

PHOTOMODELER, NUEVA HERRAMIENTA EN LEVANTAMIENTO ARQUITECTÓNICO

Jose Luis Valeiras Jaén. Universidad de Sevilla

RESUMEN

Con el objetivo de poner todo nuestro esfuerzo en desarrollar parte del futuro mediante la incorporación de nuevas tecnologías en nuestro entorno y creación de líneas de investigación, se pretende demostrar lo positivo que puede llegar a ser las herramientas virtuales como medio de información en una red de trabajo, aportando beneficios para la sociedad donde Photomodeler es una las más vanguardistas en el mundo de la arquitectura mediante la fotogrametría.

Palabras claves: nuevas tecnologías, Photomodeler, fotogrametría, arquitectura

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la información y comunicación son piezas fundamentales en el desarrollo de la sociedad que tiene como objetivo mejorar cualquier ámbito de nuestra vida tanto profesional como particular.

“Las tecnologías de la información y la comunicación no son ninguna panacea ni fórmula mágica, pero pueden mejorar la vida de todos los habitantes del planeta. Se disponen de herramientas para llegar a los Objetivos de Desarrollo del Milenio (...) y de los medios necesarios para propagar los conocimientos y facilitar la comprensión mutua” Kofi Annan

Como resultado de ello no podemos obviar la velocidad de desarrollo y expansión de las herramientas pertenecientes a las llamadas nuevas tecnologías que abarcan campos cada vez más diversos creando una simbiosis perfecta en la que la información es la vía y la comunicación el objetivo.



La aparición de instrumentos y nuevos métodos de trabajo que antes no existían o no se usaban en algunos campos de trabajo hacen mejorar considerablemente el resultado de proyectos de diversa índole. La arquitectura es uno de ellos en la que la informatización de los procesos y cooperación entre diversos técnicos empieza a ser muy común, necesitando enlaces para su elaboración. Aquí es donde entra Photomodeler. Llegado de otros ámbitos como la reconstrucción pericial forense o ingeniería.

Aunque en su mayoría, la adaptación del sector al mundo virtual va siendo considerable, existen reticencias sobre el uso de estas herramientas ya sea por mero desconocimiento y por lo tanto desconfianza o por la dificultad que origina la implantación de estos métodos de trabajo en elaboración de documentos y proyectos técnicos. Es por ello que con este artículo se pretende elevar un poco más el grado de divulgación científica apostando por las nuevas tecnologías en pro del desarrollo y calidad del producto acercando a los técnicos las ventajas que se presentan a través de estas vías de la información.

Photomodeler nace de la empresa EOS Systems Inc dedicada al desarrollo de software tridimensional y mediciones espaciales con escasa antigüedad en relación con sus competidores. De procedencia canadiense, la compañía cuenta con credenciales de peso como para ser tomada en cuenta que van desde recomendaciones de distintas revistas especializadas en el sector hasta contribución en proyectos espaciales de la NASA siendo elegida por su nivel de precisión y capacidad de análisis de imágenes y videos.

La idea que originó el Photomodeler fue la de crear un sistema de construcción de maquetas virtuales de forma rápida y a bajo coste to-



el único utensilio es la propia cámara fotográfica y la computadora sin necesidad de alterar el objeto con posibilidad de ser dañado. El tiempo empleado en el trabajo de campo es muy bajo debido a que solo se necesitará realizar las fotografías que creamos oportunas mientras que la mayor parte del trabajo correrá a cargo del programa y de su manejo gestionando las fotografías y obteniendo de forma rápida los resultados deseados.

Lo que conseguimos del programa es algo tan fundamental como son las medidas del objeto traídas a verdadera magnitud, situándolas en el espacio con errores milimétricos

creando superficies a partir de fotografías restituídas. Esto hace que la precisión y la exactitud sean objetivos primordiales en nuestro trabajo.

En el patrimonio histórico-cultural, se empieza a tener una dependencia a las nuevas tecnologías cada vez mayor debido al valor del material con el que se trabaja siendo muy alto y haciendo necesaria la conservación de su estado original. Por ello cada vez se hace más cotidiano el empleo de herramientas y métodos de reproducción, como los escáneres láser, que generan nubes de puntos mediante un barrido con rayos infrarrojos que detecta la ubicación de los puntos en el espacio donde en un sis-



mando como materia prima la fotografía trabajando mediante la fotogrametría y restitución fotográfica. Esto junto con su versatilidad hizo que se extendiera su empleo en diversos campos de trabajo como la ingeniería, arquitectura, topografía, arqueología, cine y animación o ámbito forense.

APLICACIÓN EN LA ARQUITECTURA

Existen tecnologías implantadas en la creación de proyectos arquitectónicos tan cotidianas como software de diseño asistido por ordenador, programas de cálculo, programación y gestión, ofimática o mediciones y gestión de datos que nos sería impensable no utilizarlos, al menos algunos de ellos, casi en el noventa y nueve por ciento de los trabajos ya que asimilamos el empleo de estas herramientas como mejora inmediata para aumentar la calidad de nuestro producto. ¿Qué es lo que hace que seamos tan dependientes de estas tecnologías como para aplicarlo en nuestro trabajo e incluso en nuestra forma de trabajar? Sin duda alguna su ahorro de tiempo, aumento de calidad y cantidad de información obtenida que se traduce en un aumento de beneficios y disminución de costes.

