



# ARCHIVO DEL LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO

LABORATORY FOR THE GEOMETRIC DOCUMENTATION OF  
HERITAGE'S ARCHIVE

Sección de artículos / *Papers section*

# 25

Información general / <i>General information</i>		
TÍTULO:	<i>Model of sources: a proposal for the hierarchy, merging strategy and representation of the information sources in virtual models of historical buildings</i>	:TITLE
AUTORES:	Andrés FERNANDO DE FUENTES José Manuel VALLE MELÓN Álvaro RODRÍGUEZ MIRANDA	:AUTORS
FECHA:	abril 2010 / <i>April 2010</i>	:DATE
NUMERO:	LDGP_art_025	:NUMBER
IDIOMA:	inglés y español / <i>English and Spanish</i>	:LANGUAGE

<b>Resumen</b>	
TITULO:	Modelo de fuentes: propuesta para la jerarquización, integración y representación de las fuentes de información en la generación de modelos virtuales de edificios históricos
RESUMEN:	<p>Los modelos virtuales presentan una imagen de los edificios históricos para un momento determinado en el tiempo y con un nivel de detalle definido. Generalmente, es necesario recurrir a varias fuentes de información para construir los modelos, por ejemplo: restos, documentos métricos, descripciones o hipótesis.</p> <p>No todas las fuentes son iguales en cuanto a certeza o exhaustividad y rara vez se dispondrá de datos fiables y bien datados para la totalidad del modelo, sin embargo, el modelo debe ser completo para ser evocativo lo que nos puede obligar a recurrir a información dudosa o fuera de fecha para completarlo. Este texto se centra en dos aspectos que no suelen tratarse con detalle en la generación de modelos virtuales: en primer lugar, qué criterio de selección aplicar cuando se debe decidir entre varias fuentes de información para representar un determinado objeto (bien si ambas fuentes son coincidentes, bien cuando se contradicen) y, en segundo lugar, cómo representar gráficamente las diferencias entre las fuentes.</p>
DESCRIPTORES NATURALES:	modelos virtuales, fuentes, estrategia de combinación, precisión, fiabilidad
DESCRIPTORES CONTROLADOS:	(Procedentes del Tesouro UNESCO [ <a href="http://databases.unesco.org/thessp/">http://databases.unesco.org/thessp/</a> ])  Patrimonio Cultural, Infografía, Fuente de Información

<b>Abstract</b>	
TITLE:	Model of sources: a proposal for the hierarchy, merging strategy and representation of the information sources in virtual models of historical buildings
ABSTRACT:	<p>Virtual models show an image of the historical buildings for a specific moment in time and with a definite level of detail. Many information sources are normally required to build up a virtual model, some common examples are: remains, metric documents, descriptions or hypothesis.</p> <p>Not all the sources are equal in certainty or completeness and we will seldom have at our disposal exhaustive, reliable and well-dated sources for every part and detail. In addition, any virtual model which is not complete it is not evocative either, consequently, it will be necessary to resort to partial, doubtful or out-of-date information to complete it.</p> <p>This paper is not focused on how to build up the model but on two collateral aspects sometimes neglected: Firstly, which selection criteria we will use to prioritise the sources when an element appears in more than one of them, either in a coincident or in a contradictory way and, secondly, how to represent graphically the differences between the sources.</p>
NATURAL KEYWORDS:	virtual models, sources, merging strategy, accuracy, likelihood
CONTROLLED KEYWORDS:	(From the UNESCO's thesaurus [ <a href="http://databases.unesco.org/thesaurus/">http://databases.unesco.org/thesaurus/</a> ])  Cultural Heritage, Computer Graphics, Information Sources

