

HXGN LIVE  
EDICIÓN

# REPORTER 75



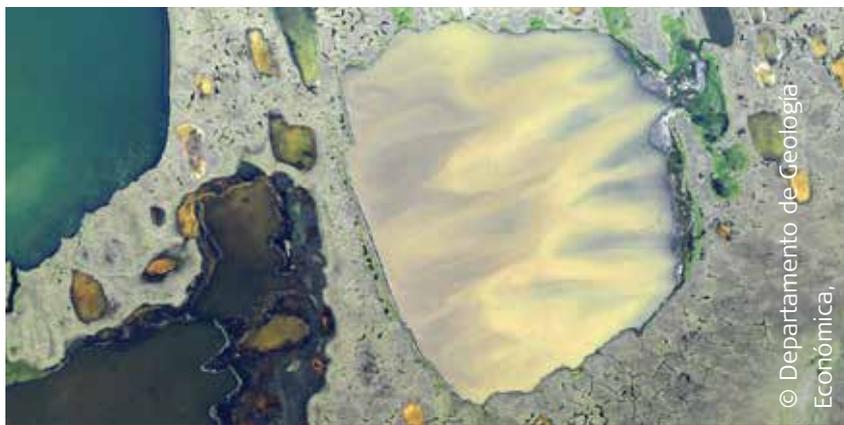
**HEXAGON**  
GEOSYSTEMS

*Leica*  
Geosystems

- 4 Sostenibilidad de la salud de un aeropuerto
- 7 Cartografía de la última frontera
- 10 El láser escáner ayuda en la construcción de barcos
- 14 Pídale a su láser lo que quiera
- 16 Transformando los datos en conocimiento con Jigsaw
- 20 Nivelación de un campo de juego
- 22 Corrientes suaves garantizadas
- 24 Cuando se requiere una mayor velocidad topográfica
- 27 Digitalización del imponente Taj Mahal
- 30 Un reto desde las alturas
- 32 Rescatado del fondo del mar
- 36 Cartografía móvil de una zona catastrófica
- 39 Lanzamiento espacial con multiestación
- 40 Capturando la realidad en la Isla de Ellis
- 44 Presentación a los clientes
- 46 Novedades



## 40 Capturando la realidad en la Isla de Ellis



## 7 Cartografía de la última frontera



© NPS



## El mensaje del Presidente

La inteligencia espacial nos da la capacidad de entender nuestro mundo, tanto si un decorador de escenarios de películas tiene que medir una distancia individual entre dos soportes como si un científico tiene que trazar cartografías del terreno en 3D de una frontera en estado salvaje. Hemos conseguido realizar un trabajo mejor, lo que es necesario para modelar un cambio inteligente en todo el mundo gracias a un conocimiento más profundo de los medios tan exigentes en los que trabajamos.

La inteligencia espacial es la clave para entender el impacto de los desastres naturales. Un equipo de arquitectura de la Universidad de Notre Dame utilizó la tecnología de láser escáner de Leica Geosystems para descubrir si la famosa maravilla del mundo hindú, el Taj Mahal, estaba a salvo de los posibles impactos de un terremoto próximo, asegurándose de que el monumento tuviera una estructura sólida. Al mismo tiempo, se utilizó Leica Pegasus:Backpack después de un tornado destructivo que sucedió en Italia para ofrecerle información crítica al gobierno local, permitiendo así su recuperación y la restauración de las operaciones para su puesta en marcha con la mayor rapidez y seguridad.

No es posible generar resultados de calidad sin inteligencia espacial. El constructor del barco de crucero alemán Meyer Werft explica que se colocaron 800 toneladas de bloques de precisión con la Leica ScanStation P40 para construir algunos de los navíos más grandes en alta mar de la actualidad. Científicos de la Universidad de Tejas en el Departamento de Geología Económica de Austin utilizaron Leica Chiroptera para realizar mediciones exactas de miles de lagos y determinar dónde podrían construirse carreteras de hielo con seguridad y sostenibilidad en algunas de las zonas más remotas del planeta.

La inteligencia espacial nos ayuda a moldear un mundo más servicial y estoy orgulloso de que nuestras innovaciones sirvan de ayuda para conseguirlo. Disfrute de la lectura.

Juergen Dold  
Presidente, Hexagon Geosystems



© Cota de referencia de topografía

## 30 Superación desde las alturas



# SOSTENIBILIDAD DE LA SALUD DE UN AEROPUERTO

El Aeropuerto Internacional Hartsfield-Jackson Atlanta (ATL) de Atlanta, Georgia, EE. UU., es famoso por ser el más transitado del mundo durante los pasados 15 años, y cuenta con más de 2.700 vuelos de ida y vuelta y más de 250.000 pasajeros al día. El aeropuerto se está preparando

para las futuras tendencias en el sector de transporte, por lo que ha ampliado recientemente las instalaciones y cuenta con un complejo de siete vestíbulos y cinco pistas de unos 12.000 pies (aproximadamente, 3.600 metros). Toda la infraestructura abarca más de 4.700 acres (1.900 hectáreas).



El transporte aéreo está en constante expansión y los presupuestos siguen ajustándose cada vez más. Las estrategias nuevas exigen más eficiencia, lo que a cambio, exige procesos y herramientas más rápidas y modernizadas. La mejor solución para la mejora sustancial de la eficiencia en un aeropuerto es la gestión adecuada y la documentación de la localización, además de las condiciones de los recursos y las instalaciones de la infraestructura. Los gastos de operaciones y de mantenimiento del funcionamiento de un aeropuerto causan impactos importantes en la planificación de los presupuestos y ayudan a permitir un balance positivo de ingresos al final del ejercicio anual.

ATL cuenta con una cantidad enorme de complicaciones que gestionar, documentar y controlar, y la consecución de todo esto supone un gran reto. Al igual que otros aeropuertos de tamaño similar, ATL cuenta con diferentes sistemas de instalaciones como aguas pluviales, alcantarillado, combustible de aviación, electricidad, fosas de combustible, sistemas de separación de grasa, aceite y telecomunicaciones. Y, a su vez, cuentan con pozos, válvulas y bocas de riego. Deberá detectarse cualquier defecto en el pavimento de un campo de aviación como grietas, desconchados o errores en los sellos de juntas de las pistas o calles de rodaje y se planificarán con antelación las reparaciones.

Cada uno de estos sistemas exige un control constante dada la complejidad en aumento y las exigencias de la normativa reguladora. Hay que hacerse cargo de importantes multas en caso de no acreditar el debido cumplimiento. Las herramientas GIS sirven de ayuda para que el personal del aeropuerto visualice todos los sistemas de instalaciones en un único mapa y, también, a ayudar a completar funciones operacionales con mayor rapidez y efectividad. La gestión de activos también documenta la localización exacta de la iluminación, señales y letreros del campo de aviación, y es fundamental que la dirección conozca exactamente la iluminación, señal o letrero en la que se necesita el servicio técnico. Los sistemas modernos GIS permiten la

sencilla identificación y la simplificación del mantenimiento de modo efectivo para los gastos y el tiempo.

#### CÓMO ENCONTRAR OTRA FORMA DE RECOGIDA DE DATOS

Durante los últimos siete años, ATL ha contado con tecnología de nivel topográfico y de datos GPS para recabar datos de instalaciones, pavimento y otra información crítica con una precisión centimétrica. Sin embargo, se utiliza software patentado y es difícil gestionar los datos recogidos en todas las operaciones del aeropuerto, principalmente porque no trabajaban con eficiencia con CAD, planificación GIS o flujos de trabajos de ingeniería del aeropuerto y personal GIS. ATL ha buscado la solución correcta para trazar cartografías, recoger y grabar información de activos e instalaciones en una base de datos centralizada y compartir la información entre los responsables y el personal de campo.

Hace tres años, ATL tomó una decisión para utilizar Esri's Collector for ArcGIS para recoger y actualizar datos en el campo con smartphones y tablets. Los equipos de operación aérea y de tierra que trabajaron en la oficina de gestión de pavimento necesitaban una interfaz común de software para comunicarse con el personal de campo y el Collector for ArcGIS aportaba el enlace que faltaba. Collector for ArcGIS configura el proyecto de recogida, gestiona y edita todos los datos en tiempo real y los exporta para su uso con otros sistemas como CAD, con el medio ArcGIS Online.

El personal de campo utilizaba smartphones y tablets con Collector for ArcGIS instalados, lo que se convirtió en algo muy popular. El personal entendía fácilmente cómo utilizar la interfaz del dispositivo inteligente con el que se habían familiarizado y en un periodo breve de tiempo, recogían, visualizaban y compartían datos rápidamente y en tiempo real en múltiples plataformas, online y offline. Sirvió de mucha ayuda a los equipos de operaciones aéreas y en tierra, ya que informaban fácil y simultáneamente de cualquier cambio una gran cantidad de personal de campo.

Brian Haren, coordinador senior del programa GIS en Hartfield-Jackson explica "en las operaciones aéreas y en tierra H-JAIA hay que compartir información acerca del estado del aeródromo y realizar reparaciones en tiempo real. En el pasado, se trataba de identificar las localizaciones de las reparaciones con métodos imprecisos como descripciones verbales, que se enviaban por correo electrónico, mensaje de texto o llamadas telefónicas. Ahora el personal comparte una localización precisa, la descripción e información de la fotografía en tiempo real mediante una amplia variedad de plataformas con Collector for ArcGIS. Así se consiguen respuestas más eficientes y puntuales a problemas críticos en el aeródromo."

#### TRASLADO A UN NUEVO GIS PARA OBTENER UNA MAYOR EFICIENCIA

En cuanto se supo del lanzamiento del nuevo colector de activos GIS Leica Zeno 20 para un sistema operativo Android, el aeropuerto mostró interés de inmediato. De este modo, un dispositivo de recogida de activos de nivel topográfico podía alcanzar una precisión centimétrica en la recogida de datos que otros dispositivos inteligentes no podían ofrecer. El dispositivo también es compatible con Esri's Collector for ArcGIS dado que se utilizó un sistema operativo Android.

Después de probar Esri's Collector for ArcGIS en Zeno 20 con una antena ligera y externa GNSS en un bastón, Leica Zeno 20 ofreció la precisión centimétrica requerida en el aeropuerto y en el personal de campo. También se trazaban cartografías y registraban datos en una base de datos centralizada y compartían dicha información en tiempo real. Ahora todo el aeropuerto trabajaba con flujos de trabajo optimizados, con personal de oficina dedicado a la gestión eficiente de datos e incorporándolos en sistemas CAD y GIS.

La combinación del Collector for ArcGIS app, Zeno 20 y ArcGIS Online Subscription lleva el nombre de ZenoCollector. El personal de campo puede visualizar los datos recogidos de activos con imágenes de fondo de alta resolución en pantallas grandes con ZenoCollector. Es posible tomar decisiones clave en tiempo real, basadas en la calidad y precisión de los datos recogidos con ArcGIS Online, una plataforma de cartografía en la nube. Los gestores de proyectos y el resto del personal crítico también podrán seguir el progreso de las recogidas de datos de campo, desde sus oficinas o dispositivos móviles, mientras están sucediendo.

