

El uso del escáner láser 3D en la CNCPC. Retos y perspectivas a futuro.

Texto: Irlanda Fragoso

Jefa del Departamento de Conservación del Patrimonio Arqueológico In Situ de la CNCPC - INAH

En México, algunos de los factores que vuelven a la conservación del patrimonio cultural como un gran desafío, son la gran cantidad de patrimonio existente a lo largo del territorio¹, sumándose los diferentes climas² y microclimas que presenta el país, la gran variedad de materiales y técnicas constructivas utilizadas para la manufactura de los distintos ejemplos que conforman los diversos bienes culturales, y el sin fin de funciones que posee el patrimonio, por mencionar algunos. Ello hace que existan muchas causas a las que los restauradores de bienes muebles e inmuebles por destino se enfrentan, siendo necesario considerar una visión crítica, integral y multidisciplinaria en los proyectos de conservación.

El uso del escáner láser para el levantamiento 3D en la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural (CNCPC-INAH) surgió a mediados del 2014, no sólo por la necesidad de realizar una documentación y registro de alta precisión de los bienes culturales, sino también por la importancia de contar con un registro que permitiera tener puntos de control para un monitoreo a corto, mediano y largo plazo. El monitoreo se considera una herramienta a partir de la cual se puede realizar una planeación estratégica de conservación, una evaluación de la efectividad de las soluciones propuesta y, sobre todo, resulta ser un instrumento a partir del que comprender, de manera integral, los problemas de conservación que están afectando al bien cultural (Chuchra, 2012).

A partir de la investigación realizada del empleo del escáner láser en proyectos de conservación y restauración de patrimonio cultural a nivel internacional (Chuchra, 2012; Cano y Lamolda, 2010; Rutland and La Pensée, 2010; Ruiz et. al., 2012),

¹ De acuerdo a las estadísticas del INEGI, México cuenta con una extensión territorial total de 1'964,375 metros cuadrados, siendo el décimo cuarto país más grande del mundo y el quinto país con mayor territorio en el continente americano (Ver <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/extension/default.aspx?tema=T>) (Consultado el 5 de junio de 2015).

² De manera general existen seis tipos de subclimas en México que se dividen en: cálido húmedo, cálido subhúmedo, templado sub-húmedo, templado húmedo, seco y muy seco (Ver http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=103:clima-en-mexico&catid=16&Itemid=80) (Consultado el 3 de junio de 2015).

se ha logrado desarrollar la aplicación del escáner para el registro y la documentación de los bienes culturales, el monitoreo del estado de conservación, la visualización de piezas a gran escala con una alta resolución, la elaboración de réplicas a partir del registro, la identificación y la interpretación de los objetos y el uso de la información con la finalidad de incorporarlos en los guiones museográficos. Asimismo, también el escáner láser ha sido una herramienta de utilidad para registrar con gran precisión los faltantes existentes en los monumentos y algunos otros efectos de deterioro, permitiendo identificar en el futuro si se ha producido una pérdida significativa de material en el patrimonio cultural (Cano et.al., 2010) o la velocidad a la que dicha pérdida se produce.

Los primeros elementos que se registraron en su totalidad con el escáner 3D por parte de la CNCPC fueron el Altar del Mictlantecuhtli³ elaborado en tierra, ubicado en el Museo de Sitio de El Zapotal, en Veracruz, doce de las dieciséis esculturas⁴ de piedra ubicadas en el Parque Museo La Venta en Tabasco y la pintura mural del Edificio XX de la Zona Arqueológica de Palenque. Estos primeros registros se lograron gracias a la colaboración entre la Coordinación Nacional de Arqueología⁵, la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, a través de la Unidad de Informática⁶, y el apoyo e interés de diversos especialistas⁷.

