

APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA DE DIGITALIZACIÓN TRIDIMENSIONAL POR LA COORDINACIÓN DE MONUMENTOS HISTÓRICOS DEL INSTITUTO NACIONAL DE ARQUEOLOGÍA E HISTORIA (INAH) EN MÉXICO DF. (2009 Y 2010)

APPLICATIONS OF THREE-DIMENSIONAL SCANNING TECHNOLOGY FOR THE COORDINATION OF HISTORICAL MONUMENTS OF NATIONAL INSTITUTE OF ARCHAEOLOGY AND HISTORY (INAH) IN MEXICO CITY. (2009 AND 2010)

Pablo Navarro Esteve, José Herráez Boquera, Ángel Mora Flores, Hugo Barros e Costa, José Luis Denia Ríos

El Instituto Nacional de Arqueología e Historia gestiona la documentación y conservación del patrimonio de México un país con una extensión de 1.959000 kilómetros cuadrados, que casi cuadruplica la extensión de España. Para atender todo este Patrimonio el INAH cuenta con diversos departamentos. La Coordinación Nacional de Monumentos Históricos gestiona los monumentos y arquitecturas construidos a partir de la época virreinal. Dentro de la Coordinación, la Dirección de Apoyo Técnico gestiona los equipos e instrumentos necesarios para el levantamiento.

The National Institute of Archaeology and History manages the documentation and preservation of the patrimony of Mexico, a country with an area of ??1.959.000 square kilometers, which is almost four times the size of Spain. To attend on all this patrimony, INAH has several departments. The National Coordination of Historical Monuments manages the monuments and architecture built from the colonial era. Inside the Coordination, the Technical Support Division manages the teams and the tools necessary for the survey.



Figs. 1 y 2. A la izquierda, señalada con un círculo la zona donde se descubrió la estela *Tlaltecuhltli*, y a la derecha, –ya restaurada– el monumento tal como se expone en el Museo del Templo Mayor. Nótese los restos de la policromía original.



Figs. 1, 2. Left, inside the circle, the place where the *Tlaltecuhltli* stele was found, and right, –already restored– the monument as it is shown in the Museo del Templo Mayor. Note the remains of the original polychromy.



1. Antecedentes

“..se ha planteado, como uno de sus objetivos, utilizar la tecnología integral del escáner láser 3D dirigida al levantamiento, intervención de restauración y puesta en valor del patrimonio histórico de México.

Otra de las finalidades es preservar el patrimonio cultural en una base de datos digitales creados por el equipo de trabajo del escáner láser, referidos a los modelos digitales, y otros de tecnologías de última generación. De tal manera que el empirismo, intuición e inspiración de la actividad de investigación in situ, del patrimonio edificado, dejará de ser la práctica común, y se dará paso al conocimiento científico y de alta precisión de la geometría de los monumentos” 1. Como cita su director Dr. Saúl Alcántara Onofre.

Los primeros contactos del INAH con la tecnología del escáner láser se establecieron en 2007 a raíz del futuro traslado de la *Tlaltecuhltli*, una estela funeraria azteca descubierta en las excavaciones junto al antiguo Templo Mayor, en el campo de ruinas que se extiende entre éste y la Catedral Metropolitana. Se contactó con la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos para su registro y levantamiento. En co-

laboración con la Universidad de Ferrara (Italia) se procedió a su digitalización utilizándose por primera vez para el INAH un escáner láser 3D. Se registró su forma y posición exacta, y su entorno inmediato antes de levantarla para su traslado y restauración. Puede contemplarse en la actualidad –ya restaurada- en el Museo del Templo Mayor, cerca de la Catedral, a muy poca distancia de donde fue descubierta.

A la vista de los resultados obtenidos, la Coordinación de Monumentos Históricos consideró la posibilidad de disponer de un equipo propio y utilizar esta instrumentación regularmente en trabajos de levantamiento y catalogación.

En el III Congreso Internacional de Patrimonio y Cooperación al Desarrollo, celebrado en México, en marzo de 2008, la dirección del Instituto de Restauración del Patrimonio de la Universidad Politécnica de Valencia contactó con el INAH, ofertándose la posibilidad de realizar un proyecto cofinanciado por el INAH y la Casa de España en México para apoyo y asesoramiento técnico de la Unidad de Apoyo Tecnológico de la Coordinación Nacional de monumentos.

Se suscribió el convenio que establecía la adquisición por parte del INAH

1 . Background

“.. has emerged, as one of its objectives, to use the integral technology of the 3D laser scanner lead to the survey, restoring intervention and enhancement of Mexico’s historical patrimony. Another purpose is to preserve the cultural patrimony in a digital database created by the laser scanner team, referred to digital models, and others integrating latest generation technologies. So that empiricism, intuition and inspiration of the research activity, in situ, for built patrimony, will stop being common practice, giving way to scientific knowledge and high precision of the geometry of the monuments” 1. As quoted by its director, Dr. Saúl Alcántara Onofre.

INAH first contact with laser scanning technology was established in 2007, following the eventual removal of *Tlaltecuhltli*, an Aztec funerary stele discovered during excavations near the ancient Temple in the field of ruins lying between it and the Catedral Metropolitana. We contacted the National Coordination of Historical Monuments for registration and survey. In collaboration with the University of Ferrara (Italy) we proceeded to digitalize for the first time using the 3D laser scanner INAH. Its shape, exact position, and immediate surroundings were recorded before survey for transfer and restoration. It can be seen today – already restored – in the Museo del Templo Mayor, near the Cathedral, in a short distance from where it was discovered.

Giving these results, the Coordination of Historical Monuments considered the possibility of having their own equipment, as well as to make use of these instruments regularly in survey and documentation works.



In the Third International Congress on Patrimony and Development Cooperation, held in Mexico in March 2008, the direction of the Institute for Patrimony Restoration at the Polytechnic University of Valencia got in touch with the INAH, offering the possibility to develop a project funded by the INAH and Casa de España in Mexico, with the aim to provide support and technical assessment to the Technical Support Unit of the National Coordination for monuments.

An Agreement was signed, providing funds for the acquisition by the INAH and to be used by the Coordination of Monuments of a fully equipped three-dimensional scanner, as well as to create a task force to take over the registration tasks. The documentation and architectural survey would be in charge of the Laboratory of Image and Dimensional Analysis. On the Spanish side, Casa de España in Mexico would finance the technical support of two people in three trips of 15 days each, spread over a year and an half, for the technical training of INAH team. Later on it would take place, on the premises of the Casa de España, an exhibition of the works executed, and issued a publication to give publicity to the results obtained.

2. Working teams

The Spanish group from the IRP moved to Mexico their teachers Jose Herráez and Pablo Navarro, responsible for the area of photogrammetry of the Patrimony Restoration Institute.

INAH, from Mexico, named a working team composed of a team coordinator, Angel Mora Flores, an official of the instrumentation in charge of Juan Carlos García Villarroel and a support team for field works and survey. We must stress the youth of the team, composed entirely by architects, with an excellent academic training, which allowed to assimilate in a few weeks the needed knowledge to handle the instruments and process the obtained results. Their experience in graphic survey was more than consolidated within the INAH, where they had already carried out survey works, both in the intervention and cataloging and documentation of the Patrimony.

