos que estéticos, por lo tanto, se debe renunciar a este tipo de texturas, a pesar de que proporcionan un aspecto espectacular y visualmente atractivo.

Por consiguiente, las texturas a aplicar deben recordar o parecerse al aspecto que poseían los objetos que representan pero a la vez reconocerse como composiciones artificiales. En este caso proponemos la utilización de tramas de color o de elementos geométricos repetitivos.

Por último, el modelo se exportó a lenguaje VRML (Virtual Reality Modeling Lenguaje). Mediante este formato, el modelo se puede visualizar y explorar de forma libre por el usuario, posibilitando una mejor y fácil comprensión del mismo.



Fig. 4.—Imagen fotográfica y modelo virtual de una parte de la planta baja del Palacio.

5. CONSERVACIÓN DE LA PROCEDENCIA

El hecho de que el modelo sea generado a partir de diversas fuentes, hace necesario indicar, mediante algún sistema, la procedencia de los datos utilizados para reconstruir cada elemento del edificio, así como relacionarlos entre ellos de manera unívoca. Indicando esta procedencia se definen también las características atribuibles a la misma: temporalidad, verosimilitud y precisión geométrica de cada parte del modelo.

Para las características que poseen jerarquía, además de la gama de colores, pueden utilizarse niveles de transparencia progresivamente mayores según se desciende en la jerarquía o diferentes tipos de renders: fotorrealístico, acuarela, carboncillo, etcétera (Vergne *et al.*, 2008; Maass *et al.*, 2008).

En el caso del Palacio de los Condestables, la solución adoptada fue la realización de un modelo paralelo al virtual sobre el mismo modelo geométrico, modificando la simbología aplicada. En la siguiente imagen se presenta el modelo de la planta baja en el que cada fuente se ha señalado con un color diferente (fig. 5).

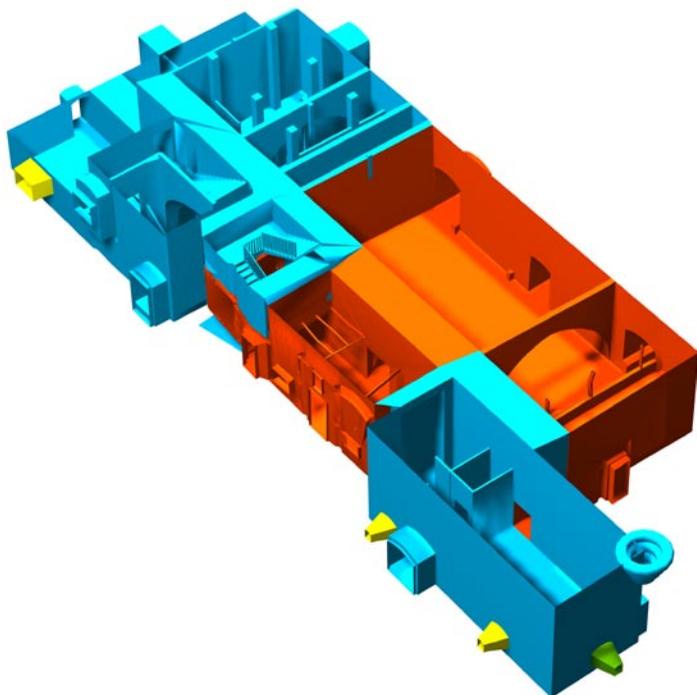


Fig. 5.—Modelo de fuentes de la planta baja del Palacio.

Señalar que las fuentes en sí no son elementos ordenados, por lo tanto, su representación no puede ser jerárquica, sino que tiene que limitarse a indicar las diversas procedencias sin aplicar ninguna predominancia visual. Por este motivo, el modelo de fuentes de la figura anterior utiliza un espectro de colores diferenciados por el tono. Sin embargo, este mismo modelo de fuentes puede representarse en función de cualquiera de las características que se han definido (verosimilitud, precisión geométrica, fecha). Si la característica seleccionada tiene carácter ordenado, se puede proceder a realizar una representación jerárquica. En la figura siguiente se presenta el mismo modelo en función de la precisión

geométrica de la fuente y de su verosimilitud. Para esta representación se utiliza una gama de colores utilizando el valor más oscuro para los valores mayores y el más claro para los menores. Como las fuentes tienen diferente orden según cada característica, su representación también es diferente aunque se utilice la misma escala de valor (fig. 6).

6. CONCLUSIONES

La fase más importante de cualquier proceso de integración es el análisis de la documentación disponible, es en esta fase en la que con más rigor se debe trabajar, ya que de ella dependen totalmente los futuros resultados que se obtengan.