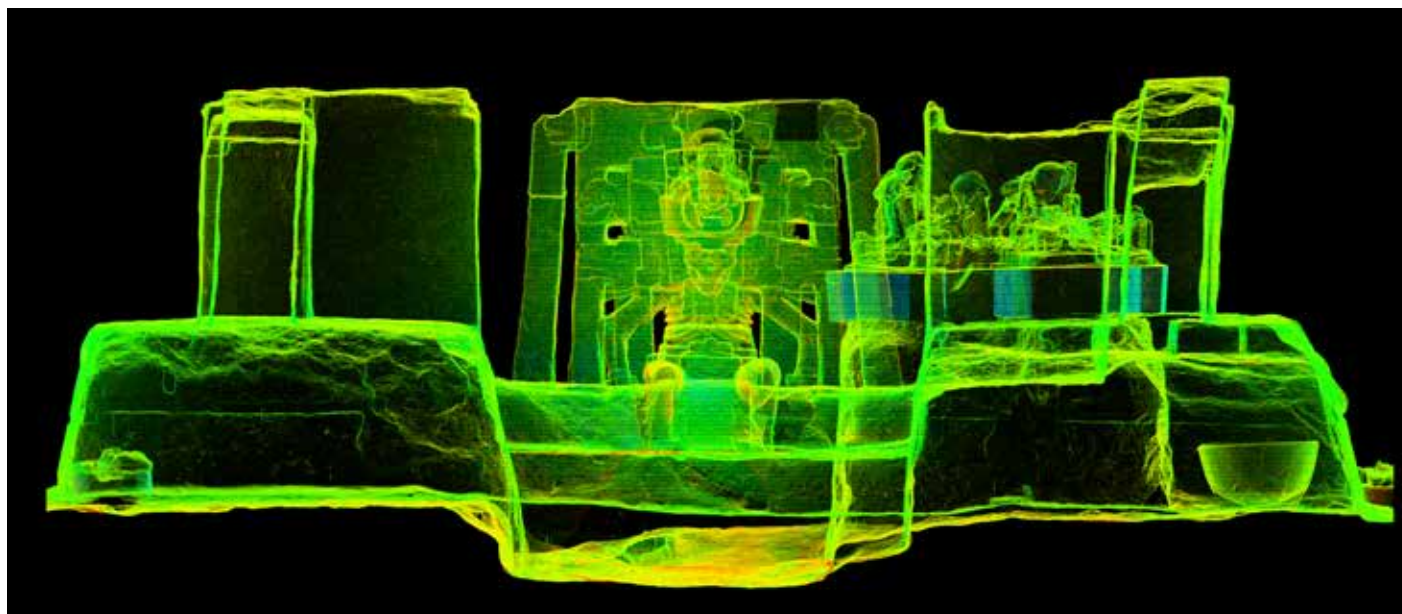
³ El Altar del Mictlantecuhtli es un elemento escultórico elaborado en su totalidad en tierra sin cocer, el cual tiene como personaje principal al "Señor del Mictlán". Actualmente se encuentra dentro de un edificio construido ex profeso para la conservación de dicha escultura y algunas de las ofrendas encontradas en las excavaciones arqueológicas.

⁴ La mayoría de las esculturas están talladas en una andesita, roca ígnea intrusiva, que por sus características son resistentes a la mayoría de los factores de deterioro medioambientales.

⁵ La Coordinación Nacional de Arqueología realizó el préstamo del escáner láser marca Leica modelo HDS6200, el apoyo del Dr. Pedro Francisco Sánchez Nava y la Mtra. Mariana Sugawara fue fundamental para que el registro se efectuara.

⁶ El Lic. Ángel Mora a través de la Unidad de Informática apoyó para realizar el registro de las bases de datos del Mictlantecuhtli y las doce esculturas del Parque Museo La Venta. Sin embargo, debido a que en la CNCPC aún no contamos con el software necesario para el procesamiento de datos, la empresa Sistema y Servicios para la Topografía, apoyó con un préstamo de software para realizar el registro de la nube de puntos y el trabajo de planimetrías con apoyo del Arq. Celedonio Rodríguez y el Arq. Gilberto García.

⁷ Para el registro in situ el Dr. Aurelio López, y su equipo de trabajo,



▲ Imagen de la nube de puntos del Altar del Miclantecuhli, El Zapotal, Veracruz. CNCPC | © INAH, 2015.