El ingeniero debe ser capa de visualizar su entorno de trabajo como

un flujo de información modificada por cada destinatario, transformándola y traduciéndola sucesivas veces hasta construir el proyecto en su conjunto trabajando de manera individualizada sin desvincularse del marco común al que pertenece.

El uso del Photomodeler en la arquitectura lo hace singular ya que surgen cada vez nuevas aplicaciones que mejoran los resultados del proyecto como por ejemplo en el patrimonio cultural, sector en el que el proceso de actuación y elaboración de documentos técnicos está levemente más desarrollado respecto de otros campos.

Esto quiere decir que la información que se obtiene mediante Photomodeler nos servirá no solo a nosotros como técnicos de la arquitectura, sino a otros profesionales de sectores como la arqueología o restauración que dependen de nuestro criterio y trabajo para el suyo propio. Aquí es donde la información cobra mayor valor en el proceso donde dicho software se hace casi imprescindible.

Utilizar el programa como herramienta de medición y creación del modelo virtual genera una situación de trabajo favorable ya que

tema esférico de coordenadas, siendo el escáner el origen, asocia a cada uno de ellos unas coordenadas y distancia.

Estos sistemas requieren costosos equipos de trabajo junto con software de gestión y personal cualificado quedándose reducido su uso a proyectos de mayor envergadura.

Por otro lado la opción de obtener los datos de modo manual mediante medición por cinta métrica u otros utensilios de cada uno de los elementos del objeto para posteriormente crear sus respectivas planimetrías carece de fundamento por el elevado empleo de tiempo y falta de precisión.

En el caso de edificios, se genera una oportunidad de crear de manera rápida, precisa y económica un modelo virtual de este sin necesidad de mediciones de sus elementos más que la dimensión de alguna de sus aristas sin emplear equipos especializados.

En los casos expuestos en el artículo se muestra como mediante la restitución de las fotografías podemos obtener no solo la planimetría de sus caras y plantas, sino una volumetría del objeto perfectamente dimensionado en el espacio al que podemos geoestacionar dándole coordenadas reales a un número de puntos siendo automático el resto. Si a esto añadimos que las superficies creadas son texturizadas en verdadera magnitud, definidas por el software o de manera manual asignando las imágenes a sus correspondientes superficies, obtenemos un modelo foto realista en el que es posible analizarlo patológicamente por medio de la rehabilitación y restauración abriendo una nueva ventana de actuación.

De modo que no solo nos aseguramos un modelo virtual exacto en caso de almacenamiento de datos para futuros estudios, sino que también nos encontramos con una herramienta capaz de medir imperfecciones en su

entorno como por ejemplo el desplome de una fachada, la desviación sufrida por el edificio causado por posibles asentamientos diferenciales o sencillamente desperfectos en su revestimiento.

