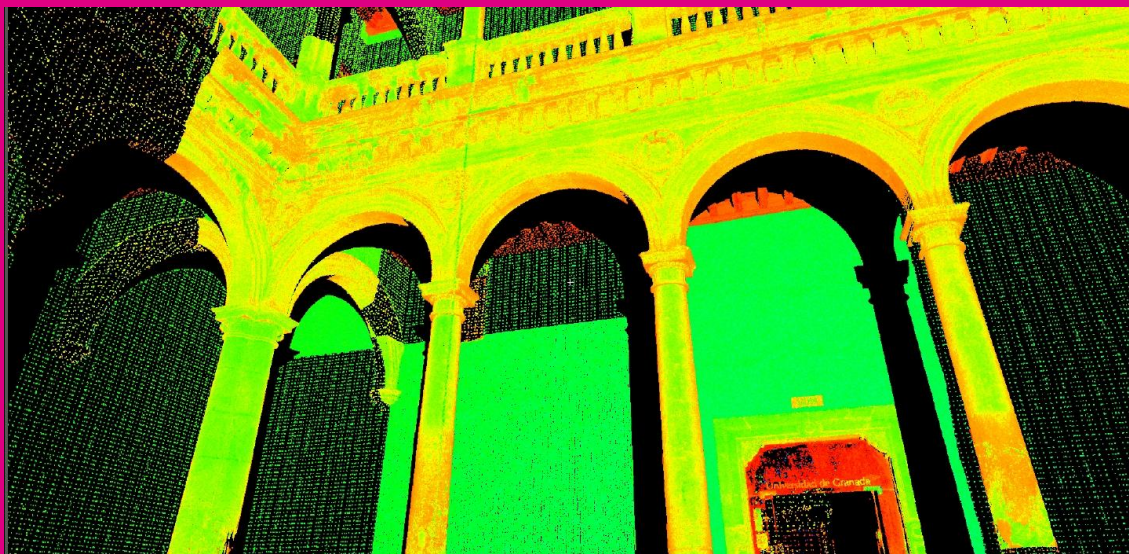


Proyectos de **I+D+i**  
2011-2015



## **Calidad de modelos BIM (Building Information Modeling) aplicados al Patrimonio**

Universidades de Granada, Jaén y Sevilla



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía  
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional





# **Calidad de modelos BIM (Building Information Modeling) aplicados al Patrimonio**

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y  
Vivienda. Junta de Andalucía. 2015

Universidades de Granada, Jaén y Sevilla

Granada. Fecha (05-02-2015)

## 1. Introducción y antecedentes

La aplicación de algunas de las tecnologías de la información y la comunicación (p.e. Sistemas de Información Geográfica, Teledetección, Realidad Virtual, etc.) al Patrimonio es una realidad innegable y que ha permitido disponer de una mayor cantidad de información con posibilidades de uso muy variadas (p.e. investigación, rehabilitación, catalogación, divulgación, etc.). En la actualidad, gracias a los sistemas de barrido (Lidar aerotransportados y Láser Escáner Terrestres) se dispone de una fuente de datos espaciales 3D que pueden ser convertidos por medio de los procesos de modelado de información de construcción (BIM, *Building Information Modeling*, también denominado modelado de información para la edificación), en un conjunto estructurado de datos vectoriales 3D que es la base geométrica de las aplicaciones de realidad virtual y de la gestión de edificios inteligentes (Eastman y col. 2011).

Los modelos BIM comparten muchas similitudes (métodos de captura, posición, geometría vectorial, modelos topológicos, técnicas de gestión, etc.) con los datos espaciales que se han venido gestionando por medio de los denominados Sistemas de Información Geográfica (Burrough, 1998), y que hoy se ofrecen en forma de servicios por medio de las Infraestructuras de Datos Espaciales (Bernabé-Poveda y col. 2012).

Sin embargo, a pesar de esa similitud entre datos espaciales y BIM en este último campo no existe un avance tan notable como en el primero en lo relativo a los aspectos de la calidad, ni en lo relativo a los procesos ni en lo relativo a los productos de datos generados. En el campo de los datos espaciales se viene hablando de las componentes de la calidad desde hace más de veinte años cuando apareció el primer manual divulgativo de este aspecto (Guptill, 1995). Las componentes y elementos de la calidad de los datos espaciales definidos en ISO 19157 son los siguientes:

- **Compleción.** Es el hecho de que los datos estén completos, que no sobre ni falte nada de la realidad respecto al modelo considerado. Los elementos a evaluar son las omisiones y las comisiones.
- **Exactitud posicional.** Se refiere a la componente posicional, con independencia de que sea 1D, 2D ó 3D. Se consideran los elementos exactitud posicional absoluta y la exactitud posicional relativa. La primera, respecto a un marco geodésico y la segunda entre los elementos presentes en el conjunto de datos.
- **Exactitud temática.** Se refiere a la clasificación de los objetos en categorías y a los atributos que portan. Los elementos considerados son la corrección de la clasificación, la corrección de los atributos cualitativos, y la exactitud de los atributos cuantitativos.
- **Consistencia lógica.** Es el cumplimiento de las reglas que se establecen para el modelo de datos. Se consideran los elementos consistencia de formato, consistencia de dominio, consistencia topológica, consistencia conceptual, etc.
- **Calidad temporal.** Se refiere a todos los aspectos temporales que pueden ser interés, como son la exactitud de una medida de tiempo, consistencia temporal y validez temporal.
- **Usabilidad.** Se basa en los requisitos de usuario y puede basarse en requisitos que no pueden describirse utilizando los elementos de la calidad descritos anteriormente.

A los que se pueden y deben sumar los elementos generales considerados en la antigua ISO 19113 que son el uso, propósito y linaje y que, actualmente, se consideran como metadatos (ISO 19115-1).

Por otra parte, más recientemente ha surgido dentro de ISO otro estándar relativo a la calidad de datos, se trata de la familia ISO 8000, pero más relacionado con los temas de automatización e integración de sistemas. Sin embargo los temas tratados son bastante similares (compleción –en ISO TS 8000-140-, exactitud –en ISO TS 8000-130-, linaje –en ISO TS 8000-120-, etc.).

Por otra parte, aparte de formalizar y describir adecuadamente la calidad mediante los elementos de la calidad, se requiere una evaluación para poder obtener unos valores o índices de esa calidad. Igualmente, en este sentido, en el campo de los datos espaciales existe una amplia experiencia en lo relativo a la evaluación y control de productos de datos. Existen estándares específicos para controlar la posición (p.e. NMAS (FGDC, 1998), EMAS (ASCE, 1983)), amplias recomendaciones sobre la componente temática (Congalton y col. 2008), y la posibilidad de uso de estándares más generales, del ámbito industrial, como son las familias de normas ISO 2859 e ISO 3951 recomendadas en ISO 19157 y que introducen un marco probabilístico para el control de la calidad en la aceptación de productos donde los riesgos del productor de datos y del usuario quedan explícitos y conocidos.

Este conjunto de normas ISO, junto con las aportaciones de Eastman y col. (2008) Hardin, (2009), o del *United States National Building Information Models Standard Projects Committee* proporcionan un cuerpo científico y técnico de base, adecuado para empezar a considerar el desarrollo de métodos específicos de descripción y evaluación de la calidad, centrados de manera específica en el campo de los BIM y de una manera más particular en las aplicaciones de los BIM al Patrimonio.

## **2. Objetivos perseguidos y resultados previsibles**

Los objetivos de este proyecto de investigación son:

- Establecer unas bases para la descripción y evaluación y control de la calidad de modelizaciones aplicadas al Patrimonio.
- Creación del marco de referencia.
- Basar las propuestas en estándares internacionales.

Los resultados previsibles de este proyecto son similares a los beneficios esperables del mismo, y que son los siguientes:

- Los redactores de las convocatorias de concursos para realización de levantamientos y modelizaciones de Patrimonio Arquitectónico (normalmente alguna de las Administraciones del Estado) podrán disponer de un documento que les guíe sobre las exigencias de calidad a aparecer en el Pliego de Condiciones. Al mismo tiempo dará mayor transparencia y comparabilidad en los procesos de contratación y prestación de servicios BIM aplicados al patrimonio.
- Se favorecerá el intercambio de datos relativos al Patrimonio, de forma parecida a lo que ocurre en las IDE´s con los datos espaciales.
- Se favorecerá la mejora de la calidad de los trabajos de levantamiento de BIM aplicados al patrimonio.
- Se avanzará en la línea de normalización de datos que actualmente se están dando a nivel mundial en todas las áreas lo que a su vez creará un notable ahorro a nivel macroeconómico.
- Las empresas del sector trabajarán con más seguridad sobre el producto que han de entregar al usuario (Administración o particulares).
- Se abrirán vías de investigación para los distintos organismos de investigación.

### 3. Aspectos innovadores y justificación del proyecto

La realización de este proyecto está justificada, fundamentalmente, porque ayudará a crear un estándar en la documentación, levantamiento y modelado de edificios históricos, que a su vez, facilitará las intervenciones y gestión del mismo a lo largo de su existencia. Dicho estándar no existe en la actualidad pero empiezan a detectarse algunas iniciativas en ese sentido en la literatura científica.

