

Comunicación: **Segundas Jornadas sobre Investigación en Arquitectura y Urbanismo.**

Título: ***Nuevas tecnologías en el registro y visualización de elementos de patrimonio cultural.***

Autores: Pilar García Almirall y Josep Roca Cladera

Laboratorio de Modelización Virtual de la Ciudad

Centro de Política de Suelo y Valoraciones

Departamento de Construcciones Arquitectónicas I,
Universidad Politécnica de Cataluña

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona ETSAB
Diagonal 649 4ªpl, 08028 BARCELONA

Tel (+34)3 4016396

Fax (+34)3 3330960

Web: www.upc.es/cpsv

Abstract:

Se trata de la presentación de nuevas tecnologías (SIG/ SIG-3D/ TIC, modelos interactivos) así como de dispositivos avanzados (Escáner láser terrestre) para la representación y visualización de edificios históricos y su aplicación a la valorización del patrimonio cultural. El estudio e investigación que ha realizado el Laboratorio de Modelización Virtual de la Ciudad (LMVC) de la ETSAB UPC, aporta las tecnologías más avanzada para este propósito, y una amplia experiencia en la generación de modelos de entornos virtuales, que proporcionan hallazgos significativos en este campo y que auguran un potencial extenso de investigación en este campo.

1. Presentación

La necesidad de preservar y actuar en ciudades con extenso patrimonio cultural¹, la conservación de conjuntos arquitectónicos de gran relieve histórico, exige la utilización de tecnologías avanzadas, que permiten ubicar, documentar, describir y visualizar los edificios, tejidos urbanos, espacios naturales, gracias a su capacidad de tratamiento de grandes cantidades de información (textos, datos, mapas, planos, imágenes, modelos virtuales...), así como, la capacidad de componer modelos digitales complejos de edificios y espacios de relevante interés arquitectónico o paisajístico.

Se abre así un campo de investigación importante, que trata de concordar e integrar nuevas tecnologías para facilitar el acceso, visualización y captación de contenidos relativos al Patrimonio Cultural. Un proceso que viene a revolucionar los métodos y disciplinas tradicionales relacionadas con el registro, documentación y gestión de información de elementos culturales, monumentos, espacios, tejidos históricos o parajes naturales. Con unos resultados apreciables, en la mejora de las disciplinas y técnicas relacionadas

¹ España ocupa un lugar destacado en cuanto a riqueza patrimonial de gran valor y variedad, segundo país del mundo en número de monumentos, y el primero en número de lugares considerados como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO

con la fotografía, la fotogrametría, exploración mediante dispositivos de alta precisión (escáner láser), Remote Sensing, tecnologías de gestión de información cartografía digital, SIG y TIC entre otras.

Este interesante ámbito de investigación, reúne equipos pluridisciplinarios en el mundo profesional, institucional y académico, que integra a expertos² entre los que se aprecia la participación de arquitectos de gran valor por su conocimiento y experiencia en la evaluación e intervención en temas de patrimonio. Destaca, entre las organizaciones internacionales el *International Committee for Architectural Photogrammetry*, **CIPA Heritage and Documentation** que integra diferentes asociaciones y organismos internacionales con especial fuerza en el campo de la fotogrametría y remote sensing³.

En el reciente simposio internacional celebrado en Torino⁴ se aportan algunos de los logros destacados, como las experiencias del Politécnico de Milano, en el *Laboratory of Survey, Digital Mapping, GIS*, de la utilización de dispositivos de escáner laser, tratamiento fotogramétrico y de ingeniería inversa en el proceso de levantamiento métrico, representación e intervención en la preservación del pavimento de la Basílica de San Marcos de Venecia. Otras experiencias como la del Politécnico de Torino, que demuestran la eficacia de los SIG en la gestión de datos de edificios históricos o arqueológicos.