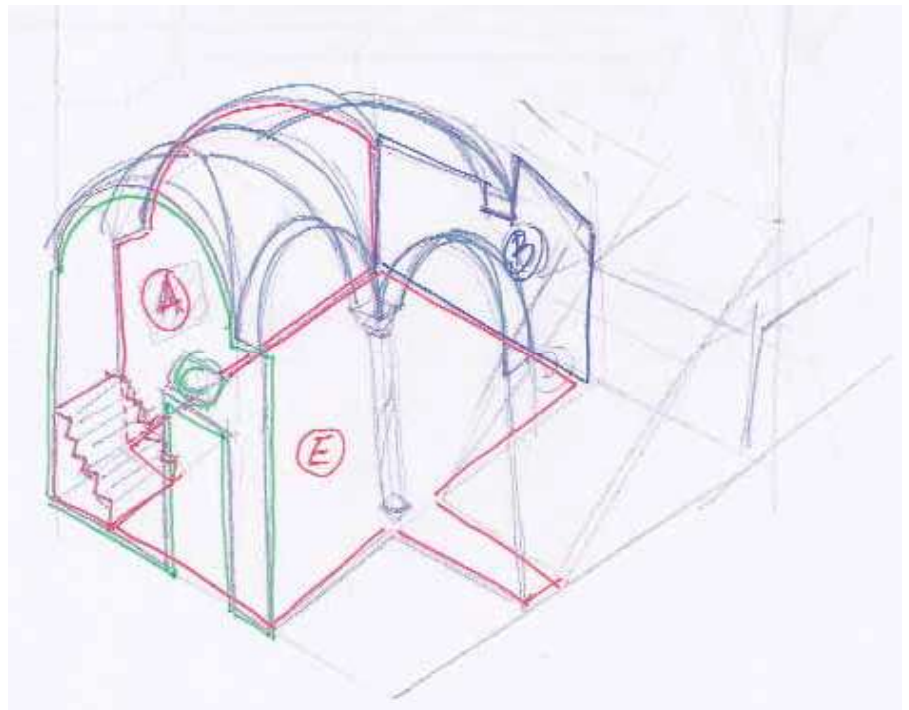
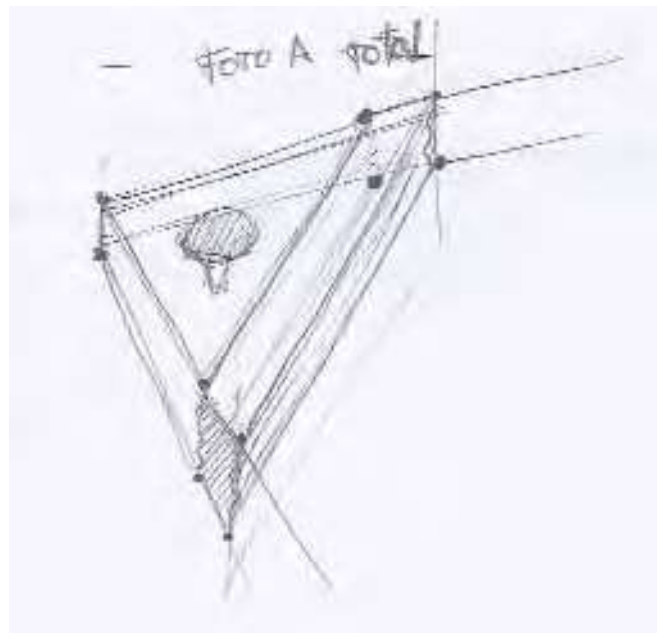
Como caso práctico y más común, el levantamiento de fachadas (Fig.1) (Fig.2) presenta el medio perfecto para desarrollar dicha cualidad por definirse como una superficie sobre plano con bajos relieves donde se encuentran elementos repetidos de geometrías simples como cantería o ladrillos con los que se crean balcones, cornisas y demás elementos posibles de definir mediante un número limitado de puntos (Fig.3). Añadir también diversas posibilidades válidas del método en ámbitos como la estereotomía, donde da soporte técnico en el despiece de cantería o realización de elementos constructivos internos del edificio como por ejemplo bóvedas, cajas de escalera o arcos (Fig.4) (Fig.5.1) (Fig. 5.2).

Por su gran rapidez y precisión hace que se convierta en herramienta indispensable en obtención de planimetrías y levantamientos arquitectónicos, no obstante, existen restricciones que impiden el completo uso del sistema en casos de irregularidades en las formas, complejidad geométrica o elementos de gran relieve de carácter escultórico.

Aun pareciendo todo este sistema de representación automática como algo vanguardista sin apoyo del papel, la disciplina del boceto y croquis está presente en todo proceso formando un eslabón necesario que resulta indispensable para la comprensión y esquema mental presente en todos los proyectos

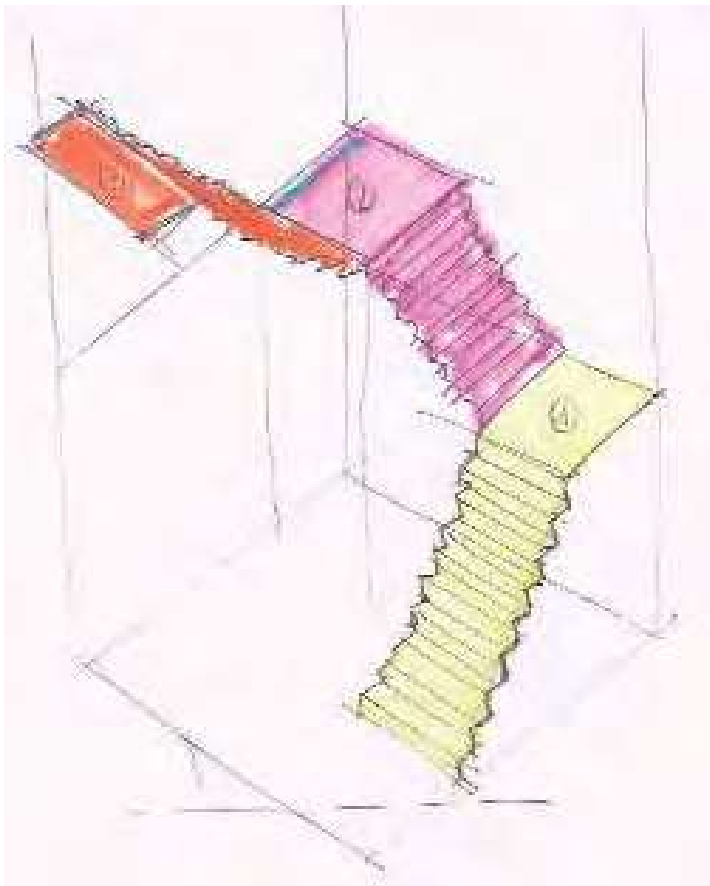
MODO DE TRABAJO

Photomodeler es un programa que trabaja mediante fotogrametría y esto significa que determina las propieda-