All the teams are under the direction of the Director of the National Coordination of Historical Monuments, D. Agustín Salgado Aguilar and Director of the Directorate of Technical Support, D. Saúl Alcántara Onofre.

y para la Coordinación de Monumentos de un equipamiento completo de digitalización tridimensional, y la creación de un equipo de trabajo que asumiera los trabajos de registro. La catalogación y levantamiento arquitectónico quedarían a cargo del Laboratorio de Imagen y Análisis Dimensional. Por parte española, la casa de España de México financiaría el apoyo técnico de dos personas, en tres viajes de 15 días cada uno, distribuidos a lo largo de un año y medio, para la capacitación técnica del personal del equipo del INAH. Posteriormente se realizaría una exposición de los trabajos efectuados en los locales de la Casa de España, y una publicación que diera difusión a los resultados obtenidos.

2. Equipos de trabajo

Por parte española el IRP desplazó a México a los profesores José Herráez y Pablo Navarro, responsables del área de fotogrametría del Instituto de Restauración del Patrimonio.

El INAH de México constituyó un equipo de trabajo compuesto por un coordinador del equipo en la persona de Ángel Mora Flores, un responsable de la instrumentación a cargo de Juan Carlos García Villarroel y un equipo de apoyo para trabajos de campo y levantamiento. Cabe destacar la juventud de todo el equipo, compuesto en su totalidad por arquitectos, y su excelente formación académica, que permitió asimilar en pocas semanas los conocimientos necesarios para manejar la instrumentación y procesar los resultados obtenidos. Su experiencia en el levantamiento gráfico estaba más que consolidada dentro del INAH, donde ya realizaban trabajos de levantamiento en proyectos tanto de intervención como de catalogación y documentación del Patrimonio.

Fig. 3. Especificaciones de rendimiento de Leica Scanstation 2.

Fig. 3. Leica Scanstation 2 technical characteristics.



Todo el equipo queda bajo la dirección del Director de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, D. Agustín Salgado Aguilar y del director de la Dirección del Apoyo Técnico, D. Saúl Alcántara Onofre.

3. Equipamiento científico

El INAH adquirió un equipo de digitalización de la firma Leica, modelo *Scanstation 2*, con todos sus accesorios, una estación total con emisor láser y un equipo fotográfico completo..

También todo el equipo informático necesario para manejar el escáner y los ordenadores necesarios para la gestión de datos en gabinete: tratamiento de las nubes de puntos, archivo, catalogación, levantamiento gráfico, impresión,...etc. La instrumentación adquirida es similar a la que posee nuestro instituto de restauración del Patrimonio en la Universidad Politécnica de Valencia. Las características técnicas de Scanstation HD 2500 son las siguientes:



Figs. 4 y 5. Fachada del INAH y detalle de digitalización de una ménsula bajo el balcón principal.

Figs. 4, 5. INAH façade and detail of the digitization of a cantilever under the main balcony.

Tipo de instrumento Escáner láser pulsado de alta velocidad, con compensación de doble eje, con precisión, alcance y campo de visión a nivel topográfico

Interfaz de usuario Portátil o Tablet PC
Cámara Cámara digital de alta resolución integrada

Precisión de medición Posición* 6 mm simple Distancia* 4 mm

Ángulo (horizontal/vertical) 60 ĩrad/60 ĩrad (3,8 mgon/3,8mgon) **

Tamaño de punto láser Desde 0 – 50 m : 4 mm (basado en FWHH); 6 mm (basado en Gaussian)

Superficie modelada 2 mm ** precisión/ruido

Adquisición de señal 2 mm desviación estándar de puntería

Compensador de eje doble Resolución 1", alcance dinámico +/- 5'

Monitorización de Autocomprobación periódica durante el funcionamiento y la activación integridad de datos

Sistema de escaneo láser Alcance 300 m @ 90 %; 134 m @18 % albedo

Velocidad instantánea máxima: hasta 50.000 puntos/seg de escaneo Promedio: depende de la densidad de escaneo específica y el campo de visión

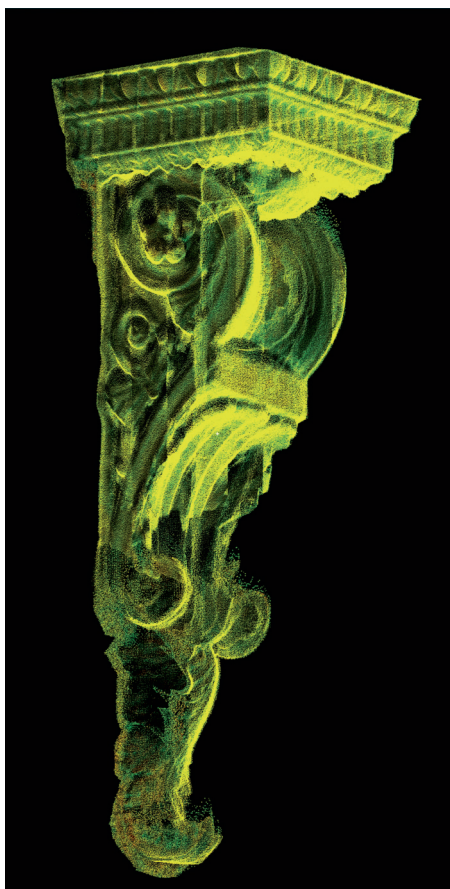
Densidad <1 mm máx, en todo el rango; espaciado de puntos horizontal de escaneo y vertical totalmente seleccionable; capacidad de intervalo de punto único

Clase de láser 3R (IEC-60825-1), verde visible

Iluminación Funcionamiento completo desde condiciones de luz solar brillante a oscuridad completa

Fuente de alimentación 36 V; CA o CC; conectable en caliente

Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso



3. Scientific Equipment

INAH acquired a scan equipment from "Leica", model Scanstation 2 with all its accessories, a total station laser transmitter and a complete photographic equipment.

They also purchased all the data equipment necessary to operate the scanners and computers needed for data management, as: point cloud treatment, file cataloging, survey graphic, printing, etc This equipment is similar to the one in possession of our Institute for the Patrimony Restoration at the Polytechnic University of Valencia. The technical characteristics of Scanstation HD 2500 are as follows:

Type of instrument high speed pulsed laser scanner, dual-axis compensation, with precision, scope and field of topographic vision UI Notebook or Tablet PC

High-resolution digital integrated camera
Position measurement accuracy * 6 mm

Distance * 4 mm simple

Angle (horizontal / vertical) 60 rad / 60 rad (3.8 mgon / 3.8 mgon) **

Laser spot size from 0 - 50 m: 4 mm (based on FWHH) 6 mm (based on Gaussian)

Patterned surface 2 mm ** precision / noise

Acquisition of signal 2 mm standard deviation aiming Dual-axis compensator Resolution 1", dynamic range +/- 5'

Self-monitoring during operation and periodic activation

Data Integrity

Laser scanning range 300 m @ 90%, 134 m @ 18% albedo

Maximum instantaneous speed: up to 50,000 points / sec
Average scan: it depends on specific scan density and field of vision

Density <1 mm max throughout the range, horizontal point spacing vertical scanning and fully selectable; capacity range single point

Laser class 3R (IEC-60825-1), visible green

Fully operational lighting from bright sunlight to complete dark

36 V power supply, AC or DC, hot-plug

Specifications subject to change without notice
Leica ScanStation 2 See Product Specifications for full technical data

* 50 m range, one sigma

** One sigma

4. Organización del trabajo

1ª Estancia. Octubre 2008. Trabajando con Scanstation 2

La instrucción básica se llevó a cabo prácticamente durante nuestra primera estancia en México. El equipo ya tenía ciertos conocimientos previos adquiridos en su estancia en Ferrara y cono-

4. Work organization

1 st Stay. October 2008. Working with Scanstation 2

The basic training took place almost at our first stay in Mexico. The team had already some prior

Figs. 6 y 7. Patios interiores de la sede del INAH en México D.F.

