

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



ACADEMIA JOURNALS



**Tabasco
2015**



Secretaría de Educación Pública
Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico de Villahermosa
Academia Journals.com

Libro electrónico
ISBN 978-1-939982-07-0

Aplicación del saber: Casos y experiencias

La técnica de nube de puntos y su utilización en el registro del patrimonio urbano arquitectónico

M en C. Carlos Alberto Torres Montes de Oca.¹ Dr. Alejandro Jiménez Vaca²

Resumen—El registro de patrimonio urbano arquitectónico es uno de los primeros pasos en la cadena de la conservación, el presente trabajo muestra el funcionamiento y resultados del equipo conocido como escáner 3D, una de las herramientas más completas y adecuadas para la digitalización de modelos de objetos tridimensionales, el cual utiliza la técnica conocida como nube de puntos, de la misma forma en el desarrollo del proyecto se mencionan los primeros edificios objetivos, vinculados con instituciones culturales y de conservación patrimonial en México. Para el fortalecimiento del área de conservación del patrimonio urbano arquitectónico en la ESIA Tecamachalco del IPN, se crea un laboratorio que se apoya en técnicas avanzadas de registro y estudio del objeto patrimonial, el laboratorio mencionado está en proceso de puesta en marcha con equipo de estas características, buscando la vinculación con instituciones del país mediante su difusión en los foros adecuados.

Palabras clave: patrimonio urbano arquitectónico, escáner 3D, cámara termográfica

USO Y APLICACIONES DE LAS CÁMARAS TERMOGRÁFICAS Y LAS NUBES DE PUNTOS

Dado que la documentación del patrimonio cultural no sólo consiste en recolectar datos para posteriormente registrarlos, también habrá que procesarlos con el fin de representar la forma, volumen, dimensiones de los elementos, sistemas constructivos, estratigrafías, y todo aquello que documente un instante de vida del mismo. Por lo que cada vez se demanda mayor rapidez y precisión para dicha documentación. Por tal motivo, se ha recurrido a herramientas tecnológicas de vanguardia tal como los equipos de levantamiento en 3D y la nube de puntos digital. Cabe mencionar que las cámaras termográficas sirven para complementar datos que se consideran fundamentales en los levantamientos, ya que es posible superponer los datos térmicos con la geometría en 3D.

ALGUNAS APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA 3D Y CÁMARAS TERMOGRÁFICAS EN LA LECTURA DE DATOS

Existen muchos trabajos en los que se ha empleado este tipo de tecnología, por ejemplo; Mañana P., Rodríguez A., Blanco R. (2008) mencionan algunos tales como: Laboratorio de Patrimonio (en adelante LaPa) del Instituto de Estudios Galegos Padre Sarmiento (CSIC) en los que se utilizó como instrumento de medición un Láser Escáner 3D modelo HDS3000 de Leica. Asimismo, presentan la imagen de una nube de puntos 3D del edificio de San Fiz de Solovio, Santiago de Compostela (ver figura 1).

¹ El Maestro Torres Montes de Oca, es profesor-investigador en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Tecamachalco, del Instituto Politécnico Nacional. ktcate2@hotmail.com

² El Doctor Jiménez Vaca es profesor-investigador en la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, de la Escuela de la Superior de Ingeniería y Arquitectura, Tecamachalco, del Instituto Politécnico Nacional. ajime9@hotmail.com



Fig. 1. Vista de una nube de puntos 3D del edificio de San Fiz de Solovio (Santiago de Compostela). La vista conjunta de todos los puntos transmite visualmente una imagen modelizada del edificio en 3D, aunque se compone únicamente de millones de puntos singulares.

Cabe mencionar que al método de medición no-invasivo que permite obtener información rápida, detallada y precisa de una superficie o volumen por medio de una herramienta basada en la tecnología de escáner con láser, un instrumento de registro que también es denominado como Láser Escáner Terrestre (*Terrestrial Laser Scanning*), *TLS*, se denomina Documentación Geométrica de Alta Definición (*High-Definition Survey*, *HDS*). Así, lo que el Láser Escáner 3D realiza, es un barrido de superficies para capturar puntos, con lo cual se tiene una nube de puntos 3D compuesta por miles de mediciones individuales en un sistema de coordenado "x", "y", "z", y con lo cual se forma un modelo tridimensional de los edificios escaneados. Es importante resaltar que no basta con obtener sólo la nube de puntos, ya que ésta necesita ser procesada posteriormente al levantamiento, debido a que los puntos se encuentran aislados.

En la figura 2 se observa un levantamiento en nube de puntos. Por otra parte, en la figura 3 se aprecia el mismo levantamiento procesado.