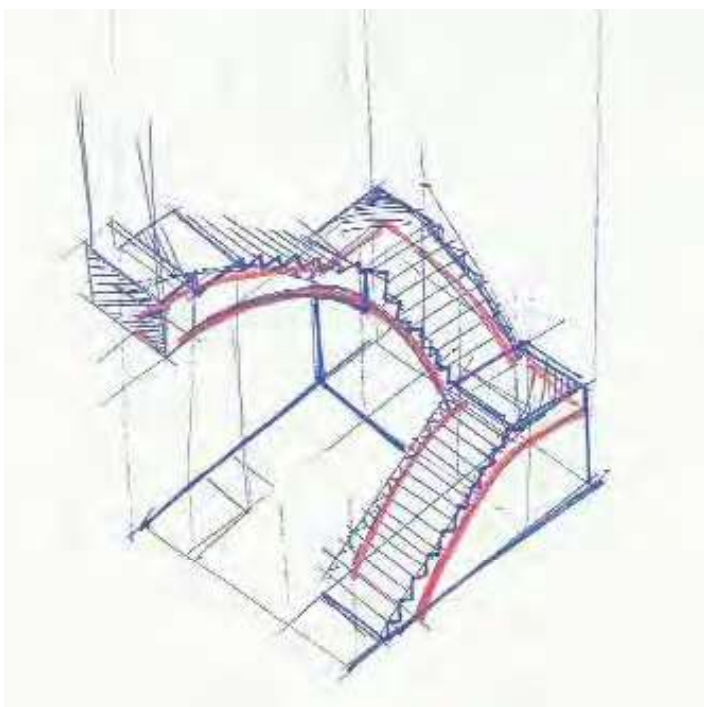
des geométricas de los objetos y situaciones espaciales mediante imágenes fotográficas, lo cual quiere decir que es capaz de determinar la ubicación espacial de un punto reflejado en distintas fotos tomadas desde ángulos diferentes. Estos ángulos deben de ser lo más rectos posibles, es decir dis-

tanciarse lo mínimo de los 90° que deben de formar, lo cual no impide trabajar con ángulos superiores o inferiores. El origen de ello está en que un punto en el espacio está determinado por dos rectas cortantes entre si y cuanto más perpendiculares se corten mejor definido estará el punto.



Estos puntos pertenecientes al objeto tendremos que marcarlos nosotros en las diferentes fotografías hasta conseguir el modelo virtual uniendo los vértices mediante aristas a nuestro criterio por lo que aquí se plantea una de las primeras y más importantes cuestiones antes de realizar cualquier proyecto mediante Photomodeler, siendo el grado de definición del objeto que queremos reproducir.

Esto plantea que la utilidad del software en distintos proyectos sea dudosa a la hora de escogerlo como método, estimando si la calidad del resultado o el objetivo deseado merezca la relación tiempo/trabajo que emplea Photomodeler. El pleno conocimiento del programa en cuanto a limitaciones y extensiones que tiene es muy importante antes de embarcarse en cualquier proyecto se del ámbito que sea. Una vez hechos los criterios oportunos, como se puede ver en el diagrama de trabajo, para ejecutar un modelado fotográfico perfecto, seguir los pasos mencionados es muy importante dividiéndose en tres fases, trabajo previo, trabajo de campo y trabajo de gabinete. En el trabajo previo debemos de pensar como cualquier obra en la que vayamos a intervenir tomando los parámetros fotográficos como base de nuestra planificación, así pues viene muy bien la creación de bocetos orientativos (Fig.6) (Fig.7) (Fig.8) (Fig.9) de las diferentes zonas que creamos conflictivas o que debamos de separar a modo de subproyectos. En caso de elementos o edificios de gran envergadura, sería aconsejable separar en tantos proyectos como sean necesario debido al procesamiento de datos requerido para ello.



Tras la planificación previa, se realizará las fotografías considerando tres aspectos, la iluminación, el ángulo entre fotografías y la nitidez de estas manteniendo una iluminación homogénea del elemento en toda ellas realizando la toma de imágenes casi en la misma franja horaria, respetando el ángulo requerido por el programa para una fácil orientación y calibrando la cámara en los parámetros oportunos para captación máxima de detalles en todas ellas.

Como resultado del procedimiento descrito tras la calibración de la cámara, orientación de las imágenes, marcación de los puntos definitorios y creación de superficies, podremos ordenar la creación automática de ortofotos de las distintas caras en verdadera magnitud donde se podrá realizar mediciones posteriores. De ellas se sacaran los planos delineados con total precisión sin necesidad de medir en la realidad.

Una vez acabada la volumetría, Photomodeler cuenta con herramientas de medición sobre el propio modelo tanto de carácter lineal como cálculo de superficies, dando sus coordenadas en XYZ mostrando posibles desviaciones o errores. Si a todo ello se le suma la opción de referenciar los puntos mediante estación total para una mayor calidad de resultados, podremos obtener su ubicación respecto de puntos topográficos conocidos. Esto abre un nuevo campo de actuación por parte de la topografía en la que se involucra distintos técnicos a la hora de ejecutar un solo proyecto en torno a un edificio.

