

# Aplicaciones de **tecnologías** innovadoras

en la documentación geométrica del  
*Patrimonio Arquitectónico y*  
*Arqueológico*

TESIS DOCTORAL

**Autor:** *José Antonio Barrera Vera*

**Directores:** *Carlos Cobos Gutiérrez y Rafael Lucas Ruiz*  
Departamento de Ingeniería Gráfica. Universidad de Sevilla  
Octubre 2006

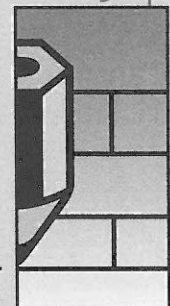
## Palabras clave

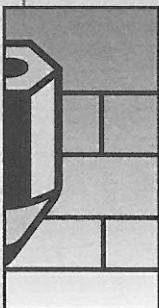
Expresión gráfica arquitectónica, levantamientos arquitectónicos, levantamientos arqueológicos, fotogrametría, láser escáner, modelado digital, representación 3D, geometría tridimensional, digitalización, ortofoto, restitución, metrología dimensional, patrimonio cultural, CADr, técnicas de adquisición, realidad virtual.

## Resumen

**I**nmersos en la sociedad de la información se produce a una “vulgarización arqueológica” que afecta a los ámbitos más diversos. La televisión, el cine y los vídeo-juegos emplean representaciones tridimensionales del patrimonio con objeto de situar en ellos las aventuras. En muchos casos se trata de “imágenes falsas” que se han creado sin bases fiables. Desde ese punto de vista, la realidad virtual puede suponer un “peligro” de falseamiento de la propia realidad y en cierto modo puede perjudicar las posibilidades de representación técnica de las nuevas tecnologías. En este sentido, establecer protocolos de actuación que garanticen la fidelidad e integridad de los datos reales es una responsabilidad de los investigadores de nuestra área de conocimiento.

115





Por otra parte, todas las aportaciones que contribuyan a la documentación del patrimonio, hacen que se despierte en los ciudadanos un mayor deseo de conocer el patrimonio mundial y de protegerlo. El potencial que suponen las imágenes virtuales para la arqueología y la arquitectura histórica es enorme.

En este contexto la tesis aborda el tema de los levantamientos arquitectónicos, centrándose en los aspectos geométrico-dimensionales de la documentación del patrimonio histórico.

El objetivo marcado es la aplicación de tecnologías innovadoras en el proceso. Para ello, se desarrolla una actividad investigadora sobre las técnicas empleadas a nivel internacional, trascendiendo el ámbito de actuación propio, para hacer incursiones en el terreno de la metrología visual dimensional, y aportando un catálogo de los recursos y productos más innovadores. Fruto de ello, y de las experiencias llevadas a cabo, se propone una metodología para la realización de los levantamientos y se aportan soluciones técnicas originales de distinta índole.

Se desarrolla en tres partes organizadas en trece capítulos:

## Primera parte

### La documentación geométrica del patrimonio. Estado de la cuestión

Comprende los seis primeros capítulos de introducción, objetivos, estado de la cuestión, metodología y estudios previos sobre la documentación geométrica del patrimonio. Se realiza un recorrido por los antecedentes hasta la actualidad centrándose especialmente en los medios de adquisición y la representación de los levantamientos.

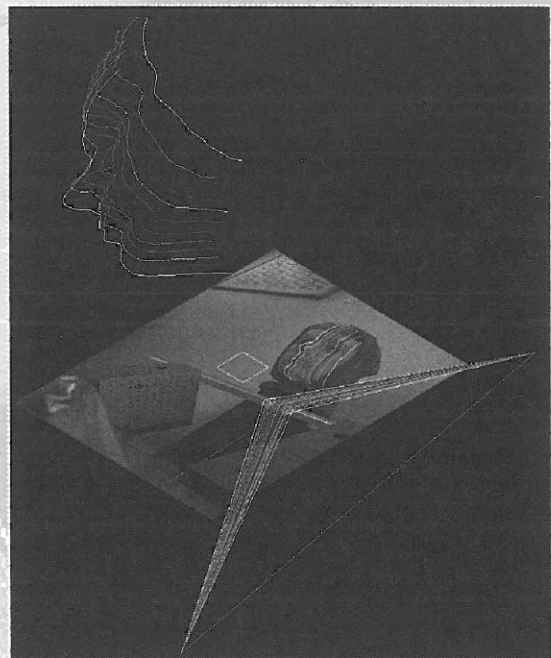
## Segunda parte

### Aportaciones y propuestas

Organizada en seis capítulos, es el núcleo central de la tesis donde se plantean soluciones innovadoras y originales a los problemas planteados en la parte primera. Tras un análisis de las tecnologías más vanguardistas existentes en el mercado, tanto en hardware, soft-

ware como en productos gráficos se propone una novedosa metodología. Entre las aportaciones destacamos:

- En el ámbito de las construcciones gráficas, concretamente en relación a los métodos gráficos de restitución perspectiva, cabe destacar la propuesta de una metodología original e inédita para la restitución gráfica de una figura plana que simplifica considerablemente los trazados tradicionales.
- En el ámbito de la tecnología se propone un sistema para los levantamientos, incluyendo el diseño de un prototipo integrado por instrumental de bajo coste y software libre para la adquisición de datos combinando fotogrametría y emisión de líneas láser sobre las superficies a documentar. Asimismo se propone y describe un protocolo a seguir para la puesta en práctica de los métodos desarrollados.

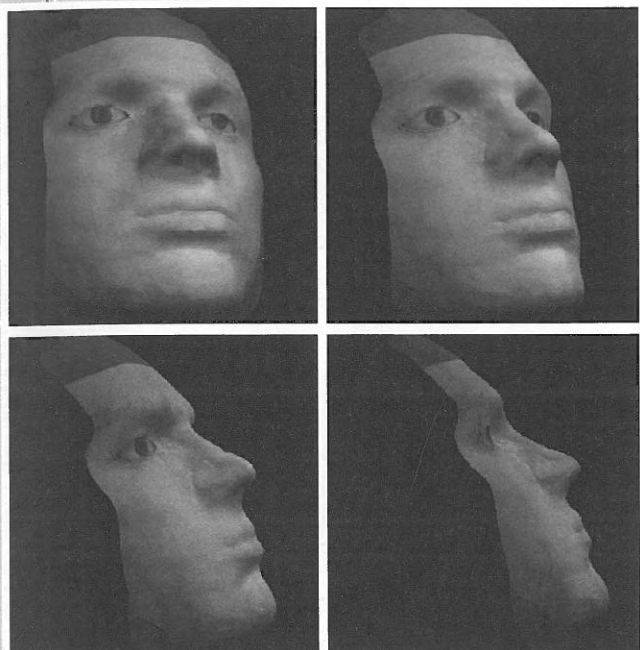


Digitalización tridimensional del objeto mediante AutoCAD y RestiLaser.

Fuente: fotografía original. Elaboración propia.

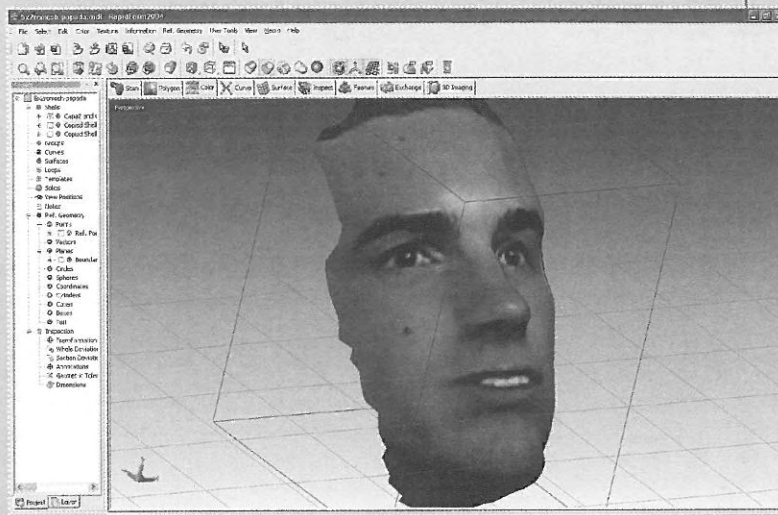
- En el ámbito de la informática gráfica se aporta un desarrollo de software propio. Por una parte un plug-in para AutoCAD que permite la restitución automatizada de las líneas láser y un programa independiente para gestión de nubes de puntos y creación de mapas de profundidad.

Los casos prácticos de estudio se exponen en un capítulo específico, mostrando los productos gráficos de las experiencias llevadas a cabo, para en el siguiente capítulo exponer las conclusiones.



Instantáneas de una animación virtual del modelo resultante mediante triangulación 3D del modelo alámbrico obtenido.