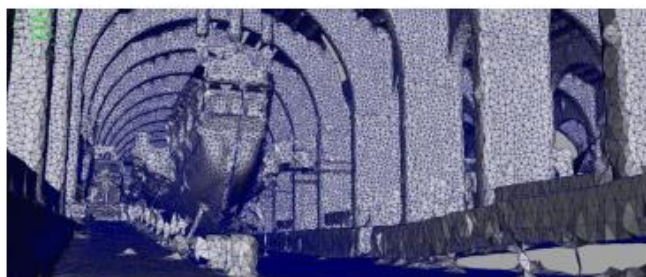


Fig. 2. Modelo 3D geométrico (Arenas R., 2013)

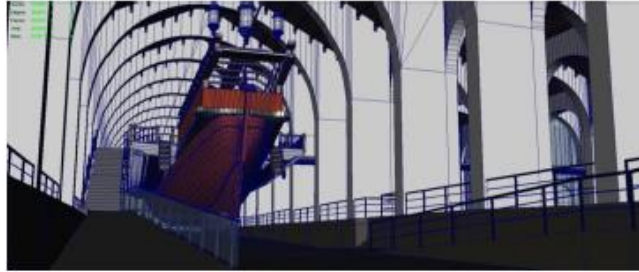


Fig. 3. Modelo 3D geométrico procesado (Arenas R., 2013)

Como se puede ver en las imágenes 2 y 3, existe una notoria diferencia entre el levantamiento con nube de puntos y con la edición del mismo. Se observan los detalles de forma precisa y clara en la figura 3, lo cual no sucede en la figura 2.

Asimismo, vale la pena mostrar otros ejemplos del potencial que tiene la nube de puntos en el levantamiento de inmuebles patrimoniales. En la figura 4 y 5 se presentan las vistas de levantamientos realizados con tecnología 3D, con lo cual se tienen geometrías exactas, las cuales a su vez se pueden utilizar para procesar en las diferentes disciplinas que intervienen en el análisis interdisciplinario de este tipo de inmuebles.



Fig. 4. Vista de la nube completada desde otras posiciones (Mañana P. *et al.*, 2008).



Fig. 5. Dibujo en AutoCad con el programa Cloudworx de los volúmenes generales de una estructura sobre una nube de puntos visualizada a baja densidad (Mañana P. *et al.*, 2008).

Es importante informar que en la Ingeniería Estructural de edificios históricos se puede utilizar para mejorar los resultados de los esfuerzos y comportamientos globales y locales, ya que es posible exportar la geometría exacta a programas de análisis y diseño estructural que también poseen un gran potencial para realizar simulaciones numéricas. En la figura 6 se observa una fachada de sillería levantada con tecnología 3D y rectificadas para su análisis.

Con el fin de que el lector conozca y se adentre en el conocimiento de dicha tecnología, a continuación se muestran algunos modelos de cámaras termográficas y equipo 3D (ver figuras 7 y 8)

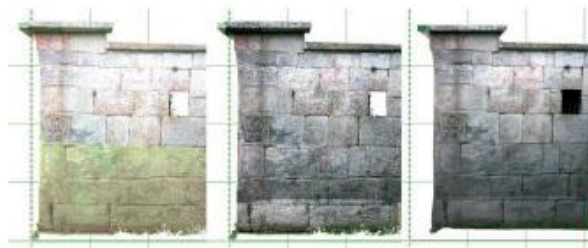


Fig. 6. Ortoimagen de la fachada Oeste del Nártex sobre nube de puntos con imagen del escáner (izquierda), con imagen rectificadas sobre la nube (centro) y sobre malla triangulada con imagen rectificadas (derecha).



Fig. 7. Cámara de alta definición, ergonómica y con múltiples prestaciones (Guía de Termografía infrarroja, AETIR, 2004/2012)



Fig. 8. Modelos de Láser 3D (OITEC Ingeniería, Geotecnia, Hidráulica, Topografía, 2013).

Por otra parte, se muestran algunas imágenes de levantamientos termográficos en edificios patrimoniales en los que se puede ver la diferencia de temperatura capturada por medio de las cámaras termográficas (ver figura 9 y 10).

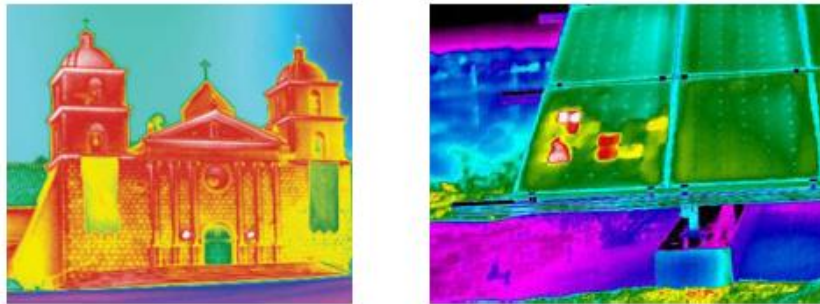


Fig. 9. Lo que detecta una cámara termográfica (Manual de uso de termografía para las aplicaciones de construcción, 2011)