Figs. 6, 7. Inside courtyards of INAH headquarters in Mexico D. F.



cía el manejo básico del instrumental. No obstante el procedimiento que queríamos poner en práctica consistía en sustituir el cálculo de coordenadas de los targets de preseñalización por el empalme automático de superficies que permite el programa “Cyclone” que gestiona las nubes de puntos obtenidas con el escáner. Las sucesivas nubes pueden empalmarse así directamente prescindiendo del engorroso apoyo topográfico y permitiendo ir uniendo los modelos durante los intervalos de tiempos –muertos- mientras el escáner va digitalizando. Este procedimiento ahorra mucho tiempo de ejecución y evita los errores propios de la topografía clásica inevitables sin una gran experiencia: estacionamiento, nivelación, puntería, cálculo y compensación de coordenadas, etc. A fin de cuentas un escáner no deja de ser una estación motorizada, con las mismas posibilidades de medición que una estación convencional.

El equipo utilizado en este primer viaje estaba alquilado a una compañía petrolífera, en tanto se recibiera el equipo definitivo. De todos modos era el mismo fabricante y modelo que se había comprado y coincidía también con el equipo de la UPV.

Como práctica decidimos escanear el edificio completo de la sede de la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos del INAH, en la zona centro, muy cerca de la Plaza del Zócalo. Es un palacio del S. XVIII rehabilitado por el propio INAH, y es un edificio entre medianeras con dos patios interiores, el primero conformando un

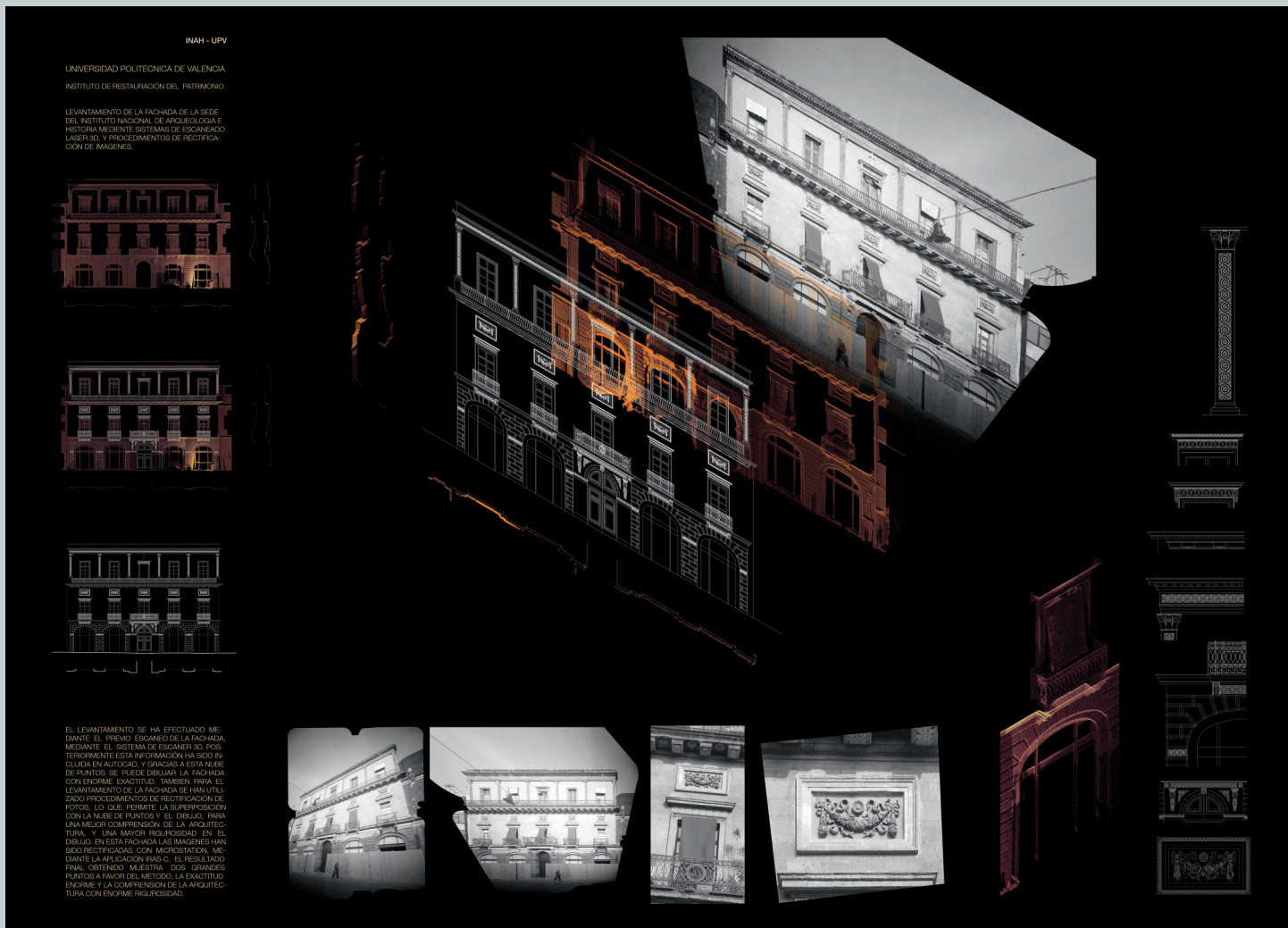
patio porticado, construido en sillería de piedra labrada., el segundo más pequeño, de fábrica de ladrillo enlucido.

Durante este primer viaje y en poco más de una semana se completó el edificio en su interior y el exterior, en sus tres alturas. Resolviendo los problemas que iban apareciendo en el día a día se realizó una práctica de gran utilidad para el conocimiento y manejo del instrumento.

Fuimos desgranando toda la experiencia adquirida durante los 6 años que estamos trabajando en la UPV con esta misma instrumentación, en lo relativo a formas de posicionar el instrumento, resoluciones según tamaño y complejidad de la zona a escanear, forma de trasladar el instrumento de estación a estación sin desconexión del sistema y sobre todo el orden de los sucesivos escaneos pensando en el posterior empalme de modelos que se van registrando con los anteriores y con los siguientes, siempre previendo en los empalmes cruzados que permitan un mejor ajuste entre superficies.