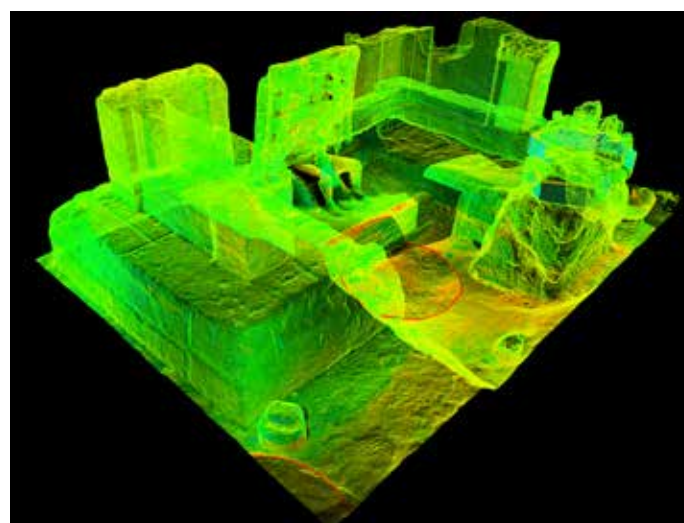
Si bien, los objetos de estudio son muy diferentes entre sí, tanto por el material constitutivo y la técnica de manufactura, como por el tipo de contexto en el que se encuentran y los factores causantes de daños a los que están expuestos, coincidió la gran preocupación por parte de algunos especialistas del deterioro acelerado que se estaba dando sobre estos bienes culturales. Sin embargo, al momento de intentar realizar una comparación objetiva a partir de los registros elaborados anteriormente, fue imposible contrastar el estado de conservación debido a la falta de información y homogeneidad, tanto del registro fotográfico, como del registro gráfico. Fue por ello que se decidió documentar las piezas mediante el uso de un escáner láser, utilizando un modelo marca Leica, modelo HDS6200 de la Coordinación Nacional de Arqueología. Previo al levantamiento de datos fue necesario definir, en colaboración con el Dr. Aurelio López, la resolución, precisión e intensidad con la que se realizaría el registro, así como el número de tomas necesarias para contar con un levantamiento de alta resolución.

En el caso del escáner del Altar del Miclantecuhli, se realizó un total de 30 tomas, aproximadamente, en diferentes ángulos y a diferentes alturas, debido a la complejidad de la volumetría del elemento escultórico y para evitar zonas de sombra, carentes de información. Si bien los resultados de dicho levantamiento han sido sorprendentes, es importante tomar en cuenta que el tiempo para el

el Arqlo. Ashuni Romero Butrón y el Arqlo. Gabriel Vicencio Castellanos realizaron las diferentes tomas para levantar los datos de acuerdo a las necesidades de cada uno de los elementos.

procesamiento de los datos fue largo debido a la falta de infraestructura, principalmente por falta del equipo de cómputo adecuado y los programas de software necesarios.

En el modelo fue posible observar los diferentes elementos que conforman al altar, así como las diferentes volumetrías y los detalles escultóricos; además se consiguió detallar la topografía de la superficie deteriorada, así como la inclinación de todos aquellos elementos que, a simple vista, se perciben como verticales. Es importante mencionar que es posible documentar algunos de los detalles a través de una fotografía, o con un levantamiento



▲ Vista general del registro 3D del Altar del Miclantecuhli. Es posible observar la deformación de algunos muros, las texturas del basamento, los faltantes que existen y sobre todo la inclinación que presenta "El Señor del Micltlan" (elemento escultórico principal). CNCPC | © INAH, 2015.

topográfico pero, debido a las características de la superficie del conjunto escultórico, el levantamiento de los datos hubiese sido un trabajo lento y muy minucioso para obtener un detalle similar al conseguido con el escáner 3D, con el fin de poder analizar cada milímetro de la superficie del Altar del Mictlantecuhtli.

El levantamiento con escáner láser 3D permite un registro milimétrico de la superficie. Este modelo se complementa con la toma de varios puntos de referencia utilizando una estación total de alta precisión que, posteriormente, se usarán como anclaje para comparar dicho modelo tridimensional con futuros registros, permitiendo de esta forma un monitoreo a corto, mediano y largo plazo de los faltantes que se van produciendo, a partir de una cuantificación material de la pérdida.