Fuente: elaboración propia

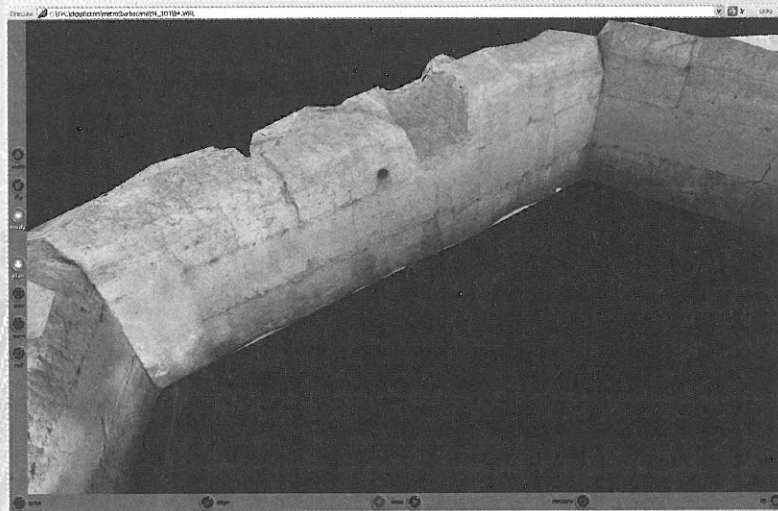


Modelado de rostro humano y aplicación de texturas.  
Fuente: elaboración propia.

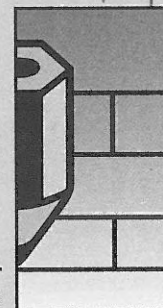
### Tercera parte Documentación complementaria

Dada la abundancia de tecnicismos y acrónimos propia de un texto sobre tecnologías de vanguardia, en esta última parte, además de la bibliografía, se incluye un glosario donde se definen los términos que pueden considerarse como neologismos surgidos o relacionados con el argot de las nuevas tecnologías aplicadas a los levantamientos así como vocablos que adquieren un significado específico que modifica o matiza su significado habitual.

En este apartado se inserta un CD con los programas, los resultados de los ensayos y las aplicaciones de la metodología propuesta a casos reales de documentación del patrimonio arquitectónico y arqueológico. Se incluyen además las presentaciones multimedia que complementan la documentación de los casos prácticos y otras informaciones relativas a las propuestas aportadas.



Visualización interactiva en Web de un fragmento de muralla.  
Elaboración propia.



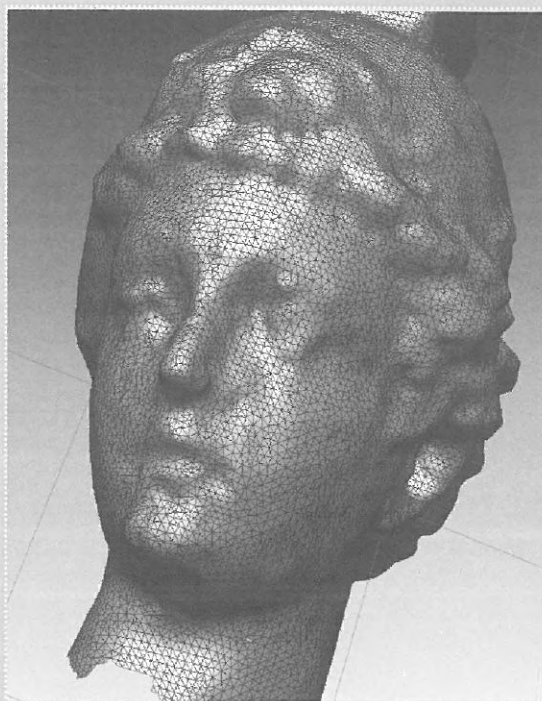
# Conclusión

Como conclusiones podemos valorar las siguientes aportaciones fundamentales de esta investigación:

Se aporta un catálogo de recursos, con una clasificación y evaluación inéditas, en aras de una potenciación del empleo de medios innovadores en la documentación geométrica del patrimonio.

La implantación de la metodología experimentada es perfectamente factible y aporta soluciones innovadoras respecto de las prácticas actuales, en el ámbito de la arquitectura y la arqueología. Con su empleo se obtienen productos cuyos atributos técnicos sólo se podrían alcanzar con instrumental especializado y de elevado coste. Se constituye, por tanto, en una alternativa a los medios tradicionales por la mejora en los plazos de ejecución, calidad y cualidad de los productos obtenidos.

Con la investigación llevada a cabo se abren nuevas líneas de investigación en el área gráfica relacionadas con la temática de los levantamientos y sus productos gráficos. Especialmente dirigida a la adaptación del software y hardware existente en otros campos a las tareas de levantamiento arquitectónico y arqueológico.



Cabeza del Giraldo triangulada con algoritmo de triangulación 3D  
Fuente: elaboración propia.

La tesis aborda el tema de los levantamientos arquitectónicos, centrándose en los aspectos *geométrico-dimensionales* de la documentación del patrimonio histórico.