En los últimos años, se ha producido un avance sustancial en las tecnologías de captura y registro de datos, los sistemas de documentación y gestión de información, así como en la integración de tecnologías aplicadas a este campo de trabajo. El conocimiento y utilización de estas tecnologías viene a afectar al ámbito profesional, al de la formación/educación y a la capacitación de habilidades, de nuestros profesionales. Por ese motivo, destacadas instituciones académicas aglutinan un relevante esfuerzo, de investigación en tecnologías de información y de evaluación de los nuevos dispositivos, cara a su incorporación a una formación renovada.

En la Universidad Politécnica de Cataluña, se crea en el 2000, el Laboratorio de Modelización Virtual de la Ciudad (LMVC), por iniciativa del Centro Específico de Recerca Centro de Política de Suelo y Valoraciones (CER CPSV), e impulsado por los departamentos de Construcciones Arquitectónicas I, y Expresión Gráfica Arquitectónica I de la UPC y la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Con el propósito de reunir las tecnologías más avanzadas, activar la investigación⁵ cara su aplicación en el estudio y la visualización de la ciudad.

² Expertos procedentes de diversos campos como la arqueología, arquitectura, arte, historia del arte, monumentos/lugares, museos, ingeniero civil, protección civil, informática y computación, geografía, política y acción cultural, investigación, formación y entrenamiento Sistemas de información, procesado de imagen, fotografía, fotogrametría/ remote sensing, planeamiento, ciencias sociales entre otras especificidades

³ Nace de la asociación del ISPRS - International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, y el ICOMOS - International Council on Monuments and Sites entre otros Visitar: <http://cipa.icomos.org/index.php>

⁴ CIPA 2005, XX International Symposium Torino. International Cooperation to Save the World's Cultural Heritage Torino, Italy, 26 September 1 October 2005. <http://www.cipatorino2005.org/>

⁵ Investigar, producir nuevos conocimientos, y mejorar la comprensión en el ámbito científico y técnico, buscar formas de usabilidad de los sistemas, proponer nuevas formas de incorporar la tecnología a procesos de trabajo del entorno arquitectónico y urbano.

2. Àmbito de investigación

Inicialmente su **àmbito de investigación** se centra en tecnologías SIG y de modelado en 3D⁶, que pronto se extienden a diferentes líneas de estudio:

- La elaboración de SIG urbano y territorial: diseño de métodos, procesos y aplicaciones de inventario de edificación (catálogos, patrimonio, catastro). Sistemas de parametrización de la información, descriptores de elementos arquitectónicos, urbanísticos, consulta y visualización temática, creación de mapas. Implementación de sistemas afines a la gestión urbanística.
- Ciudad y Territorio Virtual: creación de modelos virtuales 3d y/o interactivos de fragmentos de ciudad, integrando nuevas tecnologías de la información y de comunicación: cartografía digital, SIG, Remote Sensing, DTM, navegadores web ...
- Realidad Virtual y Aumentada aplicada a la Arquitectura: desarrollo de protocolos y ejemplos prototipo de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA) con el fin de facilitar el conocimiento y acceso la Arquitectura.
- Patrimonio Arquitectónico y Cultural Virtual: modelado 3D del patrimonio arquitectónico, arqueológico y cultural con la ayuda de láser-escàner

3. Vinculaciones externas

Las **vinculaciones externas** contribuyen a fomentar la actividad de investigación, fortalecer y extender sus resultados. Así cabe destacar la estrecha colaboración con el Centro de Realidad Virtual (CRV) de la UPC, del que representa la división especializada en arquitectura, urbanismo y ordenación del territorio. También cabe identificar las directrices y campos de estudio afines, que permite participar en grandes proyectos de investigación y de aplicación tecnológica de infraestructuras, plataformas y dispositivos⁷.

Así mismo, desde el Centro Específico de Recerca de Política de Suelo y Valoraciones CER CPSV UPC, se ha potenciado un vínculo continuado con distintos departamentos de universidades nacionales (Politécnica de Madrid, Politécnica de Valencia, Carlos III, de les Illes Balears, Autònoma de Barcelona, de Gerona; los convenios internacionales de colaboración oficial Sócrates UE (Amsterdam Institute for Metropolitan and International Development Studies de la U. Amsterdam y el Dipartimento di Conservazione dei Beni Architettonici ed Ambientali de la Università degli Studi di Napoli Federico II); a parte de de la colaboración académica con centros de investigación e institutos de alcance internacional (como el Instituto di Architettura di Venezia, el Politenico di Torino,

⁶ El modelado en 3D, viene impulsado por el grupo de Modelado y Simulación Visual en la Arquitectura del departamento de EGAI de la UPC.