También cuenta con un amplio repertorio de formatos a exportar tanto las ortofotos como el modelo tridimensional citando algunos de ellos: DXF, 3D studio, VRML, Google Earth, Rhino, etc. Aunque su uso está más enfocado al envolvente del edificio, también es usado para la realización de interiores como patios o cajas de escalera estando limitado en algunas de sus herramientas o en proyectos de topografía y replanteo haciendo uso de creación de superficies mostrando cotas de nivel de forma automática.

Aunque la creación de dichos cuerpos nos parezca lento en caso de ser complejos o de gran envergadura, siempre será más rápido y preciso tomar vías de este nivel frente a otras más tradicionales en las que dependemos de nuestra destreza en la medición o herramientas menos precisas ya que el grado de exactitud será mayor, acercándose a la realidad aún más. Asimismo, descrito anteriormente, conjugar otros métodos de medición compatibles con el nuestro, como es la topografía o sistemas de información geográfica (SIG) aumenta en mayor rango la fiabilidad del producto. El resumen del procedimiento seguido lo podemos ver en el esquema (Fig.10)



OTRAS HERRAMIENTAS

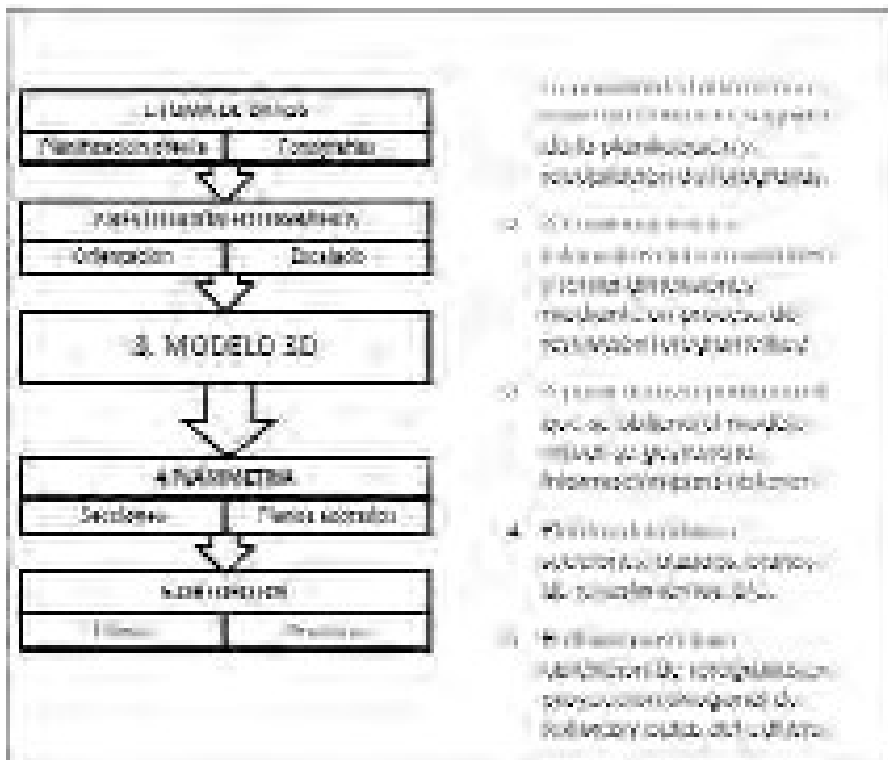
De forma paralela al método de elaboración descrito anteriormente, existe la posibilidad de crear elementos irregulares de forma precisa sin recurrir a otros software. La capacidad de Photomodeler de crear mediante fotografías un sólido no tiene que verse reducido a formas geométricas simples perdiendo relieve de su contorno por exceso de detallismo.

Posteriormente a la primera versión publicada por la empresa EOS Systems, se ha ido actualizando y mejorando las cualidades del programa dando soluciones a los distintos problemas e investigando sobre mejoras de este hasta llegar a plantearnos la posibilidad de crear nubes de puntos de cualquier sólido mediante las mismas fotografías empleadas en el sistema anterior. Esto hace aún más interesante el trabajo a realizar con Photomodeler ya que la única barrera que impedía el uso de este sistema en cualquier proyecto era el nivel de profundidad en la obtención de detalles de relieve minucioso imposible de definir mediante cuerpos simples.

Llegado a este punto, se nos plantea dos variantes de trabajo con una sola herramienta. Por un lado la elección de realizar proyectos de manera rápida y exacta de cualquier edificio o monumento para obtención de planos, fotos restituídas o volúmenes fotorealistas, y por el otro la creación de proyectos complejos mediante nubes de puntos creadas por pares de fotografías.