Como complemento al uso de esta tecnología también explicamos procedimientos de calibración de cámaras, la rectificación digital de imágenes aisladas, y la formación de mosaicos de imágenes rectificadas.

El procedimiento para el dibujo de proyecciones se efectúa combinando los datos de las nubes de puntos con las imágenes fotográficas rectificadas. En algunos casos eliminando puntos de la nube en zonas innecesarias (paredes planas, zonas con continuidad de información, etc.



Figs. 8. Panel explicativo del proceso para el levantamiento gráfico con la nube de puntos y el apoyo de fotogramas rectificadas.
Figs. 9. Fachada del edificio de la Coordinación de Monumentos Históricos (INAH).

Fig. 8. Exhibition panel of the graphic data gathering with the point cloud and the support of rectified images.
Fig. 9. Façade of the National Coordination of Historical Monuments (INAH).

Fig. 10. Nube de puntos del interior del edificio de Coordinación. En color las diferentes jornadas de escaneos.

Fig. 11. El edificio de la Coordinación de Monumentos históricos y su entorno exterior.

Fig. 10. Point cloud of the inside of the Coordination building. Colors for the different scan days.

Fig. 11. National Coordination of Historical Monuments building and its immediate surroundings.

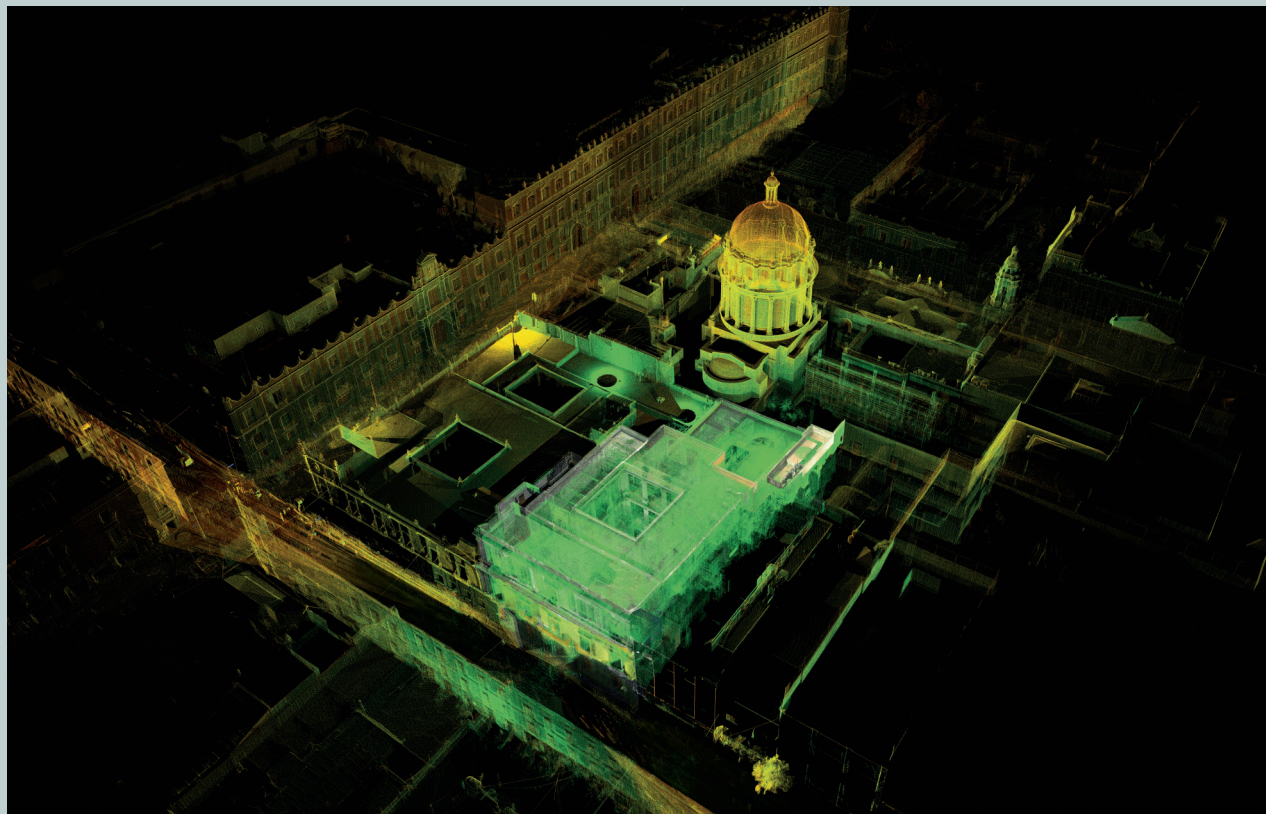
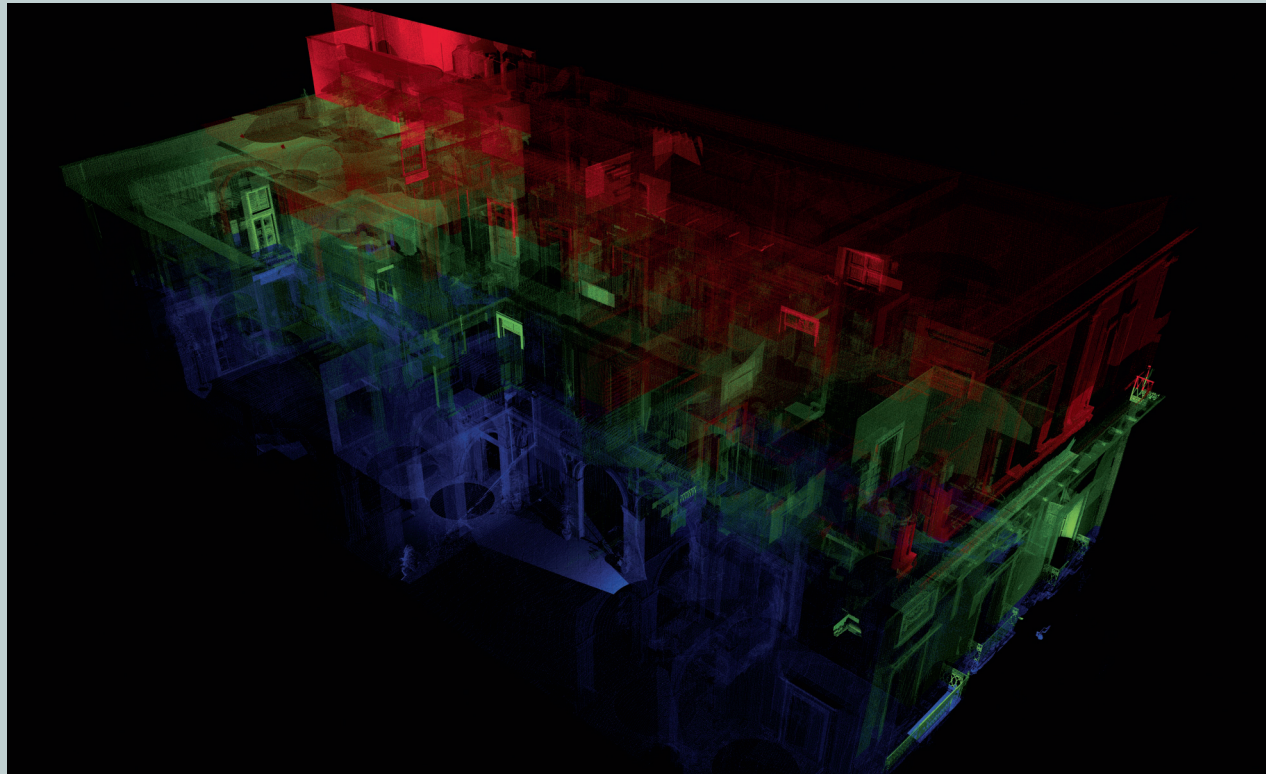
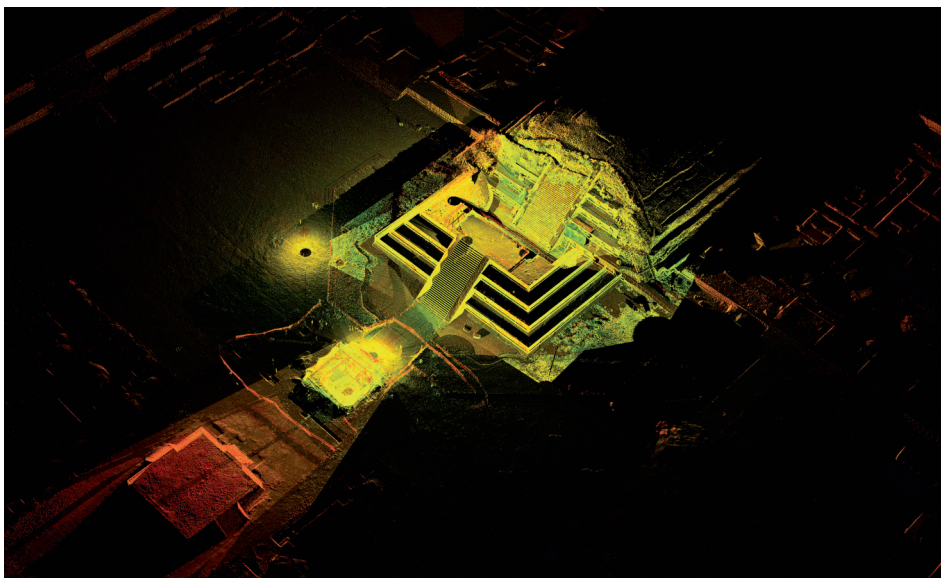