⁷ IDEC (Infraestructura de Datos Espaciales de Cataluña). I2cat (nueva plataforma Internet banda ancha) Tecnología Scanner Laser (tecnología de entrada de datos de arquitectura 3D). Geo visores (sistemas de navegación geoespacial multi-resolución interactivos como Alice Geoshow , Google Herat..). Otros Software específico: Sig, CAD, tratamiento de imagen. ...

la University of Salford, la University College of London, la University of Dublin, la Universidade da Lisboa y la Université de Toulouse le Mirail, entre otras).

Sin embargo, es a partir de los proyectos de investigación⁸, donde se idean nuevos conocimientos, cuando es posible afianzar alianzas, mejorar en el conocimiento de las funcionalidades de las tecnologías, y a la vez es posible estudiar los procesos de trabajo, las necesidades de los profesionales, las empresas, u otras entidades⁹ (administración local, autonómica..), y se establecen formas de mejora e innovación aplicables al campo de la arquitectura y urbanismo.

4. Tipología de proyectos

La **tipología de proyectos** que realiza el LMVC en el campo del Patrimonio Arquitectónico y Urbano (PAU) consiste fundamentalmente en:

1. Desarrollo de protocolos eficientes para realizar un levantamiento tridimensional (3D) y reconstrucción virtual de edificios y tejidos urbanos utilizando dispositivos de alta precisión como el láser escáner.
2. Desarrollo de software adecuado para la visualización interactiva del PAU
3. Metodología innovadora en los levantamientos de apoyo a trabajos de diagnosis y evaluación del Patrimonio Arquitectónico y Arqueológico
4. Creación de métodos, procesos y aplicaciones de inventario de edificaciones (catastro), geoposición y catalogo el patrimonio a escala urbana en SIG.
5. Aportación tecnológica al desarrollo de Planes Especiales de Protección del Patrimonio Arquitectónico y Cultural: georeferenciación y levantamientos de apoyo.
6. Elaboración de modelos de Realidad Virtual del Patrimonio Arquitectónico con la finalidad de fomentar su conocimiento y valorización universal.
7. Reconstrucción Histórica de la Ciudad por medio de modelos RV
8. Realidad Aumentada aplicada al Patrimonio Arquitectónico y Cultural

5. Aportaciones relevantes

Las **aportaciones más relevantes** se pueden resumir en:

⁸ De alcance internacional (Comisión Europea. Intelcities.; EURMET Programa Comunitario Interreg III, FEDER.) o nacional (DURSI, CICYT, MEC, ...) o con la realización de proyectos de innovación y mejora para empresas o entidades...

⁹ Algunas de las entidades que dan soporte a la investigación Ayuntamiento de Barcelona; Ayuntamiento de Sant Cugat; COAC; Cooperativa Jordi Capell; AUTODESK; INTERGRAPH; ESRI; Akuatecnica; Geovirtual; Nexus Geographics; Ccentro de Realidad Virtual (UPC);LEONARDO. . COMUNIDAD EUROPEA; CNES SPOT CE; INTRERREG . CE; MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. Secretaría del Estado de Aguas y Costas; MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnológica CICYT; MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA .Secretaría General de Política Científica y Tecnológica. Dirección General de Investigación; Oficina Del Historiador Cuba; Centro Ic; Centro Informativo Internacional De La Construcción; MNAC; MUSEO DE HISTÒRIA DE CATALUNYA ; Mancomunitat De Municipis Del Area Metropolitana; Diputacion De Barcelona; Consorci Parc Tecnologic De Cerdanyola; Depto Mediambient De La Generalitat; Dirección General Del Catastro; Dg D'arquitectura De La Generalitat; ICC; PROEIXAMPLE; CATSA; TV3; FORUM 2004; SGMI; Valeri Consultors.....entre otros

