

Los secretos de Angkor Wat

por Chris Cromarty

Angkor Wat es uno de los complejos de templos más famoso del mundo. En 1992, este templo, erigido en el siglo XII por el Imperio Jemer bajo el reinado de Suryavarman II, fue declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO. Angkor Wat era el epicentro de una de las civilizaciones más poderosas del mundo y, con hasta un millón de habitantes en su época de esplendor, posiblemente el mayor imperio mundial de aquellos tiempos. Durante la estación seca en Camboya, para el abastecimiento de una población tan numerosa se requería un sofisticado sistema de riego. Anteriormente, los arqueólogos ya habían utilizado los datos de radar y teledetección para conocer más a fondo la gran civilización de Angkor. Los estudiosos parten de la idea de que una compleja infraestructura para el suministro de agua, compuesta de depósitos de almacenamiento, canales y diques, recogía el agua del altiplano y la distribuía entre los campos de arroz de las tierras bajas.

Los arqueólogos encargados de estudiar esta cultura tuvieron que hacer frente a los más diversos desafíos para el registro de su infraestructura. En las remotas áreas del altiplano crece una espesa jungla y además las tierras están repletas de minas de la época de los Jémeres Rojos. Por este motivo, PT McElhanney Indonesia propuso sobrevolar estas áreas con un helicóptero en el que se había instalado un escáner

Leica ALS60 LiDAR y una cámara de tomas aéreas de tamaño medio de Leica para localizar y modelar características interesantes para los arqueólogos. De este modo podrían identificarse áreas de interés aislando los imperceptibles cambios topográficos provocados por las infraestructuras de riesgo y otras intervenciones de planificación urbana y luego organizar equipos de eliminación de minas para poder someter el terreno a inspecciones más precisas.

Para abordar un proyecto de esta escala fue necesario constituir un consorcio. PT McElhanney cooperó estrechamente con el profesor Roland Fletcher y el Dr. Damian Evans del Instituto para Arqueología de la Universidad de Sydney con el fin de reunir a un grupo apropiado de expertos.

Preparación del proyecto

Antes del transporte del equipamiento al área correspondiente, se exploró el entorno in situ y se definió en el marco de varios encuentros qué informaciones esperaban los arqueólogos obtener de los datos. Otro aspecto importante para el viaje de reconocimiento era la evaluación del terreno y de la vegetación para maximizar el potencial de la tecnología LiDAR.

PT McElhanney se tomó algunos días para visitar con los arqueólogos distintos emplazamientos históricos y comprender los desafíos a los que se habrían de hacer frente. En las tierras bajas y en las áreas de asentamiento se realizaron investigaciones exhaus-



tivas de los emplazamientos arqueológicos. Allí, los arqueólogos esperaban obtener nuevos conocimientos sobre la posición de los denominados «montículos de asentamiento». Se trata de áreas con topografía ligeramente elevada frente a los campos de arroz o áreas de drenaje que indican de un modo u otro la existencia del asentamiento. Puesto que el pueblo, incluido el rey, vivía en construcciones de madera, parecía claro que la identificación de los cimientos de edificios no iba a ser sencilla. Este conocimiento era importante para la creación de un registro de datos LiDAR al objeto de determinar estas mínimas modificaciones topográficas. Solo los templos se construían en piedra, de modo que también era muy importante la identificación de posibles restos de piedra. Estas áreas de interés en las tierras bajas podrían localizarse e identificarse con ayuda de una combinación de aerofotografías de alta resolución y LiDAR.

Las zonas con mucha vegetación suponían el mayor desafío. Las exigencias en relación a la búsqueda de pequeñas modificaciones de terreno eran iguales que para las demás áreas, pero la densa jungla camboyana y las minas terrestres ocultas no hacían fácil a los arqueólogos el examen de las áreas de interés. Estas áreas debían limpiarse antes de cada comprobación por parte de un comando de búsqueda de minas con una considerable inversión de tiempo y dinero. La

exploración de áreas de interés bajo las copas de los árboles por medio de imágenes de satélite y datos de radar era virtualmente imposible, por lo que se utilizó LiDAR para crear un modelo de terreno digital (DGM) lo más preciso posible, por medio del cual podían determinarse con total precisión las ubicaciones específicas para posteriores inspecciones. El DGM de LiDAR de alta precisión ayudó también al modelado de elementos que previamente se habían identificado de modo incorrecto, por ejemplo, características clasificadas como carreteras que en realidad eran paredes de un depósito.