En cuanto al proceso de integración, resaltar la preferencia de utilizar la documentación con más precisión geométrica, a no ser que existan contradicciones, en cuyo caso se tomarán los datos de la más verosímil.

Las texturas a aplicar a las partes del modelo virtual no existentes en la actualidad no deben ser fotorrealísticas, ya que induce a una mala interpretación el representar mediante imágenes reales objetos desconocidos. Lo adecuado es aplicar una textura que recree los materiales de los elementos pero a la vez que se aprecie que son composiciones sintéticas.

El modelo de fuentes no es un producto secundario del modelo virtual, sino que es parte del modelo en sí, representando de manera gráfica su metainformación, siendo fundamental para la comprensión del citado modelo virtual. Los dos modelos completan la información básica que se quiere transmitir del edificio.

Si lo que se representan son las fuentes en sí, no existe una jerarquía, por lo cual la simbología elegida para su representación tampoco debe ser jerárquica. Por el contrario, si lo que se representan son sus características, sí que es posible que exista una jerarquía que puede ser representada utilizando una simbología gradual adecuada.

El modelo obtenido no es definitivo. En el caso de que aparezca documentación o información que complete o mejore el conocimiento del edificio para la época propuesta, el modelo debe actualizarse, por lo que hay que dejar una vía abierta para esta posibilidad, debiendo, en este caso, modificar paralelamente el modelo de procedencia.

Gracias a la modelización tridimensional, se pueden generar infinidad de aplicaciones que aporten un mejor conocimiento del edificio recreado. Además se pueden obtener de él otros productos como son todo tipo de planos (alzados, secciones, perspectivas...). Un modelo de estas características aúna la información geométrica que se dispone de dicho edificio, por lo que se convierte en elemento de referencia.

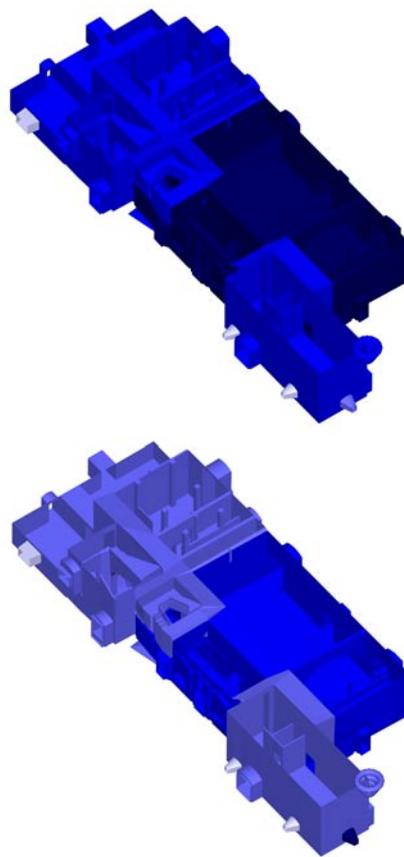


Fig. 6.—Representación jerárquica de la precisión geométrica de las fuentes y de su verosimilitud.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean hacer constar su agradecimiento a la Dirección General de Cultura del Gobierno de la Rioja por las facilidades dadas en la utilización de la información utilizada en este texto.

BIBLIOGRAFÍA

- BOEYKENS, S., SANTANA QUINTERO, M. y NEUKERMANS, H. (2008): “Improving architectural design analysis using 3D modeling and visualization techniques”, *VSM 2008 Digital Heritage – Proceeding of the 14th International Conference on Virtual Systems Multimedia*, Full papers, pp. 67-73.
- MAASS, S., TRAPP, M., KYPRIANIDIS, J.E., DÖLLNER, J., EICHHORN, M., POKORSKI, R., BÄUERLEIN, J. y HESBERG, H. (2008): “Techniques for the interactive exploration of high-detail 3D building reconstructions using the example of Roman Cologne”, *VSM 2008 Digital Heritage – Proceedings of the 14th International Conference on Virtual Systems and Multimedia*, Full papers, pp. 223-229.
- PLETINCKX, D. (2008): “An EPOCH Common Infrastructure Tool for Interpretation Management”, EPOCH 3.3 report.
- THE LONDON CHARTER (v. 2.1) (2009) [www.londoncharter.org].
- VERGNE, R., BOUSSEAU, A., THOLLOT, J., VANDERHAEGHE, D., BARLA, P. y GRANIER, X. (2008): “Utilisation du rendu expressif pour l’illustration et l’exploration de données archéologiques”, *Virtual Retrospect 2007: Archéologie et Réalité Virtuelle*. pp. 101-106.