Esta herramienta llamada Photomodeler Scanner parte de la misma base del sistema anterior cambiando los criterios de captación de imágenes de tres a dos fotos por nube, esto quiere decir que podemos crear objetos mediante pares de fotografías con una media de 100.000 puntos por par (Fig. 11) (Fig. 12). De modo que construimos el sólido que sea por medio de nubes de puntos desde varios ángulos diferentes solapándolas mediante orientación de las imágenes.

El funcionamiento es algo complejo aunque de manera escueta podemos describir su desarrollo empezando por un breve estudio del



objeto, prestando atención a las zonas en sombra, posibles elementos que dificulten el trabajo e iluminación de este. Tras tomar las precisas consideraciones, no nos bastará con tomar las fotografías sin antes añadir dianas que mejoren y faciliten la orientación de las imágenes. Esto se debe a que dicho proceso requiere aún mayor exactitud de orientación y medida que el anterior para conseguir un mínimo de resultado aceptable proceso por el que se requiere más aún tiempo de cálculo y trabajo de gabinete.

Tras la orientación de las fotografías, podemos marcar de manera simple en las imágenes el área de representación que queremos obtener en el espacio seleccionando bajo nuestra valoración criterios de representación que nos ofrece el programa tales como maya de alambre, triangularización de los puntos o creación de superficie continua.

Encontrar un programa con similares características en el mercado resulta difícil por no decir imposible, ya que no hay muchos que trabajen el proceso de modelado virtual de manera absoluta sin embargo, existen otros muchos destinados a fases como gestión de nube de puntos mediante dispositivos periféricos como escáneres láser, optimización de los modelos o creación de mallas y texturas. Con el sistema de escaneado en resumen, conseguimos casi al ochenta por ciento el mismo resultado con una cámara fotográfica que un escáner láser, no en el mismo tiempo pero si a mucho menor coste.

Por otro lado podemos mejorar los resultados del programa de manera significativa haciendo usos de software compatibles con los datos obtenidos a modo de mejora del producto añadiendo calidad a este como por ejemplo homogeneidad en las nubes de puntos, eliminando puntos residuales no pertenecientes al objeto de

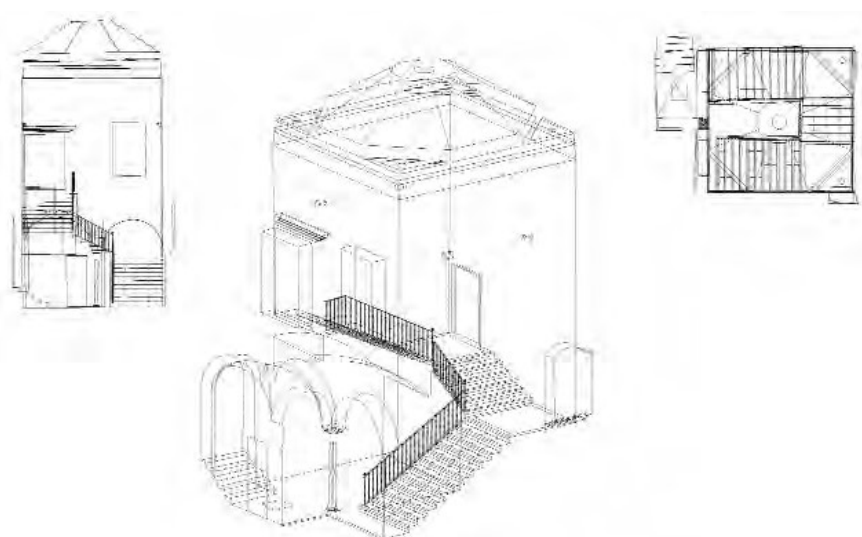
forma automática o cerrando zonas que el Photodeler no ha podido reproducir ajustándose a la volumetría del sólido.

Esto implica mayor consumo de tiempo en la realización del proyecto aunque se transforme en un uso generalizado en la herramienta del programa.

Como novedad en el último año, Photodeler ha desarrollado una nueva tecnología que facilita aún más la creación de modelos tridimensionales de modo cómodo y rápido. Se trata de la herramienta "SmartMatch" que traducido sería "Identificación Inteligente" en la que el propio programa orienta y relaciona las imágenes entre si identificando puntos del objeto de manera automática sin necesidad de nuestra intervención, el cual obtiene una malla de puntos completa.