<b>Publicación / Publication</b>		
Comunicación en un congreso / <i>Lecture in a congress</i>		
NOMBRE:	<b>Computer Applications and Quantitative Methods in Archeology - CAA'2010</b>	:NAME
LUGAR:	Granada (España) / <i>Granada (Spain)</i>	:PLACE
FECHA:	6–9 abril de 2010 / <i>April 6-9, 2010</i>	:DATE
ACTAS:	Fusion of Cultures. Abstracts of the XXXVIII Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology – CAA2010. ISBN: 978-84-693-0772-4. pp. 507-510	:PROCEEDINGS
FECHA:	2010	:DATE
WEB:		:WEB
NOTAS:	Corresponde a la versión en original del texto en inglés / <i>Original versión of the text (in English)</i>	:NOTES
Artículo en revista / <i>Journal paper</i>		
NOMBRE:	<b>Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada [CPAG]</b>	:NAME
EDITOR:	Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada	:EDITOR
NUMERO:	20	:NUMBER
FECHA:	2010	:DATE
ISBN:		:ISBN
ISSN:	0211-3228	:ISSN
WEB:		:WEB
PAGINAS:	25-34	:PAGES
NOTAS:	Versión en español, seleccionada por la revista a partir de su presentación en el congreso CAA2010 / <i>Version in Spanish selected by the journal after being presented at CAA2010</i>	:NOTES
Otro / <i>Other</i>		
DETALLES:	El artículo original (versión en inglés) fue presentado en el congreso CAA2010 en abril de 2010, el comité del congreso lo seleccionó para su publicación en la revista Cuadernos de Prehistoria de la Universidad de Granada para lo cual se preparó la versión en español / <i>The original paper (in English) was presented at the CAA2010 congress in April 2010, then the scientific board selected it to be published, this time in Spanish, in the journal Cuadernos de Prehistoria of the University of Granada (Spain)</i>	:DETAILS

<b>Derechos / Rights</b>		
AUTORES:	Está permitido citar y extraer brevemente el texto, siempre que la fuente sea claramente identificada. / <i>Permission is granted to quote short excerpts from this text, provided that the source of such material is fully acknowledged.</i>	:AUTORS
EDITOR:	Ni las actas del CAA2010 ni la revista Cuadernos de Prehistoria contienen notas limitando específicamente el uso del contenido si bien ambas son obras registradas / <i>Both CAA's proceedings and Cuadernos de Prehistoria do not contain any note restricting use, nevertheless they are copyrighted.</i>	:PUBLISHER
OTROS:	Las imágenes y planos corresponden a proyectos de documentación realizados por encargo y, en consecuencia, su uso comercial puede infringir derechos de explotación de los promotores. / <i>Pictures and plans come for the documentation of commissioned projects, therefore, their use for commercial purposes may be an infringement of the promoters rights.</i>	:OTHERS

<b>Renuncia de responsabilidad / Disclaimer</b>		
DESCARGO:	El uso de la información contenida en este documento se hará bajo la completa responsabilidad del usuario. / <i>The use of the information contained in this document will be under the exclusive responsibility of the user.</i>	:DISCLAIMER

<b>Estructura / Framework</b>		
ID PERMANENTE:	<a href="http://hdl.handle.net/10810/6986">http://hdl.handle.net/10810/6986</a>	:PERMANENT ID
ESTRUCTURA:	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ldgp_art025_modvirtuales.pdf</b>: este documento / <i>this document.</i></li> </ul>	:FRAMEWORK

<b>Cita completa recomendada / Recommended full citation</b>		
CITA:	FERNANDO DE FUENTES, Andrés. VALLE MELÓN, José Manuel. RODRÍGUEZ MIRANDA, Álvaro. <i>Model of sources: a proposal for the hierarchy, merging strategy and representation of the information sources in virtual models of historical buildings.</i> In Fusion of Cultures. Abstracts of the XXXVIII Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology – CAA2010. 2010. ISBN: 978-84-693-0772-4.pp. 507-510	:CITATION

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

A. Fernando de Fuentes, J.M. Valle Melón, Á. Rodríguez Miranda

Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio, Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea,  
Spain  
{jm.valle, alvaro\_rodriguez}@ehu.es

**Keywords:** virtual models, sources, merging strategy, accuracy, likelihood

## 1. Introduction

Virtual models show an image of the historical buildings for a specific moment in time and with a definite level of detail.