Gracias al ZenoCollector, el personal de campo ATL captura numerosos activos con precisión y eficiencia y se comunica en tiempo real con todos los implicados, documentando las condiciones de esta infraestructura compleja con precisiones de nivel topográfico. Durante el transcurso del tiempo, se han reducido los costes del trabajo y se ha hecho posible la planificación proactiva, alcanzando un ciclo vital considerablemente mejorado en instalaciones y activos en ATL.

"Leica Zeno 20 con Collector for ArcGIS nos permite llevar los flujos de trabajo de recogida de datos 2D de alta precisión totalmente a un medio ArcGIS. Esri's ArcGIS Online se convierte en el centro y a su alrededor, giran todos los datos de campo y su recogida, eliminando la necesidad de introducir otras soluciones de terceros y costosas aplicaciones de escritorio," dijo Haren. "ZenoCollector aporta una experiencia de recogida de datos fácil de usar a los equipos de aviación GIS, ingeniería e instalaciones, es consistente con nuestros sistemas de smartphone y tablets de consumo, y ofrece la alta precisión y exactitud que necesitamos en la localización e identificación de infraestructuras críticas en un aeropuerto."

**GeoConnexion**

Se ha publicado una primera versión de la historia en **GeoConnexion** en <http://www.geoconnexion.com>.

# CARTOGRAFÍA DE LA ÚLTIMA FRONTERA

Alaska es el estado más grande de Estados Unidos con menor densidad de población. Famoso por su diversidad de paisaje y tiempo frío, puede ser difícil viajar por esta zona durante los meses de invierno. En las partes del norte del estado, donde la tundra es vasta y el clima invernal y duro, se ha extendido el uso de carreteras de hielo, siendo necesario para transportar recursos. Dado que el estado tiene más de 3 millones de lagos con más de 20 acres de tamaño, hay que entender correctamente el paisaje para

determinar con exactitud dónde podrían construirse las carreteras con seguridad y sostenibilidad. El Departamento de Geología Económica, la unidad de investigación de la Universidad de Tejas en Austin, realizaron el replanteo para trazar cartografías en una zona de esta frontera salvaje y ofrecer un mejor entendimiento del hábitat local con el sistema aéreo Leica Chiroptera LiDAR para realizar topografías de la Pendiente Norte de Alaska.

## UN PAISAJE ÚNICO

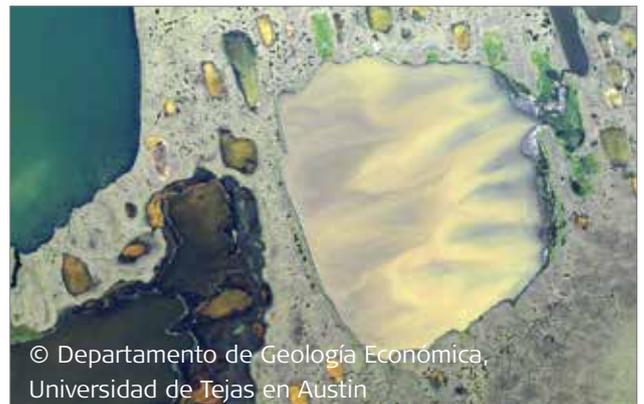
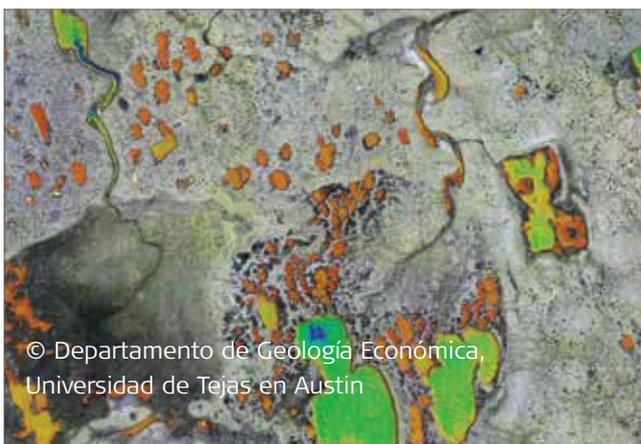
La micro-topografía de la Pendiente Norte de Alaska es compatible con diferentes cuerpos acuáticos en hábitats potenciales de peces y zonas de pantanos dentro del medio ártico de la tundra. Los lagos descongelados de la superficie cuentan con menos de 2 metros de profundidad, en general, y son el mayor componente del paisaje de la tundra, donde forman aproximadamente el 20 por ciento del área total. Están totalmente libres de hielo durante pocas semanas al año, así que programamos nuestro viaje de campo como corresponde, comenzando a mediados de julio y terminando a principios de agosto.

La profundidad del lago, el crecimiento del hielo y su descomposición determinan si forman un hábitat adecuado para la vida salvaje y la fauna acuática y para el desarrollo industrial. Se supone que existe una acumulación de hielo de 1,5 a 2 m de grosor en esta zona y es probable que el agua líquida esté por debajo de las cuencas centrales de los lagos, en el caso de que el agua tenga una profundidad superior a 2 m. Los resultados de las topografías fueron particularmente importantes porque revelaban que los lagos tenían una profundidad superior a 2 m, lo que es correcto para construir carreteras de hielo pero con un hábitat potencial para peces. También se esperaba que los resultados sirvieran para otras valoraciones hidrológicas y medioambientales en la zona.

"Con miles de lagos (de diferentes niveles de turbiedad), dispersados por la zona y desafiando condiciones climáticas que limitan las actividades de la topografía aérea, no fue nada fácil," comentó John Andrews, un científico de investigación del departamento, responsable de la comprobación de campo y sobre todo, del soporte logístico. "Pero conseguimos obtener datos topográficos y batimétricos muy detallados y precisos con la topografía aérea LiDAR en zonas donde los métodos tradicionales de topografía no serían viables."

## VUELOS CON POTENCIA DOBLE DE ESCANEADO

Un total de 95 líneas fueron sobrevoladas en la zona para cubrir todo el área topográfica donde aumentaban los números de líneas en dirección al oeste. La línea media de vuelo contaba con una longitud de unos 50 km. El espaciado de la línea de vuelo se estableció de 160 a



180 m para garantizar una cobertura completa, donde la presencia de la huella del láser de tierra tenía un ancho de 280 a 290 m. Para compensar la elevación de tierra diferente (30 m en el norte, 95 m en el sur), se controló la presión atmosférica durante los vuelos con el fin de mantener una altitud constante de vuelo y la huella sobre la tierra.

Chiroptera utiliza dos escáneres LiDAR para adquirir datos topográficos y batimétricos. Los datos de LiDAR topográfico (longitud de onda roja) se emitían a 300 kHz y se utilizan para conseguir datos 3D de posición y alta resolución de la topografía terrestre y la altura de la vegetación. Los datos de LiDAR batimétrico (longitud de onda verde) se emitían a 35 kHz y se utilizaban para determinar las estadísticas relacionadas con el agua, como la profundidad, el volumen y el tamaño de la zona. También recogimos imágenes de color natural e infrarrojo a 400 m y 1.700 m cada una, con fines de referencia visual y orto-rectificación.

"El pilar tecnológico de este proyecto lo constituía el sistema de imágenes y LiDAR aéreo Chiroptera," dijo John Hupp, un científico de investigación del departamento, responsable del procesamiento de datos de campo y calibración del sistema. "Gracias a la recogida simultánea de imágenes de alta resolución con los datos LiDAR, diferenciamos fácilmente las masas de agua, las características de la vegetación, los pantanos y las zonas de montaña, ahorrando tiempo y costes en comparación con cualquier otra topografía convencional."

La compensación media vertical en ambos escáneres LiDAR se medía a menos de 1 cm, mientras se calculaba la desviación típica a unos 3 cm, en comparación con los puntos de control de tierra recogidos en el pavimento de una pista del aeropuerto de Deadhorse. Se aplicaron procedimientos de calibración en ambos escáneres de forma individual, con inclinaciones de balanceo y cabeceo de menos de 2,6 cm.

"También comprobamos y corregimos cualquier error de calibración evidente en el sistema LiDAR, causado por la mayoría de ángulos de rotación de balanceo, cabeceo y guiñada en el sistema de navegación inercial incorrecta (INS). Es posible detectar estos errores con un análisis de las bandas LiDAR adyacentes y opuestas," dijo Hupp. "En teoría, en caso de que no



© Departamento de Geología Económica, Universidad de Tejas en Austin

esté presente ningún desajuste, los puntos LiDAR registrados de diferentes bandas deberían encajar entre sí constantemente en una superficie sin obstrucciones; aunque no se espera que sean perfectos, podemos conseguir resultados muy buenos en la práctica."

**ANÁLISIS DE DATOS MÁS RÁPIDOS Y PRECISOS**

Leica LiDAR Survey Suite LLSS v2.09 se utilizó para convertir archivos de datos crudos al estándar industrial LAS1.2 para su salida. Dado que los conjuntos de datos LAS están en formato binario, ofrecen un acceso rápido y sencillo a la información, tanto con fines de análisis como de visualización. Los conjuntos de datos de ambos escáneres estaban alicatados a 1 x 1 km para simplificar los requisitos computacionales para visualización y análisis de datos. Generamos 829 losas por toda la superficie topográfica y cada una, incluía una zona de almacenamiento de 20 m en cada dirección para crear un modelo de elevación digital (DEM) constante de 1 m con fines de cartografía.

Se calculó que la masa de agua más profunda estaba a 3,5 m. De todas las masas de agua analizadas que ascendían a 4.697, se clasificaron 3.837 (81,7%) como superficiales o muy superficiales, con profundidades calculadas de menos de 1 m. Exclusivamente el 4,6% (216 total) de las masas de agua excedía a 2,0 m. Se calculó la profundidad media de todas las masas de agua en 0,67 m. Un total de 3.014 masas de agua (64,1%) contenían menos de 1.000 m<sup>3</sup> de volumen de agua, y se calculó que 1.683 lagos tenían más de 1.000 m<sup>3</sup> de volumen de agua (35,9%). Se calculó que el volumen medio de todas las masas de agua analizadas era de 12.771 m<sup>3</sup> (3.373.741 galones)

"La tecnología avanzada de Chiroptera aportaba los resultados precisos, detallados y económicos

que permitan el análisis de características micro-topográficas y batimétricas en una localización remota del mundo," dijo Andrews. "Las masas de agua de todas las formas y tamaños posibles se mapeaban y analizaban rápidamente y con precisión (medios ribereños, pantanos y zonas de montaña, colinas y zonas llanas, además de otras características del terreno).



Se ha publicado una primera versión de la historia en **Hydro International** en <http://www.hydro-international.com>.



© Departamento de Geología Económica, Universidad de Tejas en Austin

**HxGN LIVE**

**Katalmis Saylam presentará otro proyecto de investigación realizado en Arizona con Chiroptera en la sesión 9215 de la topografía batimétrica aérea LiDAR de la cuenca baja del río Colorado a las 2 de la tarde del miércoles, 15 de junio en el Centro de Convenciones 203B.**

# EL LÁSER ESCÁNER AYUDA EN LA CONSTRUCCIÓN DE BARCOS

Imagine montar un rompecabezas de más de 30 millones de piezas. En las instrucciones se le indica que agrupe las piezas encajadas en 80 bloques individuales, que pesarán unas 800 toneladas. Los bloques deberán colocarse con precisión, para ofrecer un viaje seguro y placentero a los pasajeros a bordo de este crucero increíble.