A causa del peligro que representan las minas terrestres en Camboya y de la exploración no precisamente minuciosa realizada en estas áreas, la existencia de muchos otros templos que permanecen sin descubrir es de momento solo una sospecha. Por eso, la tecnología LiDAR es la apropiada también para la búsqueda de templos que pudiera haber en el área del proyecto.

Adquisición de datos con máxima precisión

Se trabajó en tres áreas principales de interés en la zona de Siem Reap que cubre una superficie total de 270 kilómetros cuadrados. Debido a la elevada precisión necesaria, se emplearon dos estaciones base GPS para la adquisición de datos. La elección del helicóptero resultó ideal, puesto que una de las zonas se



El proyecto galardonado

El proyecto fue nominado para el Award of Excellence del Asia Geospatial Forum en el sector de las aplicaciones arqueológicas y fue distinguido en septiembre de 2012 con dicho premio. Esperamos que haya más nominaciones y distinciones en otras partes del

mundo que conduzcan a revolucionar el uso de la tecnología en el sector de la arqueología en esta y otras regiones del mundo.

www.asiageospatialforum.org

encontraba aprox. a 100 kilómetros del aeropuerto más cercano, por lo que durante la adquisición de datos de este bloque se requería un reportaje in situ.

En las áreas boscosas, la adquisición de datos se realizó usando un patrón cuadrulado para ofrecer a la tecnología LiDAR las máximas posibilidades de penetrar en el suelo de la selva. Para esta área se seleccionó una densidad de hasta 16 puntos LiDAR por metro cuadrado, necesaria para el modelado del suelo bajo la espesa vegetación. Sobre los templos, se maximizaban así las capacidades del escáner LiDAR para el modelado 3D. Además, sobre las áreas de interés se recopilaban datos completos de forma de onda LiDAR para lograr un DGM óptimo a pesar de la gran densidad de vegetación.

Al mismo tiempo se registraron aerofotografías con los datos LiDAR. Pese a que las aerofotografías tenían una prioridad secundaria respecto a LiDAR, la adquisición se realizó mediante una especificación estereoscópica prestándose atención al solapamiento completo con todos los datos LiDAR para la posterior creación de productos de datos y vistas. Estas imágenes de alta resolución resultaron ser inestimables en el modelado LiDAR.

Todos estos datos, registrados en la densidad correspondiente, producían cada día un registro de datos realmente grande. Incluso con la técnica más avanzada, la gestión de datos representa a día de hoy uno de los mayores desafíos en lo referente a la adquisición de datos. El trabajo que suponía la copia de seguridad de estos datos y la preparación de las unidades de disco para el día siguiente era considerable.

Otro de los desafíos era la adquisición de aerofotografías en el seco clima de verano camboyano. Por poner solo un ejemplo, las temperaturas por la tarde estaban a menudo por encima de 45 °C, lo que dejaba al límite las temperaturas de funcionamiento de los aparatos. Además, los desmontes por incendio en verano provocados por los granjeros locales ponían en dificultad la adquisición de imágenes de la máxima calidad. A pesar de todo ello, el proyecto pudo concluir satisfactoriamente sin grandes retrasos y dentro del calendario previsto.

Tras las huellas de la historia de Angkor

Las exploraciones preliminares ya han revelado descubrimientos fascinantes. Según el arqueólogo Dr. Evans, el levantamiento LiDAR ha generado en muy





poco tiempo un «registro de datos para toda una vida»). La capacidad de la tecnología LiDAR para penetrar en vegetación densa permite la observación de los complejos de templos, supuestamente por primera vez desde los tiempos del asentamiento original. Los sutiles cambios topográficos han puesto de manifiesto redes de carreteras, colinas de asentamiento y otras intervenciones humanas que hasta ahora eran imperceptibles desde el suelo. Los arqueólogos creen que gracias a los datos registrados podrán obtenerse conocimientos revolucionarios sobre la cultura de Angkor que aportarán nueva luz sobre la historia del Imperio Jemer. ■

Sobre el autor:

*Chris Cromarty dirige el departamento LiDAR en PT McElhanney Indonesia, un área comercial de McElhanney Consulting Services Ltd. con sede en Vancouver, Canadá. Con más de 15 años de experiencia en proyectos de cartografía en todo el mundo, es el experto para LiDAR y teledetección.
ccromarty@mcelhanney.com*