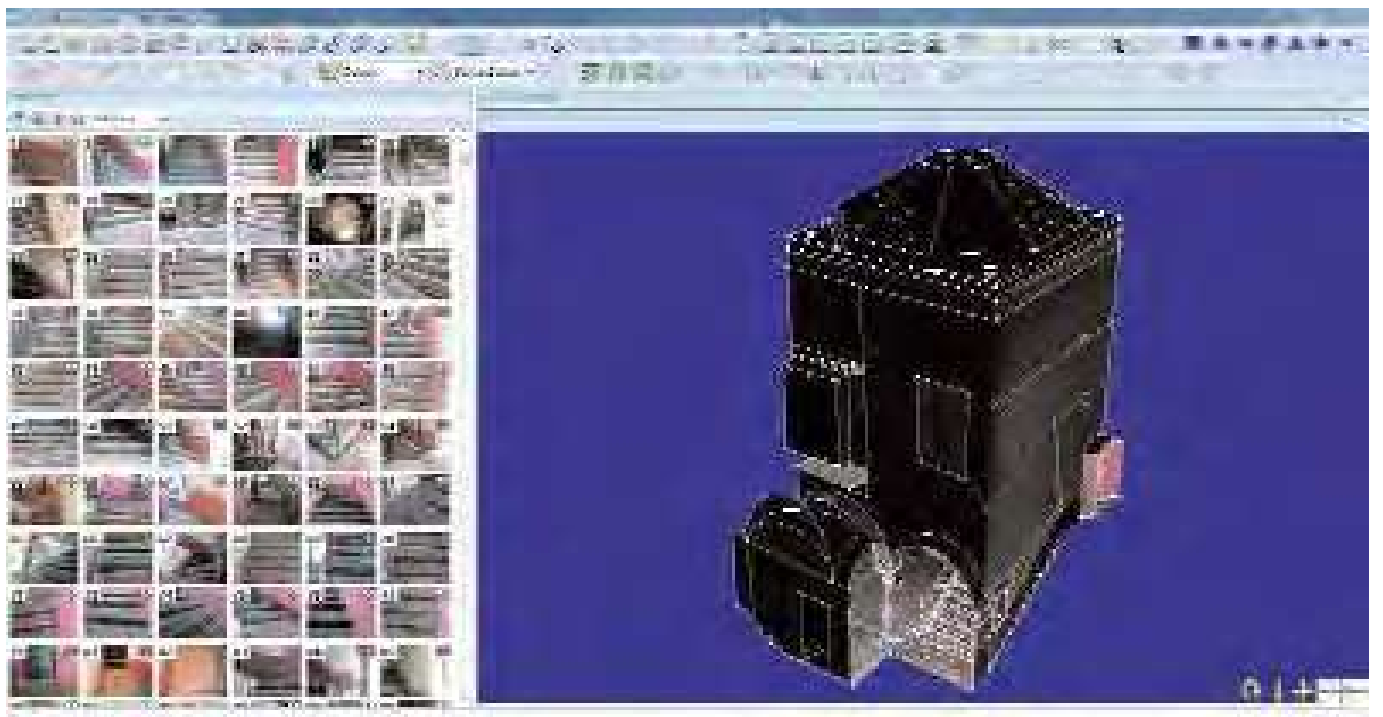
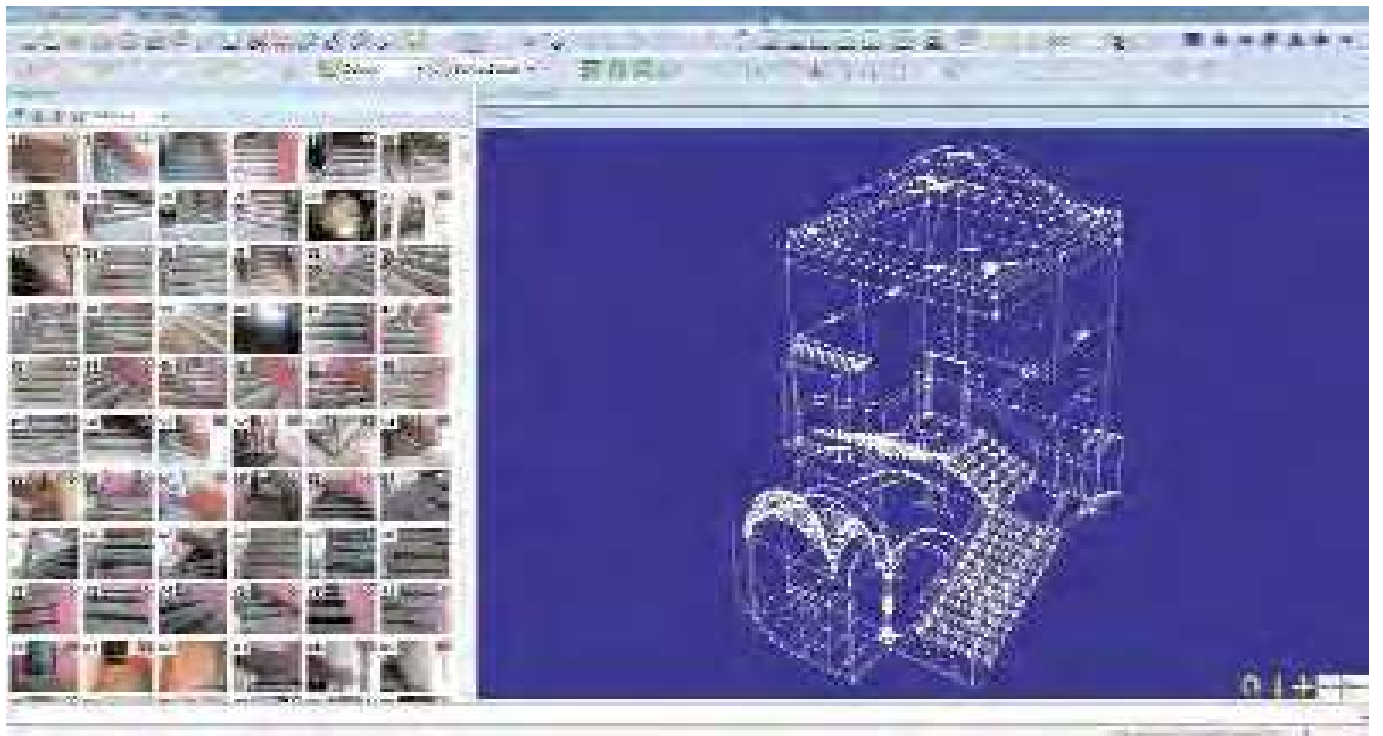
De manera inmediata podemos crear modelos virtuales a través de fotografías sin necesidad de puntos definitorios o dianas para orientarse entre si. Lo que hace manejable el programa para la mayoría de los técnicos es el trabajo por medio de fotografías que gracias a una simple cámara digital de uso cotidiano se hace posible, estando orientado su uso a motivos escultóricos y elementos deteriorados o difíciles de levantar mediante el anterior método mencionado debido a sinuosas formas geométricas complejas de trazar para finalmente crear una superficie homogénea. La arqueología, o restauración son los campos por referencia donde cobra más importancia la captación fiel a la realidad del mayor detalle posible al tratarse de nubes de puntos como se explica con anterioridad, funcionando muy adecuadamente en elementos de pequeñas y medias dimensiones.