Una vez planificado, dispondrá de menos de un año para su construcción, deberá superar todas las restricciones de presupuestos y las expectativas de los clientes en materia de calidad.

¡Bienvenido al mundo de la construcción de cruceros!



© Shutterstock | icarmen13

Nos enfrentamos a estos retos cada día en Meyer Werft. Construimos barcos desde 1795 en Papenburg, Alemania y hemos visto la evolución del transporte marítimo desde los barcos de madera hasta nuestro último lanzamiento en abril de 2015 del Royal Caribbean Anthem of the Seas. Con una longitud de 350 m y 168.666 toneladas, nuestro último crucero de la gama de lujo está surcando las olas por su elegante diseño.

#### **NO HAY ESPACIO PARA ERRORES**

El lema de todos los empleados en el astillero Meyer Werft de Alemania es "la primera vez es la buena". Incluso el más pequeño error puede tener un gran impacto en gastos de material y en personal e incluso retrasos en todo el proceso de construcción y gastos adicionales. En particular, el periodo breve de construcción en el pabellón del muelle de 500 metros de longitud en su dique seco supone uno de los retos diarios. Al utilizar toda su capacidad y construir dos navíos al año en intervalos de seis meses, los procesos de trabajo sirven para dos tipos diferentes de embarcaciones en diferentes etapas. Ahora mismo están en marcha los procesos de construcción de una sala de motores trasera submarina, mientras se completa el casco de un barco con los bloques finales de acero. La planificación avanzada y sofisticada de calidad en material de diseño y producción garantizan que los errores se detecten rápidamente y se den rara vez.

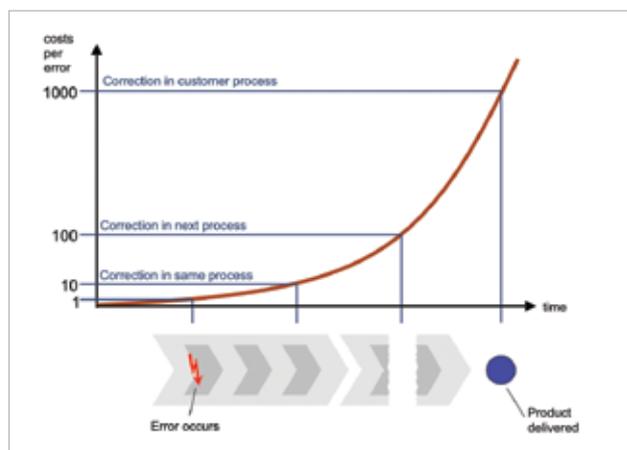
Las raíces de los procesos complejos y diversificados dependen de un enfoque basado en riesgos en el que se analizan las partes individuales del navío y las secuencias de trabajo, además de evaluar los errores potenciales. Las acciones procedentes de estos estudios no se centran solamente en los denominados 5Rs (pieza correcta,

tiempo correcto, cantidad correcta y calidad correcta). La información correcta es un factor clave en la construcción moderna y diligente de barcos. Estructurar la información detallada de los planos en diferentes documentos, de manera que cada una de las áreas de construcción reciban exclusivamente el contenido que necesitan, reduce el riesgo de que los árboles impidan ver el bosque.

La información personalizada para los artesanos aporta especificaciones técnicas, los procedimientos de mejores prácticas y la información de cómo evitar averías costosas. Con relación a los pasos del proceso independiente de la localización dentro de un gran navío, el hecho de introducir este sistema exclusivo de mejora reducción de errores por medio de nuevas herramientas, secuencias y datos disponibles en tiempo real, es fundamental para la eficiencia.

El segundo pilar de la gestión efectiva de calidad lo constituyen las pruebas e inspecciones en ciclos cortos. Se supone que el control de calidad deberá realizarse en ciertas fases donde el riesgo de error es alto. Si se detecta rápidamente, se evitará el tener que desmontar, fijar y recuperar las zonas completas de los camarotes y los espacios mecánicos del crucero. Se garantiza la eliminación de problemas en las últimas fases gracias a más de 60.000 pruebas individuales dentro del proceso de producción y otras pruebas adicionales en la fase de pedido y entrega.

El personal especializado y cualificado originario de disciplinas de construcción de acero, soldadura, pruebas de material, sistemas de tuberías, ingeniería de plantas,



pedidos, mobiliario de interiores y en particular, control espacial realizará las pruebas. La necesidad del control de calidad de ciclo corto realizado por inspectores especialmente formados se presenta en el gráfico exponencial y anterior de costes. Los errores que no se detecten pronto pueden provocar millones de costes que excedan del presupuesto y poner en peligro los planes de producción, dado que el coste de construcción se multiplica por 10 o incluso más durante cada paso siguiente del proceso.

Para resumir los resultados en los pasos del proceso en cuestión, se instalaron estaciones de calidad para revisar el progreso y los resultados de las pruebas. Dado que el propietario que manejará el barco y la compañía que se encarga de las inspecciones, el seguimiento de las observaciones y la satisfacción del cliente contribuyen a la finalización correcta del proyecto.

El departamento del control de calidad incluye el enfoque del sistema y el equipo de medición, encargado de la topografía geométrica y el posicionamiento. Nuestro equipo está formado por nueve ingenieros, cinco técnicos, seis becarios y estudiantes en prácticas. Realizamos mediciones durante todo el proceso de construcción. La alineación de las máquinas de corte con soplete de plasma es uno de los primeros trabajos a realizar y la precisión absoluta es fundamental al colocar

las quillas y fabricar los bloques. Y, además, hay multitud de trabajos específicos, como determinar la longitud total de un barco y ayudar en proyectos de investigación. Tenemos que ser capaces de confiar en nuestras mediciones sin ninguna duda, ya que cada vez más piezas de un barco están pre-fabricadas y conectadas por bloques. La conexión precisa de las piezas es fundamental tanto si realiza mediciones de una sombra compleja en múltiples sombras cóncavas o un tobogán de 260 metros con curvas y bucles.

Si fallamos a la hora de identificar los errores potenciales o de ofrecer las mediciones correctas, debería enviarse al desguace todo el barco. Por eso nos tomamos nuestra responsabilidad en serio.

#### CAJA DE HERRAMIENTAS VERSÁTIL

Para asegurarnos de que no se nos escapa ningún detalle importante, que podría originar gastos adicionales, dependemos de un conjunto de instrumentos de medición. En particular, el láser escáner 3D juega un papel crucial y nos ayuda a garantizar la calidad de la construcción en una línea de fábrica eficiente de cruceros. Nuestra gama de instrumentos consta de escáneres láser, estaciones totales, sistemas fotogramétricos y cámaras, y es utilizada cada día bajo condiciones difíciles en medios de interior y exterior.

Desde 2009 contamos con los escáneres láser de Leica Geosystems en nuestro equipamiento de hardware con fines de documentación, y dependemos de su alta precisión, velocidad y diseño resistente. Hemos superado los retos diarios con el posicionamiento y control de componentes específicos y ofrecemos comprobaciones as-built de construcciones complejas gracias al software de visualización de escáner panorámico Leica TruView. Al año sacamos unas 8000 fotografías panorámicas de elementos fundamentales de un barco para nuestros clientes internos, obviamente podemos presentar análisis de superficies, controles geométricos y comprobaciones de ajuste con fines de detectar las desviaciones en la fase de inicio antes de las instalaciones de pre-fabricación. También cumplimos con los requisitos más avanzados de estandarización con



el láser escáner 3D, como el análisis de estructuras, ingeniería inversa y cálculos de volumen durante todo el proceso de construcción de un barco. Además de la topografía geométrica para el control de la construcción, los datos presentan documentación para fines de calidad.

Hemos mejorado recientemente nuestra eficiencia y calidad de mediciones con el registro 24 horas y el control de las secciones entre sí mediante la automatización de nuestro láser escáner 3D. Recogemos los puntos del escáner que se deberán registrar, los cortamos y encajamos en modelos CAD con múltiples escaneos de día y noche a la vez. Cada parte de un edificio se inspecciona y se revisan los indicadores claves de actuación con un análisis automatizado de escaneo en las secciones. Hemos ahorrado significativamente en gastos y en tiempo desde que hemos automatizado el proceso y mejorado altamente nuestra calidad.

#### AVANCE DEL LÁSER ESCÁNER 3D

Queríamos explorar el avance de la tecnología y si podría lograrse una mayor calidad en nuestra producción con nuestra última adquisición, el escáner láser 3D ultra rápido y más novedoso, Leica ScanStation P40. Lo comparamos directamente con nuestro escáner actual HDS7000 escaneando barras de acero en las fases de pre-fabricación bajo condiciones reales.

Para asegurarnos de realizar una comparación directa entre ambos, se igualaron con una densidad de escáner de 6,3 milímetros de espaciado de puntos a 10 metros de distancia desde el escáner y escaneos de 3,5 minutos. Escaneamos y analizamos el extremo de la chapa de una cubierta. En general, el ruido en los extremos, denominado mezcla de píxeles, es uno de los

puntos débiles principales del láser escáner. El ruido de la mezcla de píxeles se redujo considerablemente con ScanStation P40, superando al HDS7000.

También contaban con una representación superior en términos de geometría y contraste de la barra del tejado, de la plancha de metal y se emplearon dianas de topografía de alta definición con el nuevo ScanStation P40.

Se ha probado que el láser escáner 3D aporta muchos beneficios a nuestras actividades diarias en Meyer Werft, donde la calidad de medición y la eficiencia son cruciales para la construcción de cruceros. Los resultados de las pruebas en el ScanStation P40 apuntan a un futuro mejor en esta tecnología.



Se ha publicado una primera versión de la historia en **QMT Magazine** at <http://www.qmtmag.com>



# PÍDALE A SU LÁSER LO QUE QUIERA

Todo lo que vemos en la gran pantalla nos puede conmover, hacernos reír hasta llorar, o incluso transportarnos desde el momento presente al futuro, desde aquí a tierras lejanas y a realidades alternativas. Pero nada de esto sería posible sin el trabajo del decorador de escenarios.



El director de escenografía es el responsable de la selección, presupuestos y colocación de todos los objetos decorativos en la película, se basa en el argumento y define a los personajes que viven en ese espacio. Se asegura de que la visión del diseño de producción y la dirección se exprese en toda la disposición del decorado.

#### PREPARACIÓN DE LA ESCENA CON MEDIDORES LÁSER DE DISTANCIA

Antes de rodar cualquier película, el escenógrafo debe realizar visitas exhaustivas a la localización para encontrar las ciudades correctas, calles, casas y objetos. Las mediciones se deben tomar con rapidez y bajo condiciones difíciles.

Uli Tegetmeier es el escenógrafo en la película alemana del 2016 *Das Tagebuch der Anne Frank (El Diario de Ana Frank)*, un documental acerca del personaje histórico Ana Frank, que se escondió de los nazis durante más de dos años en el transcurso de la II Guerra Mundial antes de que ella y su familia fueran descubiertos en una habitación secreta. Cuando Tegetmeier estaba buscando distanciómetro láser fiable, se decidió por DISTO™, un medidor de distancias por láser fabricado específicamente para mediciones en exteriores.