1) Una **metodología de escaneado optimizada** como protocolo estándar de levantamiento y restitución. Se ha ideado un proceso innovador que optimiza los avances tecnológicos del escáner láser y de la tecnología asociada con lo que se obtiene con gran rapidez, gran cantidad de información en una nube de puntos, de alta precisión métrica, y referenciada en un espacio tridimensional, que incluye imágenes a color de los materiales, de forma que el elemento arquitectónico queda perfectamente referenciado y documentado. Esta metodología se ha ensayado en más de un centenar de edificios, a partir de la realización de diferentes proyectos (los iniciales el Saló de Cent, Porta del Trentenari, Celler de César Martinell (Sant Cugat), Jaciment arqueològic del Born (Barcelona), Gaudí: La Pedrera, Gaudí: Casa Batlló... los mas recientes el Proyecto La Habana (Cuba), Levantamiento del Casco Histórico de Cadaqués, Levantamiento de Santa María del Mar, Ábside en La Seu d'Urgell).

2) Un **proceso sistematizado de levantamientos de apoyo de edificaciones** para trabajos previos a la intervención en materia de Patrimonio Arquitectónico. Este proceso cubre las etapas de captura de información, tratamiento de la nube de puntos, la unión y organización métrica corregida, filtrado y optimización del modelo, integración en sistema interactivo de visualización del edificio en forma tridimensional, en verdadera magnitud y en colores reales ajustados a los materiales del edificio (despiece), creación de escenarios o vistas a demanda del profesional, sobre visores interactivos, con capacidad de producir de forma simple imágenes digitales a escala correspondientes a planos planos a escala (consultables en CAD) o pseudo ortofotos representadas. La generación de modelos de alta resolución del patrimonio cultural y arquitectónico incorporan una información fiel a la realidad geométrica precisa, capaz incluso de ofrecer grandes aportaciones en el análisis arquitectónico constructivo, orientado al estudio e interpretación del comportamiento estructural, a la presencia de patologías, desplomes y demás¹⁰.

3) **Aplicaciones SIG al inventario de edificaciones, catalogo del patrimonio** a escala urbana cara a su estudio y consulta entre otras aportaciones. Se han ideado diferentes metodologías de estudio, nuevos procedimientos de trabajo, y sistemas de integración de herramientas tecnológicas en el ámbito territorial, arquitectónico, de la gestión urbana y municipal. Destacan los estudios territoriales aplicando funcionalidades del SIG, registro y geoposicionamiento de edificios, creación de bases de datos de edificios, fichas técnicas-arquitectónicas sistematizadas, sistemas de simulación de valores (en el ámbito catastral o en sociedad de tasaciones) creación de mapas, capas temáticas, la creación de aplicativos específicos de gestión del patrimonio de suelo, o de procesos de regeneración urbana (planeamiento-gestión), sistemas de apoyo a la gestión municipal o SIG local, entre otras, materias que constituyen un avance en el campo profesional del arquitecto.

¹⁰ Se ha generado un modelo virtual en 3D de Santa Maria del Mar, que permite visualizar y representar el edificio a escala 1:50 cara a su restauración, utilizando tecnología de escáner láser. Proyecto realizado para Valeri Consultores atendiendo a los requerimientos del Catedrático F. Maña del departamento CAI UPC.

4) Metodología innovadora y **sistematizada para el levantamientos de apoyo al desarrollo de Planes Especiales de Protección del Patrimonio.**

Se ha realizado una aportación tecnológica avanzada al equipo redactor del Plan Especial de Protección del Patrimonio de Cadaques que ha permitido construir un modelo tridimensional del conjunto del casco histórico (mas de 200 calles mas de 1000 edificios) en el que se puede visitar con gran detalle y precisión métrica, el tejido urbano (pavimentos, cotas de pendiente, materiales...) las edificaciones sobre el espacio tridimensional, consultable en alzados ortogonales. En suma , parece que se augura interesantes aplicaciones en el escaneado de los tejidos urbanos objeto de planeamiento especial.