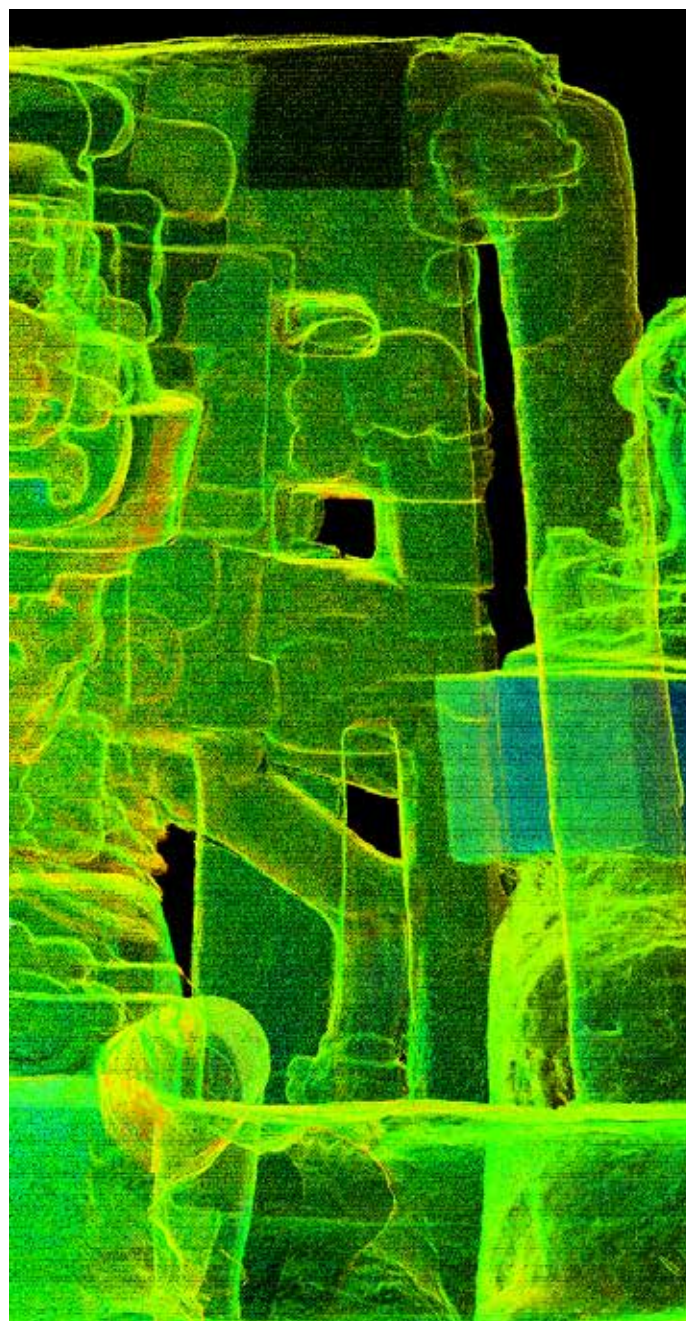
Hoy en día el modelo 3D, no sólo se ha convertido en una herramienta para la documentación, el registro y el monitoreo de estado de conservación, también se ha convertido en una herramienta para la interpretación material, formal y espacial de un elemento escultórico único en el mundo y, posiblemente, en un futuro, pueda ser utilizado para su difusión.

Si bien, el levantamiento de información con el escáner láser del conjunto escultórico *in situ* fue relativamente rápido, es importante considerar que el procesamiento de los datos para obtener los primeros modelos, fue muy lento, como ya se mencionó, debido a la falta de equipos de cómputo y software que permitieran una lectura ágil de las bases de datos, así como la modificación de los modelos generados por la CNMH. Por otra parte, para conseguir los resultados finales del registro 3D, fue indispensable, al igual que en muchas otras técnicas para el registro y el análisis del patrimonio cultural, la comunicación entre el restaurador y los diferentes especialistas, debido a que en la actualidad han sido contados los modelos 3D utilizados en México dentro de la disciplina de la conservación.