Many information sources are normally required to build up a virtual model, some common examples are:

- Remains: original parts conserved in situ, traces or impressions of disparate elements, translated fragments placed out of context somewhere else, ...
- Metric documents: plans, annotated sketches, ...
- Images: engravings, illustrations, photographs, drawings, ...
- Descriptions: oral or written.
- Characteristic of its architectonic style, possibility to make correspondences from similar buildings, “logic” answers for structural problems and space articulation.

Not all the sources are equal in certainty or completeness and we will seldom have at our disposal exhaustive, reliable and well-dated sources for every part and detail. In addition, any virtual model which is not complete it is not evocative either, consequently, it will be necessary to resort to partial, doubtful or out-of-date information to complete it.

This paper is not focused on how to build up the model (the principles of which will follow the London Charter) but on two collateral aspects sometimes neglected:

1. Firstly, which selection criteria we will use to prioritize the sources when an element appears in more than one of them, either in a coincident or in a contradictory way.
2. This variety of sources coexisting in the merged model makes of it a heterogeneous product where every part has different qualities. Many concepts have been used to mark this variability such as *reliability* (Pletinckx), *accuracy* (Boeykens et al.) or *uncertainty* (Maass et al.) to quote only a few. Nevertheless, we think that it could be preferable to directly present a model of sources revealing which one has been used to define every part of the virtual model. In our opinion, this approach is clearer and

allows some additional and interesting representations as we show in the following case study.

This proposal was developed, implemented and checked in the virtual model of the *Palacio de los Condestables* (Palace of the High Constables) in Casalarreina (La Rioja, Spain). This relevant building has been suffering strong degradation for the last decades. In 2006, a complete surveying was demanded; however, by then, significant parts of the building were already crumbled and there was a patent risk of complete collapse, so only some accessible and safe parts were surveyed.

In 2007, a complete virtual model was built by incorporating previous data: several plans and elevations from an architectonic project of 1992, photographic collections and the cartography of the urban center. Temporally, this model shows the state of the building in the middle of the 90s before the Palace started to fall apart.

In June 2008, when restoration works were in progress, a third of the Palace collapsed. In consequence, the virtual model became a major tool to study the building since the original one vanished partially.



**Figure 1:** Image of the Palace in 2006 (up) and after its ruin in 2008 (down).

## 2. Analysis of the available information

### 2.1 Characteristics of the sources

As it was said above, every source has its own origin and nature; therefore, it will be unavoidable to analyze exhaustively their characteristics before adding them to the model. Some examples of meaningful characteristics are:

- Date, time that the source describes. It does not need to be the same moment as the virtual model represents. This variation in time can be the cause of differences between both the source and the model.
- Likelihood, possibility of an existing element to appear represented in the source or, on the contrary, possibility of an element that appears in the source to have existed in reality. For instance, a photograph has complete likelihood while a description or a plan might omit elements. Keep in mind that what appears represented in a description or in a map depends largely on their aim.
- Geometric accuracy, how exactly can be known the shape and position of the elements.

Furthermore, it would be most interesting to be able to sort the sources according to the values that they can take in each characteristic and to decide whether this order is meaningful to select how an element will be represented when it appears in more than one source.

### 2.2 Sources and virtual model

Although they appear to be immutable, buildings are in constant evolution and this fact generates differences as time goes by. Thus the importance of dating each source.

In the case study of the *Palacio de los Condestables*, all the sources come from a rather short period of time when the building was already abandoned so we have not considered that the disagreements between sources can be explained by works or modifications done during this lapse.

On the other hand, quantifying the level of detail of each source is also significant because it can justify some discrepancies. Besides, sources must be simplified if they are more detailed than the expected virtual model.

### 2.3. Hierarchy of the sources

We will consider the hierarchy of the sources as a sorted list from the higher value to the lower one according to any of the abovementioned characteristics.

For our case study we can arrange the sources in the following table. We have included a last source labeled "Hypotheses" which include all we said in the introduction about completing the model by making correspondences from similar buildings, according to its architectonic style or structural functionality. Although hypotheses play an important role in most virtual models—especially when the sources are poor-, we count on direct information of almost every part of the Palace; therefore we hardly needed to resort to them to complete our model. In any case,

hypotheses are at the lower rank both in accuracy and likelihood.