Fig. 12. Theotihuacan. Templo de Quetzalcoatl. Nube de puntos con el color propio del escáner.

Fig. 12. Theotihuacan. Quetzalcoatl Temple. Point cloud with the scanner own color.



12

Figs. 13 y 14. Nube de puntos de la pirámide con el color de la imagen fotográfica. La figura 13 (derecha), colocada en posición de planta aérea.

Figs. 13, 14. Point cloud of the pyramid with the color of the photo image. Right, as an aerial plan.

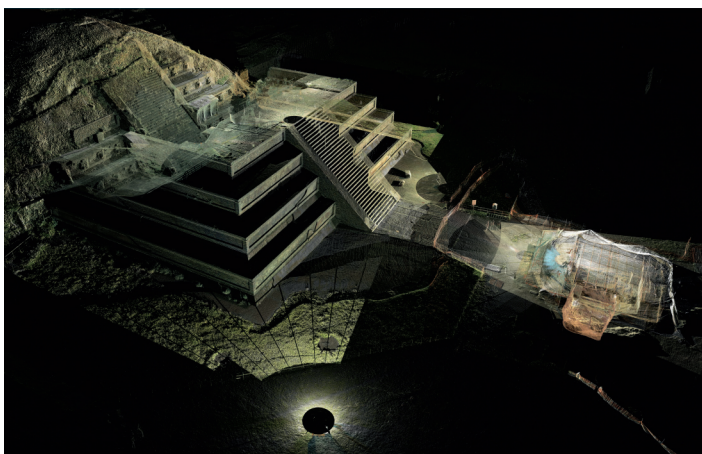
2º Estancia: Septiembre 2009.
Técnicas auxiliares: fotogrametría y procesos digitales de la imagen

Durante la segunda estancia del equipo de la UPV en México se consolida el equipo de trabajo del INAH, bajo la dirección de Ángel Mora Flore. Tras la recepción del equipo propio (en nuestra primera estancia se trabajó con un equipo de alquiler) se reto-

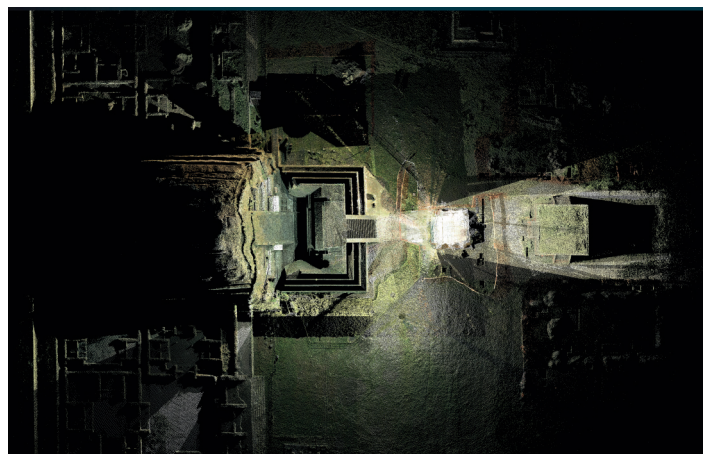
ma el trabajo de escaneado de la sede de la Coordinación de Monumentos y se completan los escaneos pendientes. (La fachada que estaba en obras está ahora terminada.) También se ha iniciado el escaneo de su entorno inmediato que se completará más adelante con todas las fachadas exteriores del Palacio Nacional, sede del gobierno de México, en la Plaza del Zócalo.

knowledge acquired during its stay in Ferrara and knew the basics management of the instruments. However, the procedure we wanted to implement was to replace the calculation of coordinates of the targets of pre-identification for automatic joint surfaces that allows the "Cyclone" which manages the clouds of points obtained with the scanner. The successive clouds can be spliced directly with no need of the cumbersome and topographic support and allowing the models to go joining during the intervals of time-dead-while the scanner is scanning. This procedure saves us much time and avoids implementation errors of classical topography, inevitable without a great experience: station parking, grading, marksmanship, and offset coordinates calculation, etc. In the end, laser scanners can be considered as big power station with the same measurement capabilities that a conventional station.

The equipment used in this first trip was rented to an oil company, while the new one was not received. Anyway, it was the same manufacturer and model that had been purchased and also coincided with the equipment at the UPV. As a practice we decided to scan the entire building of the headquarters of the National Coordination of Historical Monuments of INAH, in the downtown area, near the Zócalo Square. It's a palace of the XVII's century, restored by the same INAH, and it's a building between walls with two courtyards, the first forming an arcaded courtyard, built in carved stone. The second and smaller one is composed of plastered brick factory.