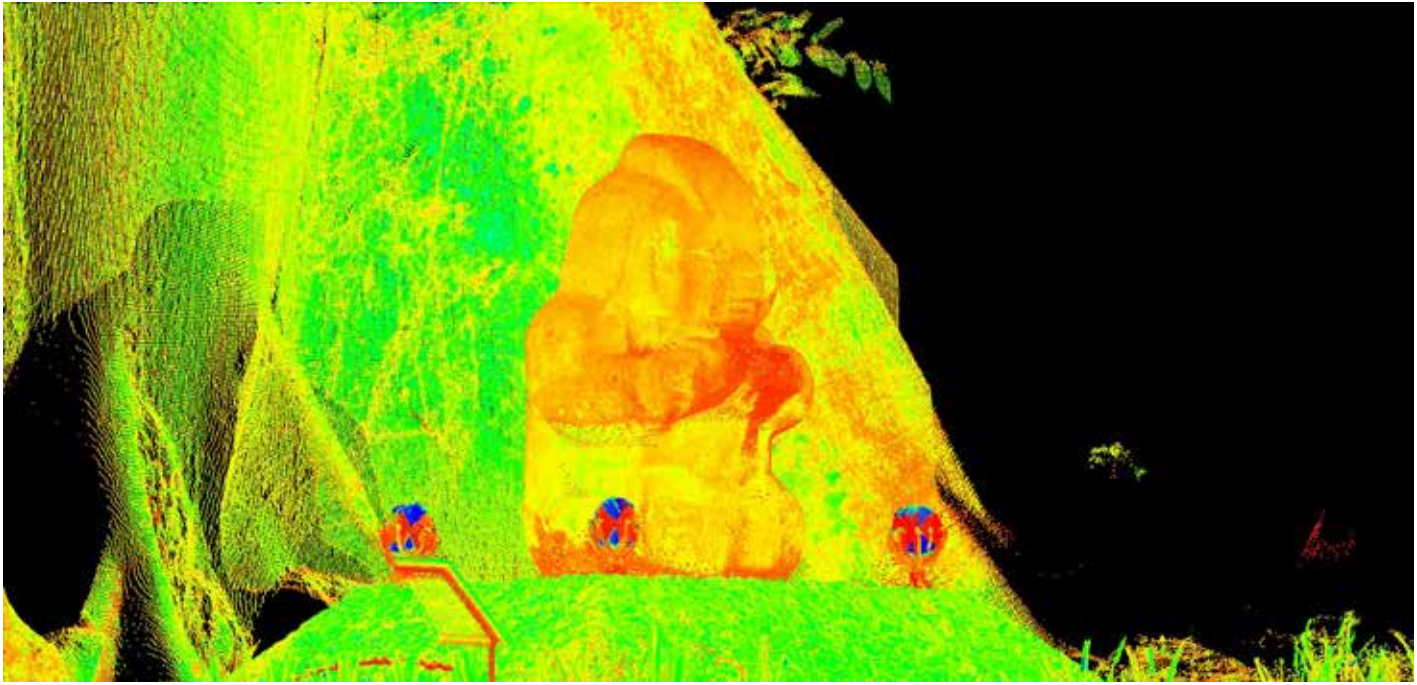
Con los resultados obtenidos del registro, no sólo del Altar del Mictlantecuhtli, sino también de los elementos escultóricos del Parque Museo La Venta y de la pintura mural del Edificio XX de la Zona Arqueológica de Palenque, la trascendencia que este tipo de registros está alcanzando en el extranjero, para la conservación, restauración y difusión del patrimonio cultural a partir de los modelos en 3D, y debido a los diferentes inconvenientes a los que la CNCPC se enfrentó durante el procesamiento de datos por la

falta de un equipo de trabajo especializado para atender las necesidades del área de conservación, a inicios de 2015 se decidió concursar para la obtención de un apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) con el objetivo de conseguir el equipo y los programas de software adecuados.

En mayo del presente año, el equipo de trabajo, encabezado por la Dra. Yareli Jáidar Benavides, obtuvo el apoyo del CONACYT para la adquisición del equipo e iniciar los preparativos para la construcción de un laboratorio de registro y análisis del patrimonio cultural a partir de modelos 3D.



▲ Detalle del cuerpo y tocado de “El señor del Mictlán”. Es posible observar las diferentes texturas existentes a nivel milimétrico en la superficie del bien cultural. CNCPC | © INAH, 2015.