"Tenemos que enfrentarnos a diferentes retos en cada decorado", dijo Tegetmeier. "Teníamos que continuar midiendo, aunque lloviera o luciera el sol. Además, Leica DISTO™ funcionaba incluso bajo la luz del sol más brillante del mediodía. Realicé mediciones de distancias con aumento cuádruple con zoom cuádruple en la

cámara, algo que no podría haber conseguido sin una grúa."

Había muchas dimensiones imposibles de medir porque no había forma de instalar una grúa o elevar una plataforma debido al tráfico y al espacio limitado. Pero se realizaron todas las mediciones con Leica DISTO™ sin ningún problema.

#### LLEVANDO LA REALIDAD A LA PANTALLA

El equipo de la película tenía que registrar series completas de casas durante la filmación en Ámsterdam. Se incluían fachadas enteras de Brouwersgracht, Leidtsegracht y otras zonas de canales en Ámsterdam. Había que tapar todas las ventanas de las casas ya que se trataba de la época de la II Guerra Mundial. Además, las casas modernas debían ocultarse con fachadas simuladas.

Era posible fotografiar las fachadas perfectamente y dimensionarlas con Leica DISTO™ sketch, la app gratuita que sirve para crear planos en iPhones y iPads. Los datos se enviaban continuamente a la tablet de Tegetmeier, donde se registraba toda la información.

"Con la app DISTO™ sketch, guardé fácilmente todas las mediciones y las edité directamente en el set desde mi tablet, ahorrando tiempo y el hecho de tener que volver una y otra vez a la oficina para procesar todos los datos", dijo Tegetmeier. "Diseñamos rápidamente el escenario y lo dispusimos para la grabación."

Autora: Nicolette Tapper

© Shutterstock | Jason Bennee

# TRANSFORMANDO LOS DATOS EN CONOCIMIENTO CON JIGSAW

La mina de oro de Pueblo Viejo en la República Dominicana, es una sociedad formada por Barrick Gold y Gold Corp., que cuentan con el 60% y el 40% respectivamente de la propiedad. Barrick Gold lleva a cabo la explotación de la mina. La gestión eficiente de las flotas y la optimización de la producción constituyen la prioridad de la empresa.



© Barrick Gold

El centro de la gestión de flotas en cualquier industria es el registro, medición y control. El sistema de gestión de flotas de Hexagon Mining, Jigsaw Jmineops, se utiliza normalmente para optimizar la programación en tiempo real y la expedición de los equipos de minería. La información que muestra el sistema de gestión de flotas (FMS) aporta un mayor control de las operaciones y la producción. Jmineops optimiza y centraliza el seguimiento de los equipos, la expedición y los diagnósticos, garantizando que las actividades y operadores se controlen, se confirme el movimiento de material y se supervise el funcionamiento de la maquinaria.

Pueblo Viejo adquirió el paquete completo del software Jigsaw, donde se incluyen Jmineops, Jview, y Jhealth. En la mina se ha implementado Jtruck, una guía J<sup>2</sup> de alta precisión en palas/unidades de carga, producción de perforaciones de voladura, excavadoras y excavadoras de seguimiento.

"Uno de los mayores beneficios del sistema Jmineops es la cantidad de datos que registra," dijo Shane Boak, antiguo administrador de FMS en Barrick Gold. "Todo lo que ocurre en la mina y en su entorno, tanto si se trata de información basada temporal, el lugar donde se recoge el material, donde se vierte, la persona que maneja el equipo, la velocidad en que se realiza, o lo que ocurre en el motor."

#### SOFTWARE + HARDWARE = MINING SOLUTION

Además de Jmineops, los módulos del software Hexagon Mining y los componentes de hardware ofrecen una medición más precisa, operaciones lógicas ampliadas y alcances

más amplios del uso del equipamiento en procesos en la producción de la mina (ROM). La Plataforma Universal de Hardware (UHP) también es compatible con opciones independientes de interfaz de numerosos fabricantes de equipos originales (OEM) y el potencial de integración para otros diagnósticos de equipamiento, mantenimiento y gestión de vida útil dentro del mismo sistema.

"Utilizábamos estas herramientas para reunir la información de modo que tomáramos decisiones más informadas," dijo Boak. "Los camiones se desplazan a más velocidad y durante más tiempo, optimizando así la producción y reduciendo los riesgos."

El software para obtener informes y análisis de inteligencia comercial (BI) de Hexagon Mining, Jigsaw Jview, se utiliza para transformar todos los datos y la gestión de información en conocimiento. De este modo, se mejoran los procesos, la eficiencia de producción y las decisiones de la dirección, todo ayuda a que la mina cumpla con el presupuesto y supere sus objetivos.

Y todo es registrado. "Con las herramientas BI se analizaba toda la información y se utilizaba para tomar decisiones más informadas," dijo Boak. "Mejorábamos nuestro uso de FMS y nuestros procesos en base al rendimiento anterior y comparando los resultados con los objetivos."

## DATOS PERSONALIZADOS PARA UNA MEJOR TOMA DE DECISIONES

La evaluación del rendimiento de las operaciones y la consideración de los resultados depende de la tenencia de datos e información fuera del FMS. Todas las minas deben informar a diferentes niveles de usuarios de información. Desde las operaciones bancarias a la fabricación, todos los departamentos precisan soluciones BI para producir desde informes básicos a almacenes de datos dentro de múltiples operaciones, hasta la planificación empresarial de los recursos.

Jview registra todas las partes de estos componentes, escala los datos y se centra en el contenido. La entrega de los informes está adaptada a los diferentes niveles de usuario y tipos de consumidores de datos, desde las flotas de expedición minera hasta los supervisores y analistas. El paquete de informes estándar combina paneles de información casi en tiempo real, informes estáticos, comunes, diarios y operacionales, dinámicos para un análisis común a largo plazo y los cubos de la base de datos de procesamiento analítico en línea (OLAP) para informes especiales y análisis a fondo. La funcionalidad estándar está disponible fácilmente. La plataforma es extensible y el contenido se puede expandir con facilidad y modificar, de modo que puede ser el administrador e interactuar con los datos.

El administrador de una mina deberá presentar informes específicos al director bajo demanda. El director no tiene por qué saber siempre lo que quiere ver y el administrador tiene que explicarle el tipo de datos registrados en el sistema y la información que puede presentar. Los informes específicos pueden expandirse y los datos se pueden explorar con contenido como bases de datos OLAP. Puede visualizar cómo cortar y segmentar datos para investigar lo que está buscando mediante la influencia del modelo de datos y las herramientas sin una codificación específica ni la necesidad de técnicas de búsquedas. Normalmente la parte más difícil de la gestión de la información es la normativa comercial, y también los requisitos para solucionar problemas, además del tiempo



perdido al acceder y analizar datos.

"Jview nos facilitó la creación de informes, la presentación al director, las críticas y el re-diseño de los informes para conseguir la información personalizada solicitada," dijo Boak. "Utilizamos estos sistemas en multitud de sectores. Uno de los proyectos era la visualización de la información. Una tabla de datos es una cosa, pero necesitábamos diferentes perspectivas. Veíamos cómo los datos se relacionaban gracias al contexto visual, lo que nos daba una gran ventaja, una velocidad superior."

## ANÁLISIS DE DATOS PARA UNA MAYOR SEGURIDAD

La aplicación de información de diagnóstico y de los casos de producción ofrece una perspectiva vital. Es donde la información histórica detallada de FMS acerca de las horas de trabajo de los operadores, tiempos de ciclos y velocidades de transporte es altamente valiosa. Con una gran cantidad de datos GPS topográficos se puede determinar la orientación de equipamiento y las velocidades actuales antes y después de cualquier incidente. Es posible revisar la ruta y la actividad de los equipos durante la reproducción del mismo.

"Un accidente en la mina es lo último que deseamos que ocurra, pero si se da, es importante analizar lo que ha ocurrido antes," dijo Boak. "Jmineops combinado con Jhealth y el uso de alarmas virtuales condicionales, sensores operacionales e instantáneas, hizo posible la determinación del uso de frenos, la selección de marchas y la posición del acelerador del motor, y se generó un análisis de diferentes situaciones del tipo caja negra."

Es posible analizar los datos del uso general del equipamiento y de disponibilidad en Jmineops para identificar las zonas de mejora en la planificación. Todo esto permite que la dirección, los supervisores de turnos y el personal de mantenimiento tomen decisiones transparentes relativas al uso, rotación y exigencias en las operaciones. Se aumenta la eficiencia y se ahorra en tiempo y dinero gracias al seguimiento de esta información detallada para así reducir el tiempo de inactividad, el gasto de combustible, las horas del motor, el desgaste de los neumáticos y otros parámetros.

Además de mantener el material consistente de alimentación a la fábrica, a través de la pala y la producción de camiones, hay otras operaciones importantes que obtienen ventajas e FMS y BI. La excavación y voladura (D&B) pueden afectar directamente a la producción, además del mantenimiento, construcción de carretas de transporte y supervisión del arsenal del material.

"D&B es el camino fundamental en la mayoría de entornos de minería", dijo Boak. "Todos los días teníamos que excavar agujeros de perforación y el supervisor tenía que saber si el proceso estaba en marcha, los detalles en progreso para la excavación de un modelo, la precisión en el posicionamiento del agujero y el control de la



© Shutterstock | icrms

profundidad, e incluso el desgaste de los consumibles. Cuando se produce una voladura, la distribución de fragmentación es crítica y todo el proceso D&B provoca la extracción y el aplastamiento del material. Las herramientas de este tipo hacen que la información sea más fácil de ver para los supervisores."

Es posible posicionar las perforaciones de excavación con la integración de FMS y la telemática, para realizar topografías de modelos de excavación sin marcado y los supervisores pueden controlar la precisión y progresión desde cualquier localización.

#### DATOS ACCESIBLES PARA UNA ACCIÓN INMEDIATA

El envío de información al campo siempre ha supuesto un reto. Jview es una plataforma flexible, sencilla, extensible y que permite la personalización de la entrega del contenido durante toda la operación. Los supervisores consiguen la información que necesitan para tomar decisiones a nivel local, en el campo. Ahora es posible enviar datos a smartphones, tablets y redes 3G. El diseño y formato de la interfaz son importantes, ya que la visualización difiere entre los diversos dispositivos. El análisis visual mejora la detección, interpretación y comprensión. La coincidencia del contenido con las habilidades del usuario y su fin aumenta la interactividad y el compromiso.

"El objetivo era hacer la información más manejable y accesible a la gente en el campo", explicó Boak. "No siempre puede haber alguien en el centro de expedición o en la oficina para ver la información en los ordenadores. Entregamos tablets a los supervisores de los turnos y así, rellenaban informes mientras se desplazaban por la mina."

El control y supervisión cada vez son más esenciales, ya que las operaciones y la tecnología evolucionan y son más complejas. Sigue habiendo exigencias relativas a FMS y BI. Siempre hay un tira y afloja entre la inteligencia operacional con datos en tiempo real y la inteligencia comercial con la recogida de conjuntos de datos históricos de gran tamaño para validar el rendimiento, detectar la correlación de casos y comparar la métrica durante un intervalo mayor de tiempo. FMS debe evolucionar para

registrar más datos y almacenarlos para su análisis. La gran cantidad de datos disponibles en FMS nos permite realizar cambios innovadores en las operaciones, superando los estándares industriales.