Source	Characteristics		
	Year	Order in accuracy	Order in likelihood
Surveying	2006	1	2
Architectonic plans	1992	2	4
Photographs	1990 to 2006	4	1
Cartography	2005	3	3
Hypotheses	-	5	5

## 3. Strategy to merge the sources

When we have information from many sources of the same part of the building, we must select the most suitable source based on the criteria of time, accuracy and likelihood.

We used the two latter ones, this is: geometric accuracy and likelihood since, as we said before, we considered that all the sources were compatible in time with the expected virtual model. Nevertheless, in a more general situation, a detailed analysis of the date of each source might be required.

Hence, when an element appears represented in more than one source, they are compared taking into account the level of detail of each source. In case they correspond, the most accurate one is selected; however, if the information differs or contradicts each other, then accuracy is no longer used and the most likely one is preferred.

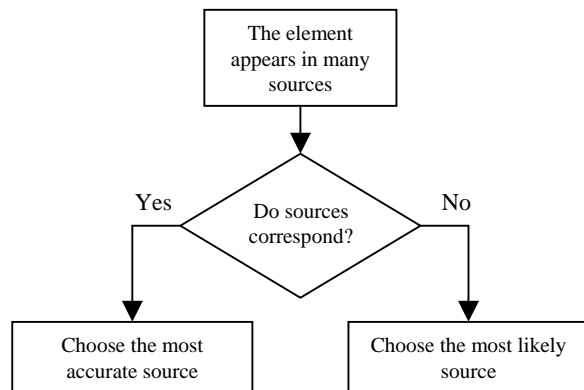


Figure 2: Decision flowchart following criteria of accuracy or likelihood.

Of course, this strategy can be extended if we consider more characteristics.

## 4. Generation of the model

Summing up, firstly the sources are analyzed one by one, secondly they are sorted according to their characteristics and then we start building the virtual model by using this selection strategy when any element appears in more than one source.



The model started as a wireframe outline, in a second step, it is covered with surfaces and, finally, textures are added.



**Figure 3:** Photograph (up) and view of the virtual model (down).

Texturing is another important matter, the model is supposed to be as evocative and exact as possible, thus photorealistic textures might seem the most adequate ones, however, photorealistic textures can be deceptive and, in general, they should be only used on elements that, actually, appear in photographs. In disappeared elements and for those we do not have any photographic record, textures should recall the material they were made of but in a more generic way.

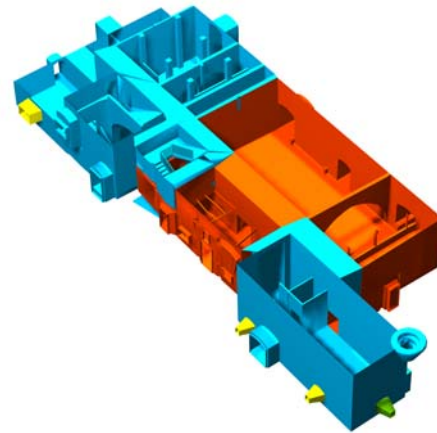
A fair image of how the building was, it is not an impressive picture, on the contrary, the user needs to identify why each part of the model has been represented like it is. Bear in mind that aimed users are not public in general mostly interested in the esthetic appearance but professionals concerned in the study of the building.

The final model was exported to VRML (Virtual Reality Modeling Language). This format was selected due to the fact that it is a widespread standard and because the models can be explored interactively by means of freely available viewers.

## 5. Preserving the origin of the data

The model is composed by different sources, this fact makes necessary a means to indicate the origin of each element. This origin also defines its characteristics: date, geometric accuracy and likelihood.

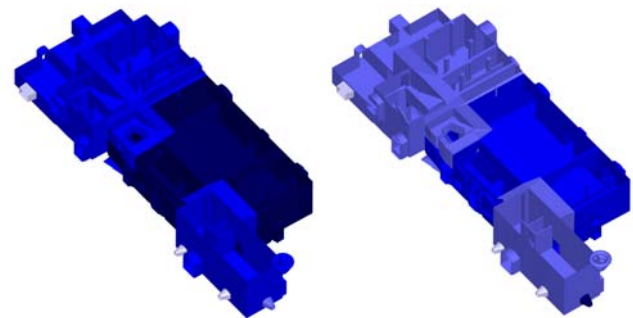
The figure below shows the model of sources, this is, a representation of the virtual model with a change in the symbolism that marks with a different color which source has been used to define each element.