▲ *Monumento 5 en la Venta, Tabasco. CNCPC | © INAH, 2015.*

Si bien la conservación del patrimonio cultural resulta un reto, hoy en día, con el apoyo de la tecnología y un equipo de trabajo consolidado, se puede cumplir el mandato de la CNCPC para generar estrategias de conservación, poniendo a disposición de la sociedad, al mismo tiempo, la información sobre los monumentos arqueológicos e históricos que han formado una parte importante de la historia de México. La conservación del patrimonio cultural es un acto crítico y reflexivo y, al igual que toda acción, investigación y decisión en el ámbito científico, es primordial que el uso del escáner láser se realice a partir de una propuesta con un fundamento estructurado y con objetivos claros.

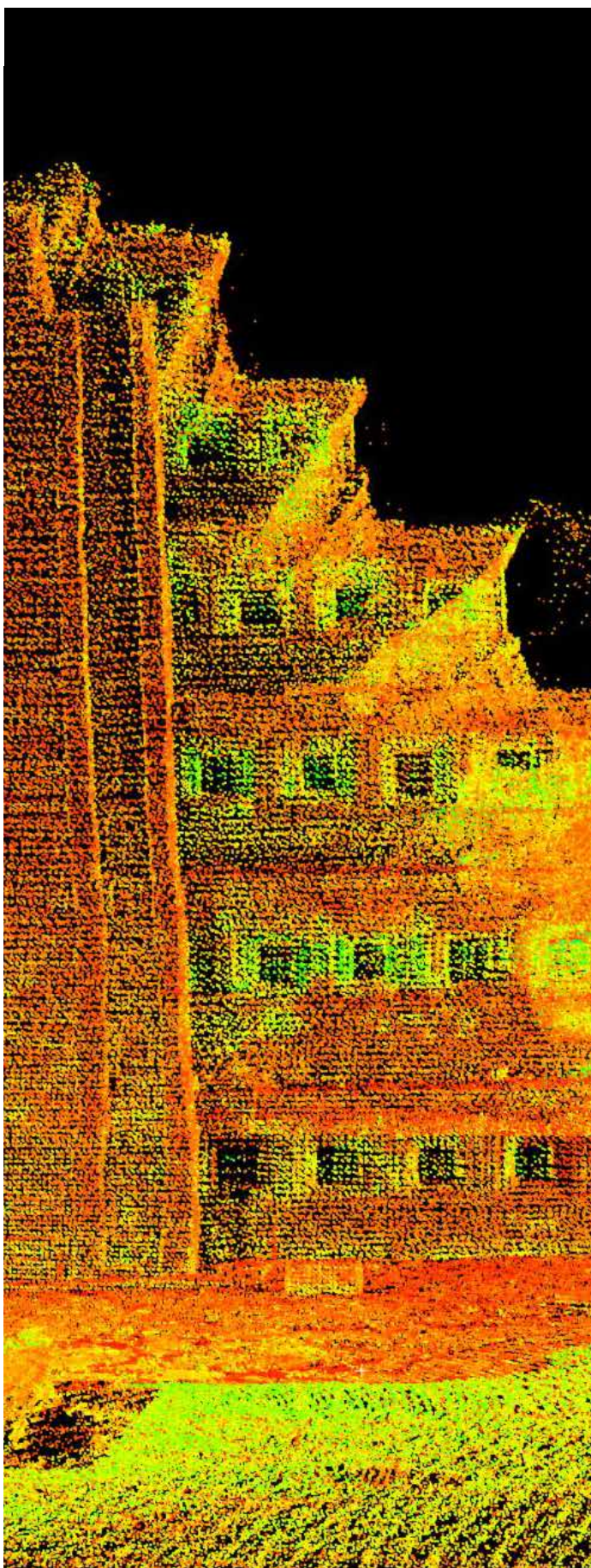
Hoy en día aún existen grandes retos por afrontar para poder incorporar el uso de esta nueva tecnología a la conservación del patrimonio cultural, y generar diferentes líneas de acción a partir del registro y la documentación 3D. Algunos de ellos son:

- Analizar y plantear un sistema metodológico para realizar los levantamientos con los diferentes equipos, poder planear las diferentes fases del trabajo y contar con la información necesaria para realizar los estudios necesarios en cada caso.
- Generar diferentes líneas de investigación para el análisis de los distintos resultados que pueden arrojar los equipos de levantamiento 3D. Además, es necesario contrastar las variaciones

que pueden presentarse en dichos resultados debido a las condiciones medio ambientales durante la toma de datos.