Las organizaciones combinarán la gran experiencia de los empleados con herramientas interesantes de entrega de información a demanda, lo que permitirá solucionar problemas, detectar anomalías y tomar medidas. Las operaciones deben continuar cultivando una cultura basada en datos en la que se prevén nuevas normativas comerciales, se entiende el valor de la información y se produce un crecimiento con estas herramientas. El conocimiento se adquiere utilizando los datos de estos sistemas y aumentando o implementando nuevos procesos y procedimientos. Este método prueba y valida los procedimientos actuales, la métrica y procesos por parte de usuarios implicados en la aplicación de nuevas características y mejoras en la funcionalidad FMS. El resultado lo conforman los datos transformados en información que aporta conocimientos prácticos e ideas, lo que dará lugar a un control superior. Jigsaw eleva al máximo la resolución de problemas, más allá de los simples datos, desde el transportista al analista y a la dirección, lo que le permitirá controlar el medio, obtener información y adquirir conocimientos.



© Shutterstock | M. Khebra

Autora: Jia Jia

© Shandong Roadway Machinery Manufacturing Co., LTD

# NIVELACIÓN DE UN CAMPO DE JUEGO



© Shandong Roadway Machinery Manufacturing Co., LTD



© Shandong Roadway Machinery Manufacturing Co., LTD

No todas las sociedades de fabricantes de equipos originales (OEM) se crean de la misma forma. Cuando la empresa especializada en la fabricación de maquinaria para la colocación de hormigón, Shandong Roadway Machinery Manufacturing Co., LTD, estaba buscando una alianza que otorgara una ventaja competitiva de alto nivel a su empresa, recurrió a Leica Geosystems iCON. Así, Roadway equipó su modelo de extendidora de hormigón más vendido, la Screed RWJP14, con una solución guiada por láser que aumenta la planicidad del hormigón y la productividad y eficiencia de sus clientes.

## UN NUEVO CONCEPTO DE SUAVIDAD

La primera oportunidad que tuvo la empresa de emplear esta novedosa tecnología combinada fue la de pavimentar el hormigón en un estacionamiento de 8.000 metros cuadrados en la zona de desarrollo económico y tecnológico de Yantai de la provincia de Shandong, China. Equipado con el sistema de guiado de maquinaria Leica iCON iGD2, el operador del láser RWJP14 controló con mayor precisión y eficiencia la altura del control y la pendiente del pavimento para la nivelación del hormigón. El pavimento se colocaba correctamente con una precisión milimétrica, realizando el pavimentado del hormigón con el grado exacto necesario. Esto generó una reducción drástica del trabajo y costes de material.

En conjunción con el láser rotatorio Leica Rugby, la planicidad exacta del proyecto se garantizaba dentro de una tolerancia aceptable del proyecto. La tolerancia era de menos de 3 mm en su uso para el dato de altitud.

Comparado con el método tradicional del uso de un nivel

de aleación de aluminio, donde el contratista tenía que nivelar todo el proyecto manualmente, el uso de Leica iCON iGD2 y Rugby permitió ahorrar significativamente tanto en tiempo como en costes. También se reducen considerablemente los costes en material de construcción y control de calidad con esta medición digital ya que no es necesario re-comprobar las mediciones.

"Leica iCON iGD2 cuenta con una pantalla más grande que las demás, lo que nos permite ver el estado de trabajo de la máquina," dijo Zhou Zhe, director técnico de Roadway. "Así los operadores tienen más confianza en lo que hacen. Y con Leica Rugby, conseguimos más precisión y eficiencia que nunca."

## UNA PRIMERA COLABORACIÓN QUE MERECE LA PENA

Es la primera vez que Roadway ha utilizado la tecnología de Leica Geosystems para esta combinación, la extendidora de hormigón en carreteras y las soluciones de control de maquinaria iCON. La empresa ha continuado con la instalación de estos sistemas novedosos en el mercado, lo que aporta un gran valor a los contratistas.



© Shandong Roadway Machinery Manufacturing Co., LTD

"La calidad y durabilidad de Leica Geosystems nos ha ayudado a ofrecer una satisfacción superior al cliente," dijo Zhe. "Desde que desarrollamos esta solución, también hemos visto cómo se han reducido los gastos en servicios de postventa a nivel local, y por último, cómo se ha fortalecido nuestra posición de liderazgo en el mercado de fabricantes de maquinaria de pavimento de hormigón."

Es posible cambiar rápidamente el panel de control de una máquina a otra con iCON iGD2's PowerSnap, una solución patentada de quita y pon. Ahora Roadway puede intercambiar el panel entre las numerosas máquinas especializadas para aplicaciones en autopistas, vías férreas y mucho más. La empresa está evaluando diferentes oportunidades de futuro con esta característica exclusiva de iCON.



# CORRIENTES SUAVES GARANTIZADAS

**El transitado Canal de Kiel en Alemania se ha utilizado como vía de carga durante más de 100 años. El canal conecta el Mar del Norte con el Báltico y supone un ahorro para los barcos de distancia de unas 280 millas náuticas pero también previene los peligros potenciales de las tormentas de la Península de Jutlandia en el norte de Dinamarca. Los vientos de vendaval en la costa y los cambios de la marea aumentan en Skagervak entre Dinamarca y Noruega.**

Después de un siglo de tráfico intenso, el Ministerio alemán de Transporte, Urbanismo y Desarrollo Urbano se decidió a modernizar y llevar a cabo mejoras de seguridad en las esclusas de la Autoridad de Flete y Vías Navegables (WSA Brunsbüttel). El Canal de Kiel es una de las vías acuáticas artificiales más transitadas del mundo y muchos países dependen considerablemente del canal en materia de economía de los mercados y negocios. Sería inimaginable su cierre durante los siete años que precisa su construcción, ya que el canal es el sustento y la puerta que conecta los puertos alemanes con el Mar Báltico. Por eso, había que añadir una quinta cámara a la compuerta de la infraestructura existente. Se espera su finalización en 2020, y así esta quinta cámara controlará el tráfico de carga mientras se lleva a cabo la renovación de las esclusas más antiguas.

## ANÁLISIS DE LA SUBIDA Y BAJADA DE LA MAREA

El Canal de Kiel no funciona únicamente como vía de carga, también neutraliza los efectos de las fluctuaciones de la marea del Mar del Norte y el nivel de agua de las esclusas que fluctúa continuamente, sube y baja unos 3 metros durante seis horas mientras las mareas cambian. El sistema de esclusas de Brunsbüttel también ofrece una protección costera importante contra las diferencias notorias en el nivel de agua del Mar Báltico, que se dan debido a los vientos y a las inundaciones del mar provocadas por tormentas.

WSA Brunsbüttel cuenta con numerosos sensores de agua que recogen datos del nivel de agua de forma continua para predecir cualquier problema derivado en la infraestructura de las esclusas y en la zona de alrededor del canal, lo que aporta una gran cantidad de análisis histórico. También hay un sistema geodésico de control a nivel local, que recoge cantidades masivas de datos

continuamente. Al revisar los datos, se observó la necesidad de contar con un programa que pudiera realizar lecturas y combinar la información del sensor en un software de procesamiento de datos.

Antes de comenzar con la construcción, debía evaluarse la estabilidad de este enorme proyecto. La nueva infraestructura presentaba retos técnicos y logísticos altamente exigentes que había que tener en consideración. La quinta cámara de la compuerta medirá unos 350 m de longitud y 45 m de ancho después de su finalización, con una viga subacuática en la puerta de la esclusa a 14 m por debajo del nivel del mar. La cámara se construirá en la isla de la compuerta entre la esclusa grande y pequeña y requiere la extracción de aprox. 1,6 millones de m<sup>3</sup> de tierra de arcilla principalmente. Hicieron falta tres meses de control del sistema existente de esclusas para analizar la estabilidad de la estructura antes de comenzar con la construcción. Una vez que comience el proyecto, se supervisará la obra de construcción durante siete años hasta su finalización.

## CONTROL DE MOVIMIENTOS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

La empresa Kirchner Engineering Consultants GmbH fue contratada para supervisar los movimientos de la estructura durante la construcción. La incorporación de datos recogidos de los sensores de agua existentes esparcidos por la estructura de la esclusa en Brunsbüttel y la integración sencilla de dicha información en el análisis de control automático y geodésico en tiempo real son requisitos clave para WSA.

ALLSAT GmbH, una empresa especializada en georeferenciación que utiliza estaciones totales de alta precisión y que ya recoge los datos geodésicos de Brunsbüttel desde hace algún tiempo, ha recibido el contrato de Kirchner. El proyecto requiere del mejor control de desviaciones posible y el software Leica GeoMoS Monitor utilizado por ALLSAT aporta la máxima precisión de +/- 2 mm.



© Heiner Gilleßen

Después de recoger y analizar datos nuevos y anteriores durante tres meses, podía comenzarse a construir la cámara. Durante su construcción, los muros de la cámara situados al lado de la obra de construcción se supervisarán continuamente, tres veces por hora, para buscar cualquier desviación típica (2 mm) y cualquier actividad de deformación de más de 15 mm desde la posición y altura de cada punto de medición controlado.

Los datos recogidos en las puertas existentes de la cámara y los muros se utilizaron en la configuración de cuatro estaciones totales Leica Nova TM50 en pilares de toda la infraestructura de esclusas y también se utilizaron prismas de control de Leica Geosystems.

ALLSAT completó las instalaciones e utilizó el software Leica GeoMoS para el procesamiento y las visualizaciones de datos. También se instalaron cajas de comunicaciones con módems de datos GPRS en la parte superior de los pilares de medición y emisores de señales por vía telefonía móvil para la transferencia de datos. Se emplearon protectores climatológicos para las estaciones totales.

#### LA NECESIDAD AGUDIZA EL INGENIO

Leica Geosystems añadió un editor nuevo de formato al software GeoMoS debido a las exigencias específicas de WSA. Este nuevo editor procesa datos automáticamente de una o varias fuentes, como sensores, registradores de datos, archivos o bases de datos. Al añadir este editor, la Interfaz Abierta Inteligente era compatible con el programa, lo que permitía integrar cualquier archivo CSV (valor separado por comas). Después de llevar a cabo una configuración de contenido, el módulo GeoMos CSV puede procesar cualquier contenido nuevo de datos crudos desde los sensores acuáticos en los niveles de agua de las diferentes mareas que rodean las esclusas. Cada campo de dato, separado por punto y coma dentro del archivo CSV, recibía ciertos parámetros de configuración, como el formato del tiempo, identificador, la observación, unidad y localización. Era posible procesar cualquier archivo CSV en intervalos de tiempo pre-definidos gracias a esta información. En este caso, los datos crudos de los niveles del agua se combinaban con las coordenadas del



© Heiner Gilleßen

sistema de control geodésico. Con el editor virtual del sensor, el sistema podía procesar las deformaciones corregidas por la influencia de la marea para llegar a un análisis completo de control.

El software de control se volvió altamente flexible y podía realizar lecturas de cualquier interfaz de software con este editor nuevo de formato de archivo. Era posible integrar los datos del sensor disponibles por Internet, rápidamente con el fin de análisis en tiempo real. Todos los cambios en los niveles de agua del canal se tienen en cuenta al analizar las mediciones geodésicas para niveles de tolerancia de deformación. El software también procesaba este tipo de datos y los convertía en visualizaciones fáciles de entender, que podían personalizarse al nivel y necesidades de los responsables que recibían la información.