5) Construcción de **modelos prototipo en Realidad Virtual del Patrimonio** Arquitectónico con la finalidad de fomentar su conocimiento y valorización, facilitar su acceso universal, con el máximo realismo y un diseño optimizado a fin de facilitar la interactividad o la navegación "on line". Algunos ejemplos como la el levantamiento de la Barcelona del 1714, la simulación visual de la ciudad destruida a partir de los restos hallados en el Born de Barcelona¹¹ han servido para idear métodos aplicables a la reconstrucción histórica de la ciudad.

6. Un **proyecto de futuro**

Un **proyecto de futuro** es impulsar un *Museo Virtual de Arquitectura y Urbanismo (MVAyU)*. El MVAyU tiene como objetivo crear un espacio virtual de elevada tecnología dirigido a fomentar el conocimiento y estudio de obras y proyectos clave en la historia de la Arquitectura y del Urbanismo

Particularmente, se trata de generar un portal de Internet, que permita el conocimiento de los proyectos arquitectónicos y urbanos, navegación "on line" e interactivo en cada uno de los proyectos y ciudades modeladas, así como que posibilite la generación de documentos arquitectónicos y urbanos de calidad (plantas, alzados, secciones y perspectivas) para su uso por parte de estudiosos e interesados en:

- Obras Maestras de la Arquitectura Contemporánea, Art Nouveau...
- Arquitecturas Ausentes, desaparecida o no construida
- Ciudades Virtuales. Edificios singulares, transformación...
- Historia Urbana: Planes y Proyectos Urbanos, crecimientos..
- Patrimonio Arquitectónico Virtual.
- Arquitectura y Arqueología

¹¹ Por iniciativa de TV3 en el 2003 se trata de ilustrar el contexto urbano de Barcelona de 1714 para un programa documental descriptivo de la *guerra de Sucesión* (1705-1714) terminó con la conquista de Barcelona por las tropas castellano-francesas. Se trabaja en conjunto con asesores historiadores, arqueólogos y arquitectos. Finalmente da paso a la construcción de un escenario virtual de navegación "on line" de dicho modelo, así como de la traza urbana a partir de las ruinas arqueológicas del mercado del Born de Barcelona. En 2005 en la exposición "Barcelona 1714 Virtual" organizada por la Regidoria de Ciutat del Coneixement del Ayuntamiento de Barcelona se exponen estos y otros trabajos interactivos sobre la historia de Barcelona.

7. Comentario final

Como resumen de la experiencia en investigación realizada, ligada al ámbito de la arquitectura y la ciudad se pueden destacar unas ideas generales:

- Existe un potencial de estudio e investigación muy amplio y estrechamente vinculado a tecnologías avanzadas, entre otros.
- El papel del arquitecto es crucial para facilitar unos logros que realmente se ajusten y sean apreciados por nuestro entorno profesional.
- La actividad de investigación en las escuelas/departamentos de arquitectura, presenta actualmente de un déficit de recursos técnicos y humanos, son prácticamente inexistentes los laboratorios o espacios dotados para investigación.
- La falta de medios exige un esfuerzo personal, una implicación y compromiso universitario muy alto (*full time*).
- Los resultados generados en el ámbito de la arquitectura (nuevas metodologías, instrumentos, procesos innovadores), no encuentran las vías de difusión, homologación y acreditación necesarias. A menudo solo se aprecia la innovación que aporta un producto replicable y reproducible en la industria, dejando fuera aportaciones sustanciales aplicables a otros ámbitos (humanidades tecnología), en la mejora de servicios, gestión del conocimiento....
- El reconocimiento final del esfuerzo y calidad de la investigación es todavía escasa.

En suma, el potencial de investigación en arquitectura y urbanismo es creciente, cabe buscar iniciativas para impulsar y valorizar esta actividad. Promover unas líneas de actuación encaminadas a resolver el déficit histórico, potenciar, extender y reforzar la excelencia y competencia de los grupos y centros de investigación.