**Figure 4:** Model of sources (partial view). Sources are equally weighed visually in this representation.

Take into account that the sources, by themselves, are not sorted, therefore, their representation can be hierarchical, it just show that the origins are different. In this case, the model of sources uses a spectrum of color so as not to weigh more any source.

Nevertheless, this same model of sources can be represented according to any of its characteristics (time, geometric accuracy or likelihood). As these characteristics can be sorted, they can be represented hierarchically. The following image shows two representations of the model: according to the geometrical accuracy and according to the likelihood. In these cases the values of the characteristics are represented with a range of the same color from the darkest (highest value) to the lightest (lowest value).



**Figure 5:** Model of sources (partial view). Hierarchical representation according to the geometrical accuracy (right) and the likelihood (left). The darker the representation, the higher the value.

As the order of the sources according to each characteristic is different, their representation varies as well, even if the same palette is used.

Of course, color is not the single visual variable that can be applied. For hierarchical characteristics it can be also used transparency levels or different kinds of render (photorealistic, watercolor, carbon-pencil, cartoon like, etc (Vergne et al.) (Maass et al.).

## 6. Conclusions

The most important stage in the integration of sources is the previous analysis of each source. This phase must be tackled thoughtfully because the quality of the final results depends on it completely.

As for the strategy to merge the sources we sorted them in two separate lists according to their geometrical accuracy and likelihood. When an element appears in more than one source their correspondence is checked: if the sources correspond, the most accurate one is selected, otherwise, the most likely one is preferred. This criterion can be modified in case more characteristics are taken into account.

The model of sources is not a secondary product from a virtual model. On the contrary, the model of sources is a part of the virtual model itself, which represents graphically the metadata of the latter and which is essential to understand it. The users will need both to have a clear impression about the information represented.

Appropriate symbolism has to be used to represent the model of sources and its derivatives. Bear in mind that the sources by themselves do not follow any hierarchical order, they can be sorted only when we look at their characteristics and the order can vary from one to another.

In case new sources are added in the future, the tables of characteristics will be rearranged and the virtual model rebuilt with its corresponding new model of sources.

## References

MAASS S., TRAPP M., KYPRIANIDIS J.E., DÖLLNER J., EICHHORN M., POKORSKI R., BÄUERLEIN J., HESBERG H., 2008. Techniques for the interactive exploration of high-detail 3D building reconstructions using the example of Roman Cologne.. *VSMM 2008 Digital Heritage – Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Virtual Systems and Multimedia*. Full papers pp. 223-229.

BOEYKENS S., SANTANA QUINTERO M., NEUKERMANS H., 2008. Improving architectural design analysis using 3D modeling and visualization techniques. *VSMM 2008 Digital Heritage – Proceedings of the 14<sup>th</sup> International Conference on Virtual Systems Multimedia*. Full papers pp. 67-73.

THE LONDON CHARTER (v. 2.1), 2009. [[www.londoncharter.org](http://www.londoncharter.org)].

PLETINCKX D., 2008. An EPOCH Common Infrastructure Tool for Interpretation Management, EPOCH 3.3 report.

VERGNE R., BOUSSEAU A., THOLLOT J., VANDERHAEGHE D., BARLA P., 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.

## Acknowledgements

We would like to thank the *Dirección General de Cultura* of the Government of La Rioja by its assistance during the development of this project.