En caso de que cualquier medición de datos supere los límites máximos de deformación, se realizará una segunda medición inmediatamente después de completar el ciclo de medición. Si la segunda medición de datos sigue superando los límites máximos permitidos, los responsables de Kirchner recibirán información automática e inmediatamente por correo electrónico, para que puedan tomar las medidas necesarias.

**GeoConnexion**

Se ha publicado una primera versión de la historia en **GeoConnexion** en <http://www.geoconnexion.com>.

# CUANDO SE REQUIERE UNA MAYOR VELOCIDAD TOPOGRÁFICA

**Una inversión correcta en una solución novedosa ayuda a los topógrafos a alcanzar mayor precisión y eficiencia sin salirse de un presupuesto ajustado.**

Los clientes siempre han necesitado una topografía rápida, precisa y completa, pero ahora que saben lo que es posible gracias a las tecnologías más novedosas, han aumentado sus expectativas en todos los ámbitos. Hoy en día, exigen una precisión superior, mayores respuestas y menores costes. Especialmente en sectores industriales como la logística, la construcción o la instalación, se ejerce mucha presión para cumplir con los requisitos de los proyectos.

El modelado de información de construcción (BIM) ha incrementado las necesidades en clientes y en sectores como la arquitectura, ingeniería y construcción. Los

profesionales de la topografía están preparándose para cubrir las necesidades que requieren un proceso BIM eficiente. Dado que es necesario que los datos completos se generen rápidamente y con precisión, no es ninguna sorpresa que los diseñadores y contratistas de la construcción exijan nubes de puntos registradas con un láser escáner como parte de los productos finales del proyecto. Los clientes de otros sectores también están reforzando sus especificaciones. Después de todo, también trabajan con presupuestos limitados y ciclos de proyectos reducidos, por lo que no pueden permitirse imprecisiones que provoquen excesos de costes.

Por suerte, la tecnología permite a las ingenierías y gabinetes de topografía cumplir y superar las crecientes expectativas por parte de los clientes. Al permanecer en una posición de liderazgo, se puede alcanzar una gran ventaja en productividad y rendimiento.

## USO DE LAS ÚLTIMAS SOLUCIONES PARA CUMPLIR CON LAS NECESIDADES DE LOS CLIENTES

En SANDIS, una empresa profesional de servicios especializada en ingeniería civil, ingeniería de tráfico, levantamiento de tierras, escáner 3D y preparación BIM, todo el equipo entiende la importancia de la precisión. "No tiene mucho sentido la medición a menos que el objetivo sea ofrecer las coordenadas de puntos exactas," explica Laura Cabral, directora asociada y gestora de topografía. El equipamiento de alta tecnología es un elemento necesario para satisfacer las necesidades del cliente en materia de eficiencia y precisión. Para crecer en facturación y ganar más proyectos, los topógrafos deberán seleccionar la tecnología adecuada, contratar y formar a profesionales cualificados para recoger los datos y seguir las mejores prácticas para ello. Este es el motivo por el que la empresa utiliza topógrafos que cuidan los detalles, con experiencia de campo y de oficina e invierte exclusivamente en tecnología probada.

SANDIS ha utilizado las estaciones totales de Leica Geosystems exclusivamente durante más de 25 años



y más recientemente, Leica ScanStation C10 y escáner láser P40. Este año, SANDIS compró 15 controladoras Leica CS20 con el software Leica Captivate para mejorar el servicio de atención al cliente. Las controladoras de campo CS20 permiten realizar mediciones precisas, así como visualizar datos 3D registrados en pantalla. Incorporan control remoto de la estación total robótica para radios y antenas, un receptor GNSS, un metro láser y una cámara. El software Captivate 3D de campo funciona con una gran variedad de instrumentos, incluyendo estaciones totales y multiestaciones para crear representaciones realistas en 3D. Esta capacidad le da a los topógrafos la flexibilidad de cambiar rápidamente, por ejemplo, de GNSS a una estación total. El sistema totalmente integrado aumenta la velocidad y calidad de la transferencia de datos desde y hasta la oficina, lo que permite que SANDIS ofrezca un servicio rápido de alta calidad.

La tecnología también sirve de ayuda desde otra perspectiva. SANDIS, empresa situada en Campbell, California, trabaja principalmente para clientes de la zona de la Bahía de San Francisco, Silicon Valley y Sacramento. En estas regiones, el boom del desarrollo ha avivado la demanda de topógrafos. Normalmente el hecho de encontrar técnicos cualificados con experiencia es

una batalla ardua, dado que los proyectos nuevos comienzan cada semana. Las soluciones topográficas de última generación le permiten a SANDIS recoger más datos con menos operarios de campo. El personal documenta más obras a la semana y aumenta la precisión de los trabajos que finalizan.

Estos beneficios han tenido un impacto profundo en el éxito comercial. "Hemos visto cómo ha aumentado la productividad y calidad de las operaciones de campo y en oficina," dice Ken Olcott, el presidente de la empresa. "Nuestro personal trabaja en cientos de proyectos complejos y técnicos de gran magnitud. Tenemos que ser precisos y puntuales, tanto si se trata de construir un estadio nuevo o de ampliar un campus de alta tecnología en Silicon Valley. Simplemente ofrecemos la misma calidad que nuestros últimos instrumentos topográficos. Las estaciones totales de Leica Geosystems, CS20s y el software Captivate nos permiten mantener también un gran seguimiento."

#### ALCANZANDO EL NIVEL DE EXCELENCIA EN TOPOGRAFÍA

La inversión en tecnología novedosa ayuda a la empresa a satisfacer las necesidades actuales del cliente. Como el mercado no se para, los socios de la empresa siempre se anticipan a lo que pueden necesitar los clientes en el futuro. Ya reciben

más solicitudes de actualizaciones diarias y constantes de los proyectos. Por ejemplo al elevar acero, o instalar un trozo grande de hormigón estructural, los clientes quieren detalles meticulosos acerca del modo en que difiere la estructura del diseño original. SANDIS cuenta con tecnología y experiencia disponible para ofrecer esta información, por lo que se da poder al gestor de proyectos para que entregue los mejores datos a los subcontratistas, de modo que realicen planos precisos en un medio virtual, reduciendo así errores y costosas pérdidas de tiempo.

Al supervisar estas tendencias, SANDIS permanece en contacto con los representantes del proveedor tecnológico para aprender cómo encajan las soluciones más novedosas con las necesidades del mercado. SANDIS también ha expandido su cobertura industrial con la adquisición de Bryant Surveys Inc., una empresa especializada en topografía de elevación de acero y CTS Inc., compañía líder en láser escáner, post-proceso de nubes de puntos y preparación BIM.

Todas las estrategias hacen que la empresa convenza a sus clientes con precisión, eficiencia y valor. "Nuestros clientes se merecen el nivel máximo de calidad y valor", dice Cabral. "Al utilizar las soluciones de levantamiento más novedosas, somos más eficientes en el campo y en la oficina y elevamos el nivel de excelencia que ofrecemos en todos nuestros proyectos."

## HxGN LIVE

Escuche la experiencia de SANDIS en topografía de obra en la sesión 9055 de Greenest Arena de la NBA a las 13:30 h, el martes, 14 de junio en el Centro de Convenciones 2020A.

**DIGITISE THIS.**

*Reality.*



We believe in flawless digital capture so pure, doubt becomes certainty, obscurity is eliminated and an entire world of possibility is unleashed.

Shape Matters to Hexagon. Shaping Smart Change.

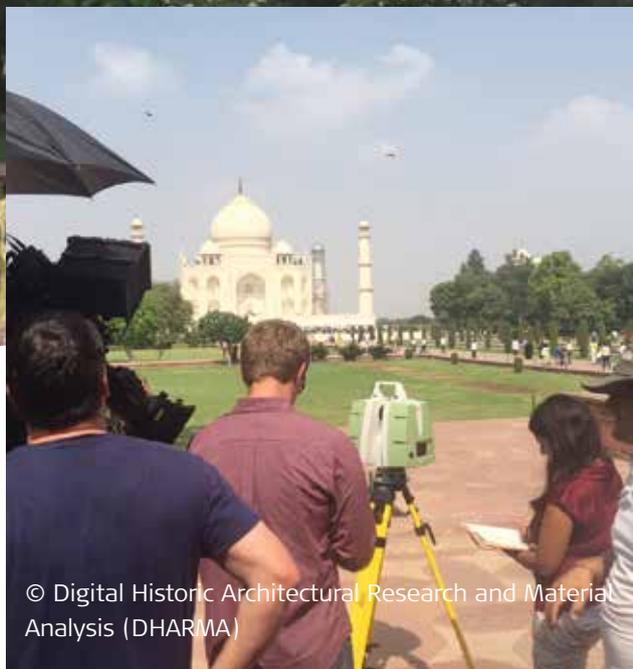
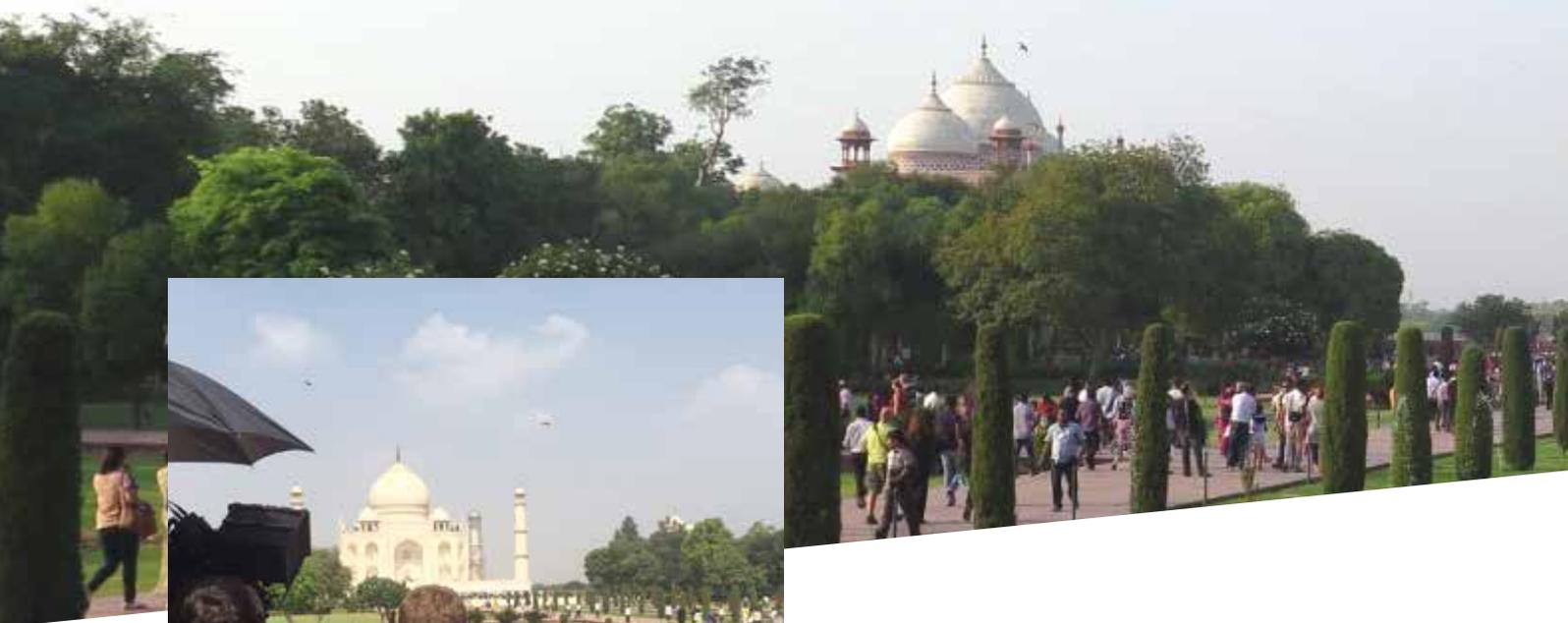
[leica-geosystems.com/shapematters](http://leica-geosystems.com/shapematters)



# DIGITALIZACIÓN DEL IMPONENTE TAJ MAHAL

El Taj Mahal, la joya de la corona de los palacios árabes, es un mausoleo de mármol blanco marfil situado a la orilla sur del río Yamuna en la ciudad india de Agra. Construido en 1632, por encargo del emperador de Mughal, Shan Jahan (quien reinó entre 1628 y 1658), debía albergar la tumba de su esposa favorita, Mumtaz Mahal, cuyo mausoleo es la pieza central de un complejo de 42 acres. El complejo incluía una mezquita, una casa de huéspedes y varios jardines ceremoniales, delimitados por un muro almenado.