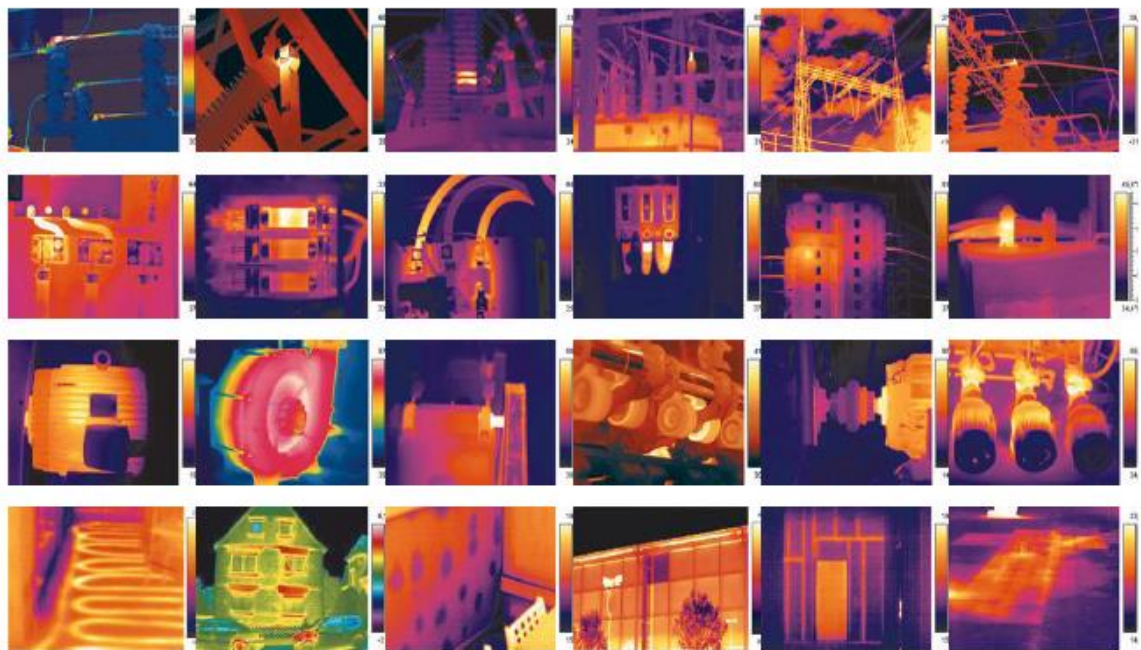


Fig. 10. Lo que detecta una cámara termográfica (Manual de uso de termografía para las aplicaciones de construcción, 2011)

CONCLUSIONES

Se concluye que debido al conjunto de valores que contienen este tipo de inmuebles, se hace necesario obtener registros del patrimonio construido con tecnología de vanguardia, con la finalidad de realizar análisis más certeros y/o salvaguardar todos y cada uno los detalles físicos y simbólicos inmersos en éstos.

Este tipo de levantamientos se podrán realizar en el posgrado de la Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura (ESIA- Tecamachalco) en el Laboratorio Tecnológico del Observatorio Nacional Urbano Arquitectónico, dirigido por el Dr. Tarsicio Pastrana Salcedo y a cargo del M. en C. Carlos Alberto Torres Montes de Oca. Esto servirá para preservar el patrimonio construido del país. Actualmente se tienen convenios para levantar en 3D inmuebles con CECULTAH, Consejo Estatal para la Cultura y las Artes del Estado de Hidalgo (3 Conventos del S.XVI) y el Museo Nacional de las Intervenciones, con sede en el Antiguo Convento de Churubusco.

Referencias

Arenas R., 2013, "Escáner Láser Terrestre y SIG; Técnicas para la obtención de datos de accesibilidad al patrimonio". consultada por internet el 22 de enero de 2015. Dirección de internet: http://www-cpsv.upc.es/documents/CLASE_23_06_2010_REV_DOS.pdf

Manual de uso de termografía para las aplicaciones de construcción, 2011, consultada por internet el 22 de enero de 2015. Dirección de internet: <http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-de-la-Termografia-Infrarroja-fenercom-2011.pdf>

Mañana P., Rodríguez A., Blanco R. (2008), "Una experiencia en la aplicación del Láser Escáner 3D a los procesos de documentación y análisis del Patrimonio Construido: su aplicación a Santa Eulalia de Bóveda (Lugo) y San Fiz de Solovio(Santiago de Compostela) en *Arqueología de la Arquitectura*, ISSN 1695-2731, consultada por internet el 22 de enero de 2015. Dirección de internet: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/15849/3/84.pdf>

OITEC Ingeniería, Geotecnia, Hidráulica, Topografía, 2013, "Aplicaciones de Láser en Proyectos Geotécnicos", Manual,