# 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

A. Fernando de Fuentes, J.M. Valle Melón, Á. 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.*

*Keywords:* 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](mailto:jm.valle@ehu.es), Álvaro Rodríguez Miranda: [alvaro\\_rodriguez@ehu.es](mailto:alvaro_rodriguez@ehu.es),

## 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 las 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.



**Figura 1:** Vista de la fachada del Palacio antes y después del derrumbe de junio de 2008

## 2.- ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DISPONIBLE

### 2.1. 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:

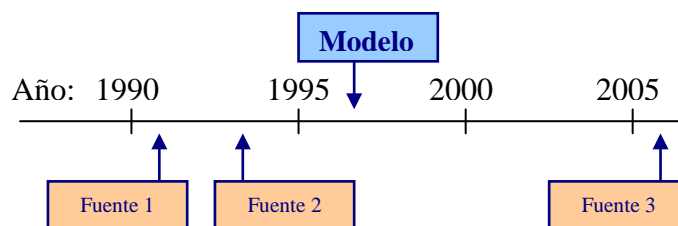
- Fecha a la que hace referencia la fuente. No tiene porqué coincidir con la fecha del modelo que se quiere generar lo que puede ser causa de diferencias entre ambos.
- Verosimilitud, posibilidad de que un elemento existente no aparezca representado en la fuente o, el caso contrario, que uno que sí aparece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



**Tabla 1:** 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, 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:

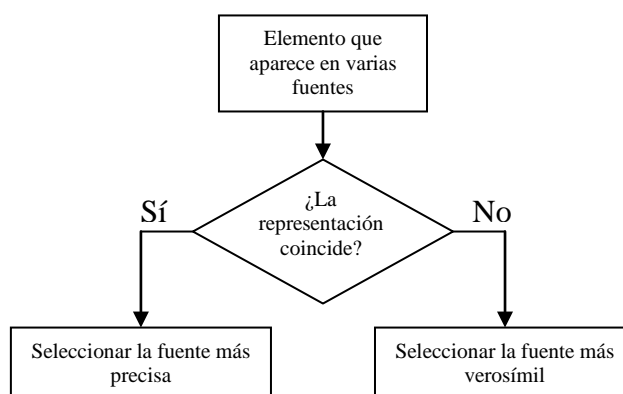
Fuente	Características		
	Año	Orden precisión	Orden verosimilitud
Modelo topográfico	2006	1	2
Planos estudio	1992	2	4
Fotografías	1990 a 2006	4	1
Cartografía oficial	2005	3	3
Lógica constructiva	-	5	5

**Tabla 2:** jerarquía de fuentes

### 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.



**Tabla 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.



**Figura 2:** Imagen fotográfica y modelo virtual de una parte de la planta baja del Palacio

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.

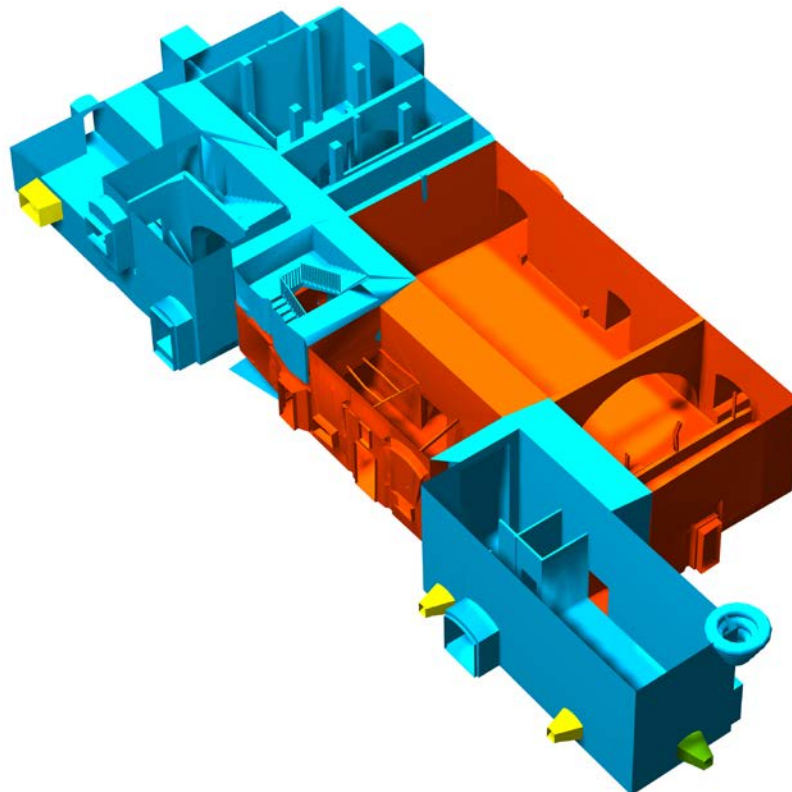
Por último, el modelo se exportó a lenguaje VRML (Virtual Reality Modeling Language). Mediante este formato, el modelo se puede visualizar y explorar de forma libre por el usuario, posibilitando una mejor y fácil comprensión del mismo.