© Digital Historic Architectural Research and Material Analysis (DHARMA)

La construcción del mausoleo se completó en 1643, pero el trabajo continuó en otras fases del proyecto durante 10 años más. Se creía que el complejo del Taj Mahal debería completarse en su totalidad en 1653 por un coste estimado en ese momento de unos 32 millones de rupias, un valor que ahora ascendería a aprox. 52,8 billones de rupias. En el proyecto de construcción trabajaron unos 20.000 artesanos bajo la dirección de un consejo de arquitectos, dirigidos por el arquitecto de la corte del emperador, Ustad Ahmad Lahauri.

#### **PRESERVACIÓN DE UN TESORO NACIONAL**

En abril de 2015, un terremoto de 7,8 de magnitud arrasó Nepal, que quedó hecha cenizas. Además de afectar las vidas de 8 millones de personas, el desastre natural sacudió gravemente el Valle de Katmandú, destruyendo sus tesoros arquitectónicos.

La devastadora destrucción preocupó a arqueólogos de todo el mundo. A solo 500 millas al sur de Katmandú se ubica uno de los patrimonios de la humanidad de la UNESCO en India, el Taj Mahal.

Al observar la extensión de la devastación y magnitud del terremoto, el catedrático Krupali Krusche, profesor de arquitectura en la Universidad de Notre Dame en los Estados Unidos, se decidió a realizar mediciones para esclarecer si el terremoto había causado algún daño en el tesoro. El proyecto también preserva digitalmente el Taj Mahal para siempre, por si algo impensable sucede en el futuro.

"Las impresiones azules en 3D nos permiten entender cómo se construyeron las estructuras antiguas y las técnicas utilizadas," dijo Krusche. "En caso de un daño natural o provocado por el hombre, podían restaurarse a su estado original."

#### **UNA ALIANZA PARA EL ESCANEADO**

En octubre de 2015, Krusche y un equipo de ingenieros y estudiantes viajaron a India para documentar el Taj Mahal. Gracias a Leica ScanStation P20 y al software Cyclone, registraron partes de la tumba con una precisión milimétrica para obtener la información espacial necesaria para analizar el estado de la estabilidad de la estructura.

El equipo representaba a Digital Historic Architectural Research and Material Analysis (DHARMA), una organización comprometida con el estudio y preservación de patrimonios de la humanidad en todo el mundo, como el Taj Mahal. Junto a la Archaeological Survey of India (ASI), las dos organizaciones consiguieron discernir que, afortunadamente, no se había producido ningún daño en la estructura del monumento.



En ASI, que supervisa al arqueólogo del proyecto, Bhuvan Vikrama, se quedaron impresionados con la tecnología de láser escáner de Leica Geosystems.

"Colaboramos con la Dr. Krusche porque contaba con la combinación correcta de tecnología y experiencia con la cartografía digital integral, lo que sería crucial para la conservación y preservación futura del Taj Mahal," comentó.

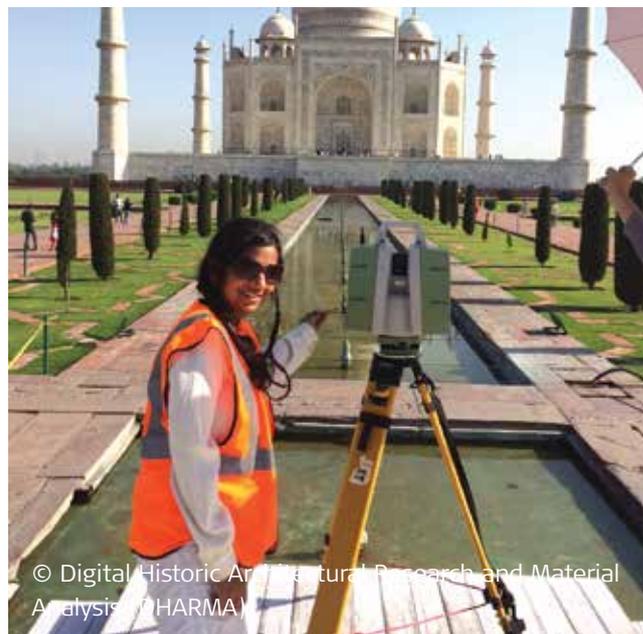
#### ESCANEADO SENCILLO PARA EL APRENDIZAJE

Otro aspecto de este proyecto fue la capacidad de los investigadores y estudiantes para aprender en un medio real. Con capacidad de recogida rápida, precisa y de alta densidad, ScanStation P20 es fácil de manejar, por lo que es un gran recurso para la educación.

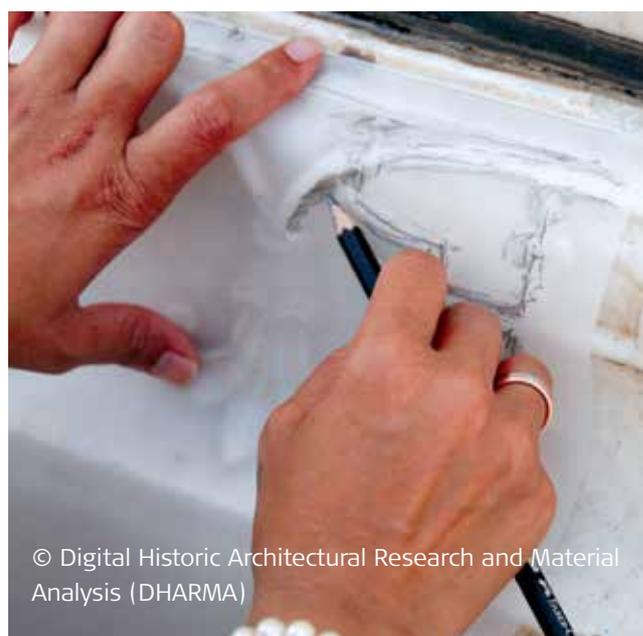
Los asistentes de investigación y estudiantes Kristen Gates y Anthony Derouin han participado en la creación de datos de escáner en 3D unidos con imágenes Gigapan, lo que permite el estudio de la cartografía de los daños. Estas imágenes se transfieren a modelos de gran escala, así los estudiantes pueden estudiar la gran estructura más detenidamente.

Gates dijo "el P20 era fácil de manejar y creamos un modelo 3D rápidamente." "Sin la necesidad de tocar ningún dispositivo, era más fácil modelar los datos con el software Cyclone."

La información final se recopiló en un informe integral para ASI.



© Digital Historic Architectural Research and Material Analysis (DHARMA)



© Digital Historic Architectural Research and Material Analysis (DHARMA)

Autor: Benjamin Federmann

# UN RETO DESDE LAS ALTURAS

© Cota de referencia de topografía y diseño



Papúa Nueva Guinea es uno de los países más rurales e inexplorados del mundo y con solo un 18% de la población del país que vive en centros urbanos. El terreno es un obstáculo constante para los topógrafos ya que posee una densa selva tropical y otras características ecológicas diversas. Al tener restringido el acceso a las zonas clave, los profesionales de la medición deben encontrar medios innovadores para reunir los datos necesarios.

Cuando el equipo de topografía de la mina Porgera contrató a Benchmark Survey & Design, una empresa topográfica de North Queensland, Australia, para realizar cartografías de las tierras de derrame situadas alrededor de una mina lejana, en la parte superior del valle de Porgera, a una altitud de 2.200 a 2.700 metros, la empresa especializada en mediciones topográficas sabía que debía encontrar un nuevo método de topografía alternativo. Dado que los datos registrados se usarían para controlar de forma ecológica, las zonas de vertederos de los derrames generados por la mina, la precisión era de suma importancia.

### CARTOGRAFÍA EN TERRENOS PELIGROSOS CON UAV

En una zona donde los desprendimientos y terremotos son comunes y con solo cinco días disponibles para cartografiar, Benchmark Survey & Design determinó que la topografía aérea sería el método topográfico más seguro y rápido. Se confió en Spatial Technologies, una empresa australiana con más de 20 años de experiencia en GIS que disponía de un piloto UAV. Al haber volado un UAV Aibot X6 de Aibotix y recoger datos en diferentes entornos durante los últimos dos años, Spatial Technologies estaba lista para el reto.

Con dos zonas que registrar alrededor de la mina, Anjolek de 380 hectáreas y Anawe de 250 ha, el piloto, Anton van Wyk, tuvo que planificar su ruta detenidamente. Solamente se podía utilizar un helicóptero para llegar a la zona durante uno de los cinco días para realizar las mediciones, y tenían que enfrentarse a diferentes retos, a un tiempo extremo con niebla por la mañana y lluvia por la tarde, con pocas horas al día para realizar la topografía. El plan preciso de van Wyk dependía de la durabilidad y fiabilidad del Aibot X6.

"Aibot X6 ofrecía mejores resultados que los esperados por el equipo topográfico de la mina Porgera, incluso en terrenos irregulares," dijo Wayne Storey de Benchmark Survey & Design. "Aunque el equipo topográfico de la mina ya disponía de algunos datos antes de realizar esta misión, la cartografía y el procesamiento de datos que recibieron del Aibot x6 provenían de sensores más avanzados."

Con 32 vuelos en total de unos 10 minutos cada uno, Spatial Technologies recogió 9.100 ortofotos a 5 cm de distancia de levantamiento con respecto al suelo. Mientras Benchmark Survey & Design solamente necesitaba precisión de submétrica para el proyecto, Spatial Technologies ofrecía una precisión de 10-20 cm con un sistema de control RTK situado estratégicamente junto al Aibot X6. Todo el proyecto se completó en unas 96 horas, ofreciendo documentación visual de los cambios de volumen en tierras de derrame.

### MUCHO MÁS QUE SIMPLES VOLÚMENES

La combinación de ortofotos del Aibot X6 con datos más antiguos y nubes de puntos de la zona creada por la tecnología de láser escáner, ingenieros y ecologistas del proyecto fueron más allá de los cálculos de volumen. Además de numerosos formatos de datos recogidos, ahora pueden ver la prueba visible de los cambios en la vegetación y realizan análisis de pendiente.