13



14



During this first trip and in just over a week, the inside and outside of the building were completed, in all the three levels. Solving the problems that were appearing in the daily practice, it resulted a very useful tool for the understanding and handling of the instrument.

Giving all the experience gained during 6 years working at the UPV with the same instrumentation, regarding the positioning the instrument, several decisions that can depend on the size and complexity of the scan area, how to move the instrument from station to station without disconnecting the system, especially the order of the successive scans in the subsequent joint, thinking of models that are registering with the previous and the following, always providing the cross joints that allow a better fit between surfaces.

As a complement to the use of this technology, we also explained procedures for the calibration of cameras, rectification of isolated digital images and the formation of mosaics of rectified images. The procedure for drawing projections is made by combining data from point cloud to rectified photographic images. In some cases, eliminating points of the cloud in unnecessary areas (flat walls, areas with continuity of information, etc.)

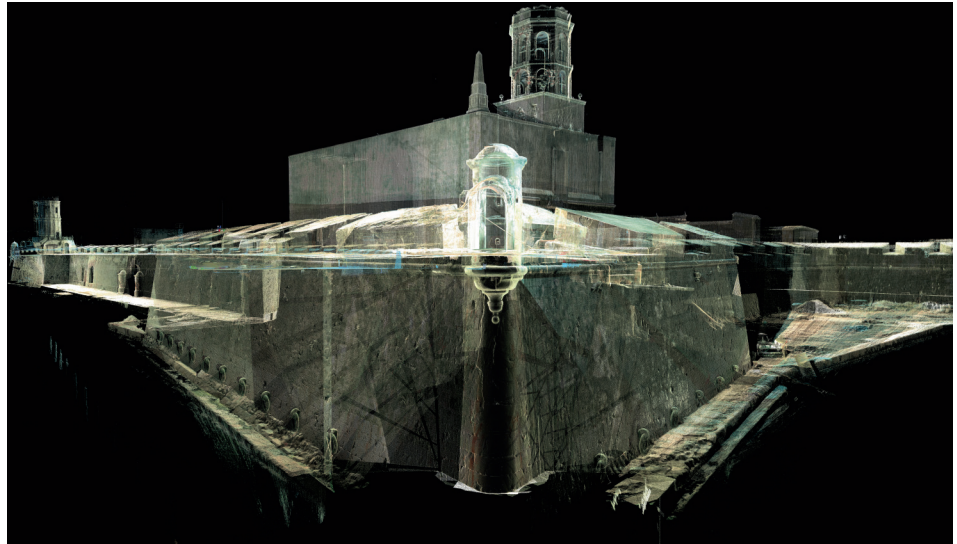
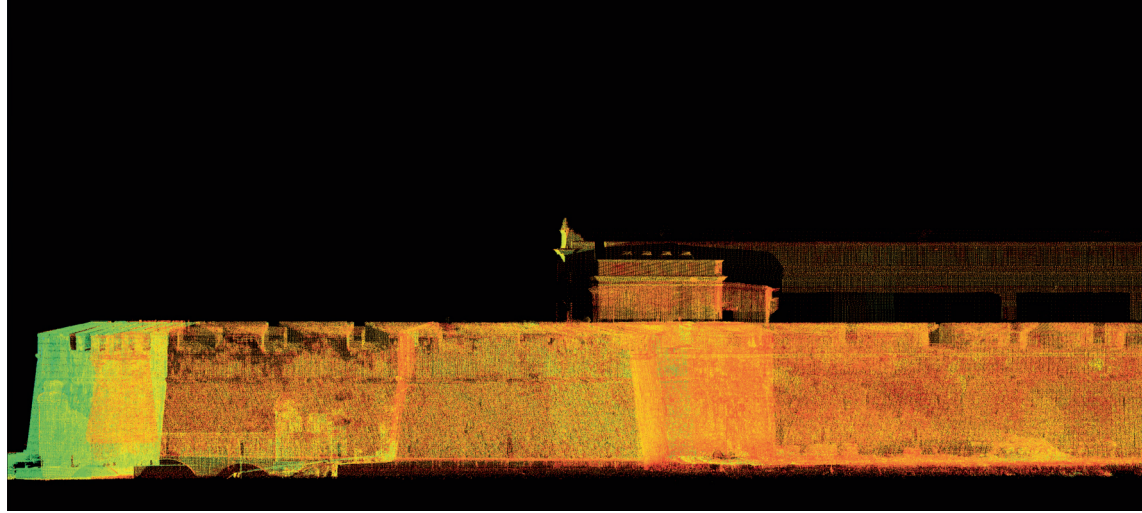
Second Stay: September 2009. Ancillary techniques: photogrammetry and digital imaging processes

During the second stay of the UPV team in Mexico, the INAH team was consolidated, under the direction of Ángel Mora Flores. Upon receipt of the own equipment (in our first visit we worked with a rented one) we got back to work scanning the headquarters of the Coordination of Monuments, so the needed scans were completed. (The façade that was under construction is now complete.) It also has been started the scanning of its immediate surroundings to be completed later with all the exterior façades of the National Palace, seat of government of Mexico, at the Zócalo Square.

After finishing the scanning system, a course in aerial photography was taught, following the notions of terrestrial photogrammetry that were taught during our first stay. (Programs of digital image rectification, restitution and photomodel.) "Epipolarización" procedures have been explained, too, in order to obtain images of anaglyphs that allow the observation of the model in relief. During this period INAH was contacted by the

Figs. 15, 16 y 17. Nubes de puntos de fortaleza de San Juan de Ulúa. Abajo derecha el garitón de vigilancia, digitalizado previo a su desmontaje y reconstrucción.

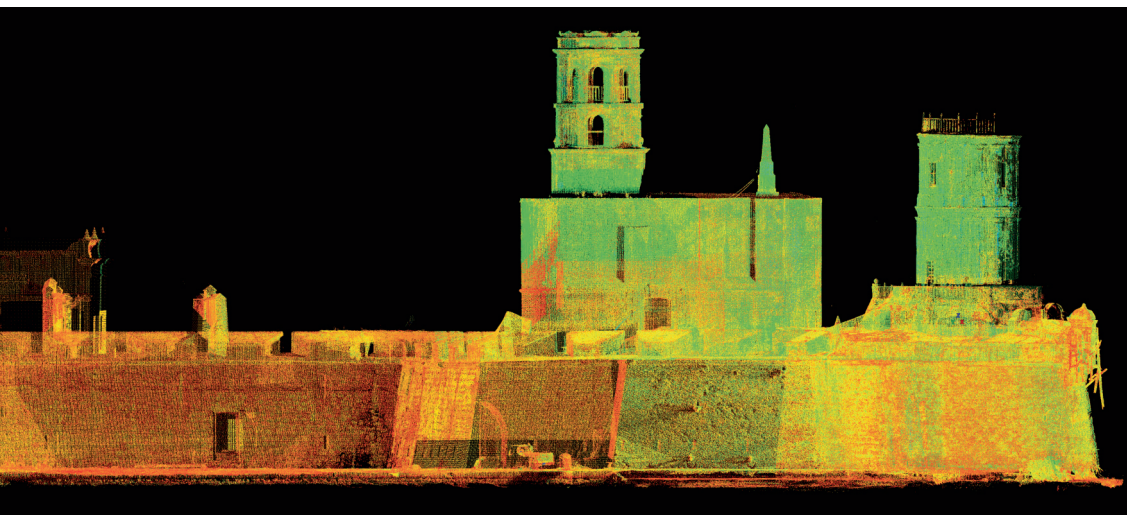
Figs. 15, 16, 17. Point cloud of San Juan de Ulúa fortification. Down right the watch turret, digitalized before its disassembly and reconstruction.