## 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, etc (Vergne *et al*, 2008.) (Maass *et al*, 2008).

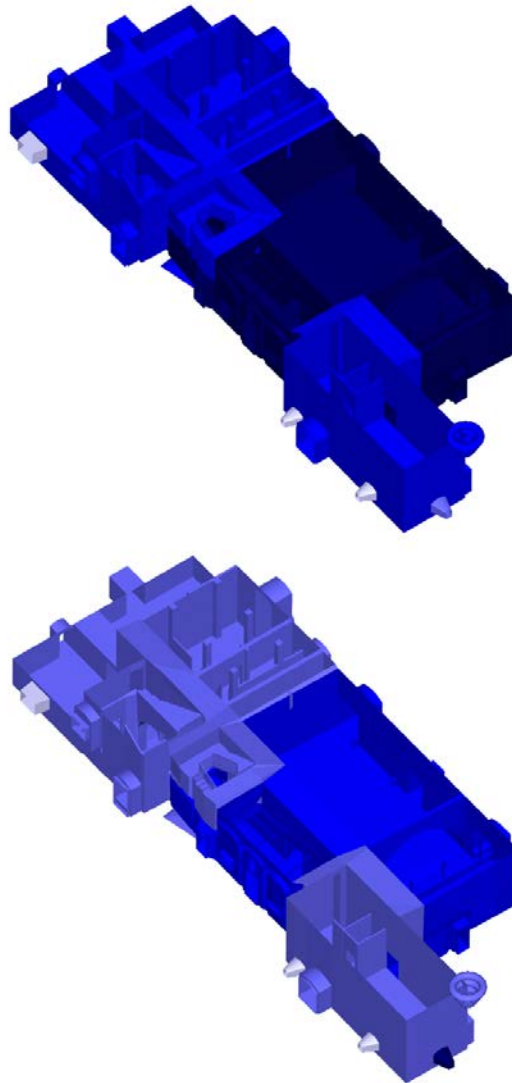
En el caso del Palacio de los Condestables, la solución adoptada fue la realización de un modelo paralelo al virtual sobre el mismo modelo geométrico, modificando la simbología aplicada. En la siguiente imagen se presenta el modelo de la planta baja en el que cada fuente se ha señalado con un color diferente.



**Figura 3:** 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.



**Figura 4:** Representación jerárquica de la precisión geométrica de las fuentes y de su verosimilitud

## 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 aún la información geométrica que se dispone de dicho edificio, por lo que se convierte en elemento de referencia.

## **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., NEUKERMANS, H. (2008): "Improving architectural design analysis using 3D modeling and visualization techniques", *VSMM 2008 Digital Heritage – Proceeding of the 14<sup>th</sup> 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., HESBERG, H. (2008): "Techniques for the interactive exploration of high-detail 3D building reconstructions using the example of Roman Cologne", *VSMM 2008 Digital Heritage – Proceedings of the 14<sup>th</sup> 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](http://www.londoncharter.org)].
- VERGNE, R., BOUSSEAU, A., THOLLOT, J., VANDERHAEGHE, D., BARLA, P., 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.



**LABORATORIO DE DOCUMENTACIÓN GEOMÉTRICA DEL PATRIMONIO**  
Grupo de Investigación en Arqueología de la Arquitectura (UPV-EHU)

Aulario de las Nieves, edificio de Institutos Universitarias  
C/ Nieves Cano 33, 01006 Vitoria-Gasteiz (España-Spain).  
Tfno: +34 945 013222 / 013264  
e-mail: [jm.valle@ehu.es](mailto:jm.valle@ehu.es) web: <http://www.ldgp.es>



UPV EHU