- Investigar la capacidad operativa de los escáneres y las posibilidades de las diferentes aplicaciones informáticas y tecnológicas necesarias para analizar los modelos, así como su uso en la planeación y ejecución de los proyectos de conservación (Ruiz, *et. al.* 2012).
- Dar a conocer, a los especialistas en conservación del Patrimonio Cultural, las posibilidades de los diferentes equipos, los tiempos para el procesamiento de datos y las prioridades que se atenderán para evitar crear falsas expectativas, entre otros.

Tomando en cuenta que, a nivel internacional, el uso del escáner láser para la conservación y restauración del patrimonio cultural tiene más de 15 años, será necesario realizar un análisis crítico de los diferentes problemas a los que se han enfrentado en distintos proyectos, así como de los sistemas de cálculo estructural de las deformaciones, centros de gravedad y linealidad, el análisis de materiales, la obtención de réplicas a escala de alta fidelidad, o el cálculo de las zonas vulnerables, a partir de los cuales se han generado proyectos de conservación preventiva, entre otros (Callieri, *et. al.* 2004, González, *et. al.* 2010).



▲ Pirámide de los Nichos en El Tajín, Veracruz. CNCPC | © INAH, 2015.

Referencias

CANO OLIVARES, Pedro, LAMOLDA, Francisco, TORRES, Juan Carlos y VILLAFRANCA, Ma. del Mar (2010) "Uso de escáner láser 3D para el registro del estado previo a la intervención de la Fuente de los Leones de La Alhambra", *Virtual Archaeology Review*. Número 2. Volumen 1. pp. 89-94.

CALLIERI, M., CIGNONI P., GANOVELLI, F., IMPOCO, G., MONTANI, C., PINGI, O., PONCHIO, F. and SCOPIGNO, R. (2004) "Visualization and 3D data processing in David's restoration", en *EEE Computer Graphics & Applications, IEEE Comp. Soc.*, March/April, pp. 16-21. [http://vcg.isti.cnr.it/publications/papers/david_rest_cg&a.pdf], (Consultado el 5 de junio de 2015).

CHUCHRA, Krzysztof Jan (2012) "Monitoring of the State of Conservation in the Context of the Edinburgh Functional System" en MENDES Zancheti, Silvio y SIMILÄ, Katriina (eds.) *Measuring Heritage Conservation Performance*, 6th International Seminar on Urban Conservation, ICCROM-CECI, Rome, pp.188-196. [http://www.iccrom.org/ifrcdn/pdf/ICCROM_19_Measuring-Heritage-Performance03_en.pdf], (Consultado el 5 de junio de 2015).

GONZÁLEZ MUÑOZ, Manuel J., RUEDA RUIZ, Antonio J., SEGURA SÁNCHEZ, Rafael J., OGÁYAR ANGUITA, Carlos J., HOYAS, Antonio Esteban y LARA, Javier (2010) "Uso de sistemas basados en escáner 3D para digitalización y estudio del patrimonio arqueológico" *Virtual Archaeology Review*. Número 1 Volumen 1, pp. 99-102. [<http://www.arqueologiavirtual.com/var/num1/23.pdf>], (Consultado el 5 de junio de 2015).

RUIZ, Juan Antonio, GARCÉS, Simón, GAMBÚS SAIZ, Mercedes, MAS, Catalina, PERALES, Francisco J. y PONSSETI BARCELÒ, Xisco (2012) "La capacidad prospectiva y de visualización del escáner láser 3D aplicado al plan de conservación preventiva del conjunto cerámico, piedra y hierro de Antoni Gaudí y Josep María Jujol en la catedral gótica de Mallorca" en *Virtual Archaeology Review*. Número 5. Volumen 3. pp. 77-80.

RUTLAND, Françoise P. and LA PENSEE, Annemarie (2010) "Non-Contact 3d Laser Scanning as a Tool to Aid Identification and Interpretation of Archaeological Artefacts; The Case of a Middle Bronze Age Hittite Dice", en *Digital Classicist Seminars*, [<http://www.digitalclassicist.org/wip/wip2010-06a.pdf>] (Consultado el 5 de junio 2015)