La creación de todo objeto tridimensional por medio de software específico necesita un tratamiento final



por medio de otros programas complementarios con los que se elabora el producto enfocado al objetivo del proyecto, de modo que para una correcta elaboración desde origen hasta el destinatario debemos recurrir a ellos. Al-

guno de estos programas podría ser *Adobe Acrobat*, para creación de archivos PDF de diferente procedencia (CAD, VRML, PLY, PMR,...) o *Cortona3d* a modo de visualizador de archivos de VRML de manera *on-line*.



CONCLUSIONES

Las ventajas que presenta son muchas y notablemente destacadas como el ahorro de costes en materiales, disminución en los tiempos de trabajo, método sin contacto con el objeto, se adapta a los espacios y condiciones, llegando a lugares inaccesibles, precisión de los resultados al tratarse de software métrico ante todo y amplia capacidad de uso en toda la fase de modelaje.

Considerando otros métodos de similares características implantados en diversas áreas de la ingeniería, el aquí desarrollado es indicado como estudio comparativo a modo de investigación con el fin de concretar y plantear un uso más definido a sus potenciales no solo vinculado a la arquitectura para crear, mejorar y desarrollar más aún el levantamiento tridimensional, considerando la versatilidad del producto frente a elementos de diversas escalas independientes desde edificios y monumentos hasta pequeños objetos.

No es casual encontrarse nuevas tecnologías que contengan la capacidad de conciliar herramientas de distintas índoles en un mismo paquete como es Photomodeler Scanner, ahorrando costes y sustrayendo información de un material tan común como la fotografía digital ensanchando la estrecha unión de campos de trabajo dispares con un mismo objetivo común.

BIBLIOGRAFIA

CUELI LÓPEZ, Jorge Tomás, *Fotogrametría práctica: tutorial Photomodeler*. Santander : Tantin, 2011

E. ALBY, E. SMIGIEL, P.ASSALI, P.GRUSSENMEYER, I.KAUFFMANN-SMIGIEL. Low cost solutions for dense point clouds of small objects: Photomodeler Scanner vs. David laserscanner. 22nd CIPA Symposium, October 11-15, 2009, Kyoto, Japan.



CH. IOANNIDIS, C. KATOPODI. Comparison test of methods and techniques for the geometric recording of byzantine church. Laboratory of Photogrammetry, National Technical University of Athens, Greece. CIPA 2005 XX International Symposium, 26 September – 01 October, 2005, Torino, Italy.

ALONSO RODRÍGUEZ, MIGUEL ÁNGEL; CALVO LÓPEZ, JOSÉ. 2010. "Sobre el levantamiento arquitectónico mediante fotogrametría multiimagen". In *XIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica*: Universidad Politécnica de Valencia, p. 35-40. ISBN 978-84-8363-549-0.

NATIVIDAD VIVÓ, PAU; CALVO LÓPEZ, JOSÉ. 2010. "Levantamiento

arquitectónico mediante fotogrametría multiimagen aplicada a las torres de Cuart". *Jornadas de investigación de la UPCT*, nº 3, p. 9-11. ISBN 1888-8356.

NATIVIDAD VIVÓ, PAU; CALVO LÓPEZ, JOSÉ. 2010. "Levantamiento arquitectónico e hipótesis sobre la estereotomía de la bóveda aristada de las torres de Cuart en Valencia". In *X Congreso Internacional de Expresión Gráfica Aplicada a la Edificación*. Alicante, vol. 1, p. 431-440. ISBN 978-84-268-1528-6.