Como complemento al sistema de digitalización se impartió un curso de fotogrametría aérea, continuación de las nociones de fotogrametría terrestre que se enseñaron durante nuestra primera estancia. (Programas de rectificación digital de imágenes, restitución y fotomodelado.)

También se explicaron procedimientos de epipolarización de imágenes para la obtención de anáglifos que permiten la observación del modelo en relieve.

En este periodo se puso en contacto con el INAH, el arqueólogo D. Sergio Gómez Chávez, para el que realizamos las primeras tomas de lo que sería un extenso trabajo para documentar una importante excavación junto a la Pirámide de Quetzalcóatl, en la zona arqueológica de Teotihuacan, Estado de México. La actividad de escaneo se realizó en aproximadamente 22 horas, con 21 posiciones y aproximadamente 48 millones de puntos láser.



3ª Estancia: Últimos trabajos, publicación y exposición de trabajos

Nuestro último viaje, sirvió sobre todo para constatar la calidad técnica y eficacia operativa del equipo en nuestra ausencia. Un conjunto de 16 proyectos a nivel nacional, entre ellos la fortaleza completa de San Juan de Ulúa, en el estado de Veracruz, último bastión donde ondeó la bandera española antes de la independencia de México.

Concluyó nuestra estancia con la inauguración de la exposición de los trabajos efectuados en la Casa de España, a la que queremos expresar nuestro agradecimiento y reconocer la inestimable colaboración y el amparo constante que el proyecto siempre ha tenido por parte del Centro Cultural de España en México, con D. Jesús Oyamburu al frente. Este apoyo recibido, sin duda, contribuirá a acrecentar la conexión entre dos países, México y España, que históricamente han mantenido una estrecha vinculación cultural. ■

NOTAS

1 / ALCÁNTARA ONOFRE, Saúl. "Prólogo" V.V.A.A. *Implementación de nuevos métodos de documentación y registro fotogramétrico Digital para la protección y puesta en valor del Patrimonio Monumental Mexicano*. Coedición: Instituto Nacional de Antropología e Historia/Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio. México 2010. Pág. 15

Referencias

– AUTORES (p.o. de firma): Ignacio Bosch; José Herráez; Pablo Navarro; Juan Serra; M^a Paz Cortés
TÍTULO: LA FUNCIÓN DEL DIGITALIZADOR TRIDIMENSIONAL (SCANNER LÁSER3D) EN LA PRODUCCIÓN ACTUAL DE LEVANTAMIENTOS ARQUITECTÓNICOS.
EDITORIAL: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
REF. REVISTA/LIBRO (ISBN,ISSN,SUPV): ARCHÉ. PUBLICACIÓN DEL INSTITUTO UNIVERSITARIO DE

archaeologist D. Sergio Gómez Chávez and, as a result of this contact, we made the first shots of what would be an extensive work to document an important excavation next to the Pyramid of Quetzalcoatl, in the archaeological zone of Teotihuacan, State of Mexico. The scanning activity was completed in approximately 22 hours, with 21 positions and about 48 million of laser points.

3 rd Stay: Last works, publication and works exhibition

Our last trip, served mainly to check the technical quality and operational efficiency of equipment in our absence. A set of 16 projects nationwide, including the full fortification of San Juan de Ulúa, in Veracruz State, the last bastion where the Spanish flag waved before the independence of Mexico.

Our visit has been concluded with the opening of the exhibition of the works made at the Casa de España, to whom we would like to express our gratitude and to recognize the invaluable cooperation and constant support the project always had from the Cultural Center of Spain in Mexico, with D. Jesús Oyamburu forward. All the support received, will undoubtedly contribute to enhance the connection between two countries, Mexico and Spain, which historically have preserved a close cultural link. ■

NOTES

1 / ALCÁNTARA ONOFRE, Saul. "Prologue" V.V.A.A. *Implementation of new methods of documenting and recording Digital photogrammetric for the protection and enhancement of the Monumental Patrimony of Mexico*. Co-publication: National Institute of Anthropology and History /University Institute of Patrimony Restoration.Mexico 2010.Page15.

References

– AUTHORS (signature): Ignacio Bosch, Jose Herráez, Pablo Navarro, Juan Serra, M^a Paz Cortes
TITLE: THE ROLE OF THREE-DIMENSIONAL SCANNER (SCANNER laser3d) IN THE CURRENT PRODUCTION OF ARCHITECTURAL SURVEY.
EDITORIAL: POLYTECHNIC UNIVERSITY OF VALENCIA
REF. MAGAZINE / BOOK (ISBN, ISSN, SUPV): Arche. PUBLICATION OF UNIVERSITY INSTITUTE HERITAGE RESTORATION OF THE UPV (ISSN 1887-3960)
VOLUME: 1 PAGES: 335-338 YEAR: 2006

– AUTHORS (signature): José Herráez Boquera, Pablo Navarro Esteve, José Luis Ríos Denia
TITLE: Fundamentals and applications of laser scanning technology for documentation and restoration of
EDITORIAL: National Institute of Anthropology and other
REF. MAGAZINE / BOOK (ISBN, ISSN, SUPV): 9786074841046)
VOLUME: 1 PAGES: 17 - 41 Year: 2010 KEY: BC