El aspecto más innovador de este proyecto es la introducción de la tecnología BIM como instrumento de modelado semántico en el momento de documentación de un edificio. Esta tecnología se encuentra en una etapa incipiente en España y sólo en el campo de diseño y ejecución de edificios de nueva construcción.

También es un proyecto innovador por cuanto establece las semejanzas entre los SIG (sistemas de Información Geográfica) y los BIM; y pretende extrapolar a la tecnología BIM (salvando las particularidades de ambos) el conocimiento sobre estándares que están desarrollados y muy aceptados en el campo SIG.

Creemos que la metodología que se va a emplear es innovadora por cuanto no ha sido aplicada a Patrimonio hasta la fecha y puede resumirse como sigue:

- Fase 1ª, de revisión de documentación. Centrada en localizar y analizar, desde la perspectiva de BIM aplicados al patrimonio, toda la información relevante de carácter normativo que pueda ser de aplicación al caso. En este caso se aplicarán los procesos usuales para la realización de búsquedas de referencias bibliográficas aprovechando las capacidades de acceso a revistas indexadas que ofrecen las distintas universidades y los buscadores en Internet. Dentro de esta fase las actividades son:
  - Revisión y análisis de estándares relativos a la descripción de la calidad de datos (series ISO 19100, ISO 8000, etc.).
  - Revisión y análisis de estándares relativos al control de calidad de datos (series ISO 19100, ISO 2859, ISO 3951, etc.).
  - Revisión y análisis de publicaciones científicas e informes relativos a la problemática de la calidad en BIM.
  
- Fase 2ª, de detección de necesidades de los usuarios de BIM aplicados al patrimonio. Centrada en detectar las necesidades específicas que poseen los usuarios y demandantes de BIM aplicados al patrimonio dentro del contexto de Andalucía, España y del mundo. Mediante búsquedas en la Red, utilizando los resultados de la revisión documental de la fase 1ª, y consultando directamente con organismos y personas de referencia, se podrá determinar una lista de usuarios con los que se contactará para recabar información relativa a sus necesidades como adquirientes y usuarios de este tipo de productos. Se elaborará una encuesta que permita detectar las necesidades reales de descripción de la calidad y de su evaluación, así como recoger sugerencias relativas a esta temática. Dentro de esta fase las actividades son:
  - Creación de un listado de usuarios.
  - Elaboración y ejecución de la encuesta.
  - Análisis de los resultados de la encuesta de detección de necesidades.
  
- Fase 3ª, de propuesta de elementos y medidas de la calidad para la descripción de la calidad de BIM aplicados al Patrimonio. Usando los resultados de la fase anterior y la metodología propuesta en ISO 19113, para el desarrollo de nuevos elementos de la calidad, y en ISO 19157, para la propuesta de medidas para la calidad y para la aplicación de la usabilidad y de los resultados agregados de la calidad de los datos, se propondrá un conjunto de elementos y medidas de la calidad específicos para describir la calidad de los

BIM aplicados al patrimonio. Aquí se incluye también un proceso de validación de la propuesta que se realice mediante la interacción con algunos de las personas/instituciones más relevantes que se detecten en la fase anterior. Dentro de esta fase las actividades son:

- Formulación de nuevos elementos de la calidad para BIM aplicados al patrimonio.
  - Formulación de nuevas medidas de la calidad para BIM aplicados al patrimonio.
  - Formulación de resultados agregados de la calidad de los datos.
- Fase 4ª, de formulación del método de control. Un modelo BIM aplicado al patrimonio es un conjunto de datos complejo (p.e. varias plantas del edificio, numerosas dependencias, fachadas con numerosos detalles, etc.) y con multitud de aspectos por lo que su evaluación y/o control puede ser compleja. A partir de los resultados de la Fase 1ª relativa a los métodos de evaluación y control basados en ISO 2859 e ISO 3951 y de las formulaciones de la Fase 3ª de formulación de elementos y medidas se estará en disposición de poder proponer un método de estadístico para la evaluación y/o control de productos BIM aplicados al patrimonio. Dentro de esta fase las actividades son:
    - Formulación de un método estadístico de control de la calidad para BIM aplicados al patrimonio.
    - Desarrollo de un proceso de simulación para verificar el comportamiento satisfactorio del método de control propuesto.
    - Validación de la propuesta.
  - Fase 5ª, de redacción de una guía y ejemplo de aplicación de la propuesta. Se redactará un documento descriptivo de cómo aplicar la propuesta en casos reales, incluyendo ejemplos de cómo formalizar nuevos elementos de la calidad, nuevas medidas, etc., así como de cómo desarrollar procesos de evaluación y control de la calidad de BIM aplicados al patrimonio. Dentro de esta fase las actividades son:
    - Redacción del documento de síntesis.