- AUTHORS (signature): José Herráez Boquera, Pablo Navarro Esteve, José Luis Ríos Denia
TITLE: Cooperation between the National Institute of Anthropology and History in Mexico and the University Institute Heritage Restoration.
EDITORIAL: National Institute of Anthropology and other
REF. MAGAZINE / BOOK (ISBN, ISSN, SUPV): 9786074841046)
VOLUME: 2 PAGE: 43 - 55 Year: 2010
- AUTHORS (signature): José Herráez Boquera, Pablo Navarro Esteve, José Luis Ríos Denia
TITLE: Shares of national and international collaboration between the Laboratory of the Institute for Photogrammetry Heritage Restoration and various public and private entities.
EDITORIAL: Real Academia de Cultura Valenciana
REF. MAGAZINE / BOOK (ISBN, ISSN, SUPV) Engineering mapping, surveying and property in the Valencian community
VOLUME: 7 PAGE: 1 - 6 YEAR: 2010 KEY: BC
- AUTHORS (signature): José Herráez Boquera, Pablo Navarro Esteve, José Luis Ríos Denia
TITLE: Applications of laser equipment
EDITORIAL: Real Academia de Cultura Valenciana
REF. MAGAZINE / BOOK (ISBN, ISSN, SUPV), "On Mapping and engineering history
VOLUME: 7 PAGE: 1 - 57 year: 2009
- AUTHORS (signature): José Herráez Boquera, Pablo Navarro Esteve
TITLE: GENERAL APPROACH OF THE APPLICATION OF LASER TECHNOLOGY FOR OBTAINING THE GEOMETRY OF ACCURACY FOR ITS IMPLEMENTATION FOR THE STUDY OF THE SIMULATION OF FIRE
REF. MAGAZINE / BOOK (ISBN, ISSN, SUPV): XXI International Congress INGEGRAF (ISBN 978-84-96351-57-8)
VOLUME: PAGES: 421-429 YEAR: 2009 KEY: PR
- AUTHORS (signature): José Herráez Boquera, Pablo Navarro Esteve, José Luis Ríos Denia
TITLE: Generation of Mapping for Restoration Projects.
REF. MAGAZINE / BOOK (ISBN, ISSN, SUPV): XXI International Congress INGEGRAF (ISBN 978-84-96351-57-8)
VOLUME: PAGES: 600-625 YEAR: 2009
- AUTHORS (signature): Pablo Navarro, Jose Herráez, John Serra, Valeria Marcenac, Ignacio Bosch
TITLE: ARCHITECTURAL HERITAGE CHART READING. THE ART OF 3D-LASER SCANNER AND ITS PRACTICAL APPLICATION
EDITORIAL: Editorial UPV
REF. MAGAZINE / BOOK (ISBN, ISSN, SUPV): XVI International Congress of Conservation and Restoration of Cultural (ISBN 84-8363-025-7)
VOLUME: PAGES: 1885 - 1896 YEAR: 2006
- AUTHORS (p.o. signature): José Boquera Herráez
TITLE: Applications with terrestrial laser
EDITORIAL: University of Vigo
REF. MAGAZINE / BOOK (ISBN, ISSN, SUPV): International workshop Close Range Photogrammetry and terrestrial Laser: Applications
VOLUME: PAGES: 1 to 1 YEAR: 2005
- AUTHORS (signature): Pablo Navarro, Jose Herráez
TITLE: Presentation of different experiences.
EDITORIAL: School of Architecture, Valladolid
REF. MAGAZINE / BOOK (ISBN, ISSN, SUPV): Proceedings of the Fourth Conference on Architectural Photogrammetry
VOLUME: PAGES: 1 to 1 YEAR: 2004
- RESTAURACIÓN DEL PATRIMONIO DE LA UPV (ISSN 1887-3960)
VOLUMEN: 1 PÁGINAS: 335 - 338 AÑO: 2006
- AUTORES (p.o. de firma): José Herráez Boquera; Pablo Navarro Esteve; José Luis Denia Ríos
TÍTULO: Fundamentos y aplicaciones de la tecnología del escáner laser para la documentación y restauración del patrimonio
EDITORIAL: Instituto Nacional de Antropología y otros
REF. REVISTA/LIBRO (ISBN,ISSN,SUPV): 9786074841046)
VOLUMEN: 1 PÁGINAS: 17 - 41 AÑO: 2010 CLAVE: CL
- AUTORES (p.o. de firma): José Herráez Boquera; Pablo Navarro Esteve; José Luis Denia Ríos
TÍTULO: Cooperación entre el instituto Nacional de Antropología e Historia de México y el Instituto Universitario de Restauración de Patrimonio.
EDITORIAL: Instituto Nacional de antropología y otros
REF. REVISTA/LIBRO (ISBN,ISSN,SUPV): 9786074841046)
VOLUMEN: 2 PÁGINAS: 43 - 55 AÑO: 2010
- AUTORES (p.o. de firma): José Herráez Boquera; Pablo Navarro Esteve; José Luis Denia Ríos
TÍTULO: Acciones de colaboración Nacionales e Internacionales entre el Laboratorio de Fotogrametría del Instituto de Restauración del Patrimonio y diversas entidades públicas y privadas.
EDITORIAL: Real Academia de Cultura Valenciana
REF. REVISTA/LIBRO (ISBN,ISSN,SUPV): Ingeniería cartográfica, geodesia y patrimonio en la comunidad valenciana
VOLUMEN: 7 PÁGINAS: 1 - 6 AÑO: 2010 CLAVE: CL
- AUTORES (p.o. de firma): José Herráez Boquera; Pablo Navarro Esteve; José Luis Denia Ríos
TÍTULO: Aplicaciones del equipo laser
EDITORIAL: Real Academia de Cultura Valenciana
REF. REVISTA/LIBRO (ISBN,ISSN,SUPV): En torno a la ingeniería Cartográfica y su historia
VOLUMEN: 7 PÁGINAS: 1 - 57 AÑO: 2009
- AUTORES (p.o. de firma): José Herráez Boquera; Pablo Navarro Esteve
TÍTULO: PLANTEAMIENTO GENERAL DE LA APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LÁSER PARA LA OBTENCIÓN DE GEOMETRÍA DE PRECISIÓN PARA SU IMPLEMENTACIÓN PARA LOS ESTUDIOS DE LA SIMULACIÓN DE INCENDIOS
REF. REVISTA/LIBRO (ISBN,ISSN,SUPV): XXI CONGRESO INTERNACIONAL INGEGRAF (ISBN 978-84-96351-57-8)
VOLUMEN: PÁGINAS: 421 - 429 AÑO: 2009 CLAVE: PR
- AUTORES (p.o. de firma): José Herráez Boquera; Pablo Navarro Esteve; José Luis Denia Ríos
TÍTULO: Generación de Cartografía para Proyectos de Restauración.
REF. REVISTA/LIBRO (ISBN,ISSN,SUPV): XXI CONGRESO INTERNACIONAL INGEGRAF (ISBN 978-84-96351-57-8)
VOLUMEN: PÁGINAS: 600 - 625 AÑO: 2009
- AUTORES (p.o. de firma): Pablo Navarro; José Herráez; Juan Serra; Valeria Marcenac; Ignacio Bosch
TÍTULO: LECTURA GRAFICA DEL PATRIMONIO ARQUITECTONICO. LA TECNICA DEL SCANNER-LASER 3D Y SU APLICACIÓN PRÁCTICA
EDITORIAL: Editorial UPV
REF. REVISTA/LIBRO (ISBN,ISSN,SUPV): XVI Congreso Internacional de Conservación y Restauración de Bienes Culturales (ISBN 84-8363-025-7)
VOLUMEN: PÁGINAS: 1885 - 1896 AÑO: 2006
- AUTORES (p.o. de firma): Herráez Boquera José
TÍTULO: Applications with terrestrial laser
EDITORIAL: Universidad de Vigo
REF. REVISTA/LIBRO (ISBN,ISSN,SUPV): International workshop Close Range Photogrammetry and terrestrial laser: applications
VOLUMEN: PÁGINAS: 1 - 1 AÑO: 2005
- AUTORES (p.o. de firma): Pablo Navarro; José Herráez
TÍTULO: Presentación de diversas experiencias.
EDITORIAL: Escuela de Arquitectura de Valladolid
REF. REVISTA/LIBRO (ISBN,ISSN,SUPV): Actas del las IV Jornadas de Fotogrametría Arquitectónica
VOLUMEN: PÁGINAS: 1 - 1 AÑO: 2004.