Dado que el terreno peligroso genera condiciones arriesgadas para los topógrafos, se realizaron pocas mediciones previamente y eran imprecisas. Ahora el equipo topográfico de la mina puede realizar controles con mayor regularidad y solucionar los problemas con más rapidez y rectificarlos antes de que se conviertan en preocupaciones más importante gracias a la topografía UAV más segura y rápida.

"Los muestreos aéreos con Aibot X6 no solo se pueden llevar a cabo con mayor rapidez que los métodos tradicionales, sino que conseguimos lo mismo y una mayor precisión también," dijo van Wyk. "Desde que los topógrafos no tienen que introducir las zonas arriesgadas para configurar los instrumentos, UAV aporta mayor seguridad a nuestros trabajos."

Cuando se producen obstáculos en el suelo provocados por el terreno, podemos superarlos con UAV. Al abrir el acceso a cada vez más zonas, Aibot X6 crea nuevas oportunidades en todo el mundo.



Autora: Natalie Binder

# RESCATADO DEL FONDO DEL MAR

Impregnado de historia, el Mary Rose fue el buque de guerra del Rey Enrique VIII Tudor. Construido entre 1509 y 1511, el Mary Rose era un buque de guerra que cosechó muchos éxitos y estuvo en posesión de Enrique VIII durante más de 34 años, prácticamente todo su reinado. El Mary Rose comenzó como un barco de tripulación y acabó

siendo un buque de combate, siempre se adaptó a las demandas navales de la época. Durante el reinado de Enrique VIII, el Mary Rose combatió en tres guerras, comenzando con la primera Guerra de Francia entre 1512 y 1514 y finalizando con la Tercera Guerra de Francia en 1545, su batalla final.



© Leica Geosystems

El catastrófico hundimiento del Mary Rose el 19 de julio de 1545 delante del rey ha sido un cuento relatado una y otra vez a lo largo de los tiempos. La causa de la tragedia sigue siendo incierta; algunos dicen que se trató de un tiroteo de los franceses, una ráfaga de aire o una tripulación rebelde. Sea cual fuera la causa, la historia del hundimiento del Mary Rose y de su rescate del fondo marino estuvo en las mentes de todo el público durante generaciones.

#### LA EXCAVACIÓN DEL MARY ROSE

El descubrimiento y excavación del buque de guerra hundido 437 años antes supuso un hito en la arqueología marítima. Fue redescubierto en 1971 y rescatado en 1982 y lo llevaron a la base naval de Portsmouth, en el dique seco núm. 3, a varios metros de distancia donde había sido construido con amor hacía todos esos años. El cieno del fondo del mar ayudó a preservar unos 19.000 objetos, excavados y traídos a la superficie. En este lugar se construyó un edificio seguro y protegido para el barco, de modo que así pudiera comenzar el proceso de conservación del mismo. El Mary Rose abrió sus puertas al público el 11 de octubre de 1983.

Desde la excavación de 1982, era fundamental mantener el buque húmedo, por lo que se pulverizaba agua fresca para evitar que las maderas se secaran e impedir el crecimiento de bacterias y hongos. Había que fortalecer el barco antes de que se secase el casco y así se evitara el

colapso. Por eso, se pulverizaba un químico denominado polietilenglicol (PEG) en el Mary Rose, que es similar a la cera. La concentración de PEG se formaba gradualmente para evitar daños en la madera. Se pulverizó de este modo durante casi 20 años para así conservar el buque en este estado.

#### EL MUSEO DE MARY ROSE Y LA IMPLICACIÓN DE LEICA GEOSYSTEMS

En 2005 se desarrollaron planes para crear un nuevo museo del buque insignia en el que se albergara el casco del Mary Rose y su colección exclusiva de objetos, y se contara la historia de la tripulación. Se planificó abrir el nuevo Museo de Mary Rose en mayo de 2013. Antes de abrir el museo, apagaron el pulverizador de cera y comenzó el proceso de secado, manteniendo al Mary Rose en un medio controlado, denominado "hotbox" con un 54% de humedad relativa y 19° Celsius. Una vez seco, el PEG evitará que colapsen las células, lo que se espera que ayude a preservar el barco durante cientos de años.

En 2013, pidieron a Leica Geosystems ayuda con el proyecto de conservación y el control del proceso actual de secado del Mary Rose en los confines del "hotbox" dentro del museo. El sistema ofrece datos vitales para que el equipo de conservación del fideicomiso entienda los impactos del proceso controlado de secado de las maderas de 500 años y participe en el proyecto durante 4 años, después del momento en que estén secas las

maderas. Mientras esto ocurre, se pueden desplazar y el hecho de entender la magnitud de este movimiento y su dirección es fundamental para esta investigación científica. Una vez seco, los tubos negros de ventilación ayudan a que el proceso de secado se retire de todas las maderas, lo que abre nuevos enfoques sin ningún obstáculo. El barco también recibe apoyo de andamios y puntales que ofrecen un soporte extra y protección, así se ralentiza el movimiento del mismo, se previenen los daños en este objeto histórico único y se garantiza la seguridad del personal que trabaja en las maderas de 500 años de antigüedad.

Para realizar mediciones precisas del movimiento del casco, en un primer momento se instaló Leica Nova MS50 MultiStation con una cobertura óptima de la línea visual en el casco con 36 prismas, colocados en las maderas en localizaciones clave. La MultiStation calcula automáticamente la posición y orientación antes de cada ciclo de medición para que funcionen detectando cualquier movimiento. Se instalaron cinco puntos de control ampliamente distribuidos por las localizaciones estables, lejos de las maderas de la base de las resecciones. Los ciclos de medición se realizan tres veces al día.

Leica Geosystems, con más de 25 años de experiencia en control automatizado, ha provisto el hardware, software y el asesoramiento de este proyecto de prestigio.

El gerente de la administración de Leica Geosystems, Mark Francis, participó en las primeras fases de

secado y comentó lo siguiente: "En Leica Geosystems estamos orgullosos de participar en el suministro de las soluciones de medición más avanzadas que sirven para la investigación de un proyecto único y prestigioso como este, y esperamos seguir colaborando."

En mayo de 2015, Steven Ramsey y Francis de Leica Geosystems también ayudaron con una Topografía de Alta Definición (HDS) gracias al láser escáner recién lanzado al mercado, ScanStation P40. Gracias a esta técnica, se genera una nube de billones de puntos que modela cada milímetro de la estructura con precisión, más allá de 36 puntos de control discontinuo. La intención es volver a realizar un escáner por láser en 2016, la post construcción de las galerías abiertas de visualización para un modelo actualizado.

Además de los sensores, la potencia y la comunicación son componentes clave de la arquitectura del sistema para alcanzar fiabilidad y éxito en la totalidad de la solución, al igual que ocurre en cualquier otro proyecto continuo de control. En el Museo del Mary Rose, la corriente principal y el cable ethernet conectado la red LAN a nivel local garantizaban el funcionamiento continuo, y la transferencia de datos y el control con un ordenador en el museo conectado al servidor de red. El famoso software de supervisión GeoMoS controla los ciclos de medición tres veces al día. Además, los datos se extraen a un formato de hoja de cálculo de la base de datos abierta SQL y se envían automáticamente por correo electrónico a los supervisores más importantes de forma regular para un análisis continuo.



"La incorporación de la multiestación en un plan de conservación nos aporta una información que no tiene precio, lo que aumenta considerablemente la comprensión del proceso de secado. Todo esto nos permite desarrollar una estrategia que garantiza el futuro de una obra única de patrimonio cultural," dijo la Dra. Eleanor Schofield, directora de conservación.

Los datos de la multiestación se transfieren por correo electrónico a los estudiantes del doctorado del departamento de topografía e ingeniería civil de la Universidad de Portsmouth. Así pueden analizar los datos de movimiento, identificar tendencias y correlacionarlos con otras líneas de investigación, incluyendo la sequedad de las maderas.

#### EL FUTURO DEL MARY ROSE

Desde la introducción de MS50 MultiStation en el museo, se ha despertado mucho más interés en el modo en que funciona un instrumento de medición de alta precisión, con visitantes de todas las edades que desean conocer más. Leica Geosystems colabora estrechamente con el fideicomiso del Mary Rose para controlar el movimiento del barco y ayudar, así, en la importante conservación y el proyecto arqueológico marítimo.

En la actualidad, el Mary Rose se encuentra cerrado temporalmente durante el siguiente capítulo de una larga y extraordinaria historia que está por comenzar. La fase dos del Mary Rose comenzó a finales de noviembre de 2015 y mejorará considerablemente la experiencia del visitante ofreciendo vistas ininterrumpidas del barco desde las pasarelas, y desde todas las galerías principales en los tres niveles. Por primera vez desde que se edificó en 1982, los visitantes compartirán el mismo espacio que el Mary Rose, entrando por la cubierta superior por una compartimento estanco, lo que supondrá una experiencia de la magnitud total del buque. Durante esta fase, el control de las maderas de 500 años de antigüedad será crítica y así la MultiStation permanecerá en su posición en la siguiente fase, y continuará ofreciendo datos vitales al equipo del Mary Rose. El museo abrirá sus puertas completamente a finales del verano de 2016.



# CARTOGRAFÍA MÓVIL DE UNA ZONA CATASTRÓFICA

El 8 de julio de 2015, un tornado de nivel 4, según la Escala FujitaMejorada (EFS) golpeó la zona del río Brenta al norte de Italia, alrededor de las ciudades de Pianiga, Dolo y Mira. Una de las características más famosas de la zona, las villas venecianas fueron seriamente dañadas a lo largo de toda la región del río. Estas obras clásicas

atraen a miles de turistas de todo el mundo cada año y fueron construidas en el S. XVI y diseñadas por el renombrado arquitecto Andrea Palladio de Padua. La zona fue declarada Patrimonio Mundial de la UNESCO en 1994.



El desastre natural causó una trágica muerte, heridas a 72 personas, además de daños materiales en 250 bienes inmuebles. En total, se contabilizaron daños de diez millones de Euros.

#### CONOCIMIENTOS GRACIAS A LA CARTOGRAFÍA MÓVIL

La oficina central de T&T Service está situada en la región del impacto provocado por el tornado. Con una gran experiencia en topografía de alta definición (HDS), la empresa topográfica ayudó a las autoridades locales durante las primeras horas del desastre y, posteriormente, para valorar el alcance de los daños.

"Fue muy difícil para nosotros ver toda aquella destrucción tan cercana a nuestros hogares, pero queríamos ayudar a nuestra comunidad del modo en que fuera posible," dijo Gianpiero Toniato, propietario de T&T Service. "En cuanto pasó el tornado, convocamos a nuestro equipo para ayudar a los servicios de emergencia y a la policía con la documentación de los daños."

Leica Pegasus:Backpack estaba incluido en el equipamiento. Dado que la zona se estaba evacuando por motivos de seguridad, T&T Services tenían que entrar rápidamente, documentar y salir de la zona de evacuación. Por eso, la cartografía móvil era la solución más eficiente para adquirir datos con tanta rapidez como fuera posible, mientras se aseguraba el registro de toda la información necesaria.

Leica Geosystems estaba disponible de inmediato para realizar una topografía altruista y así ayudar a las autoridades locales. Dado que la zona no era accesible con los sistemas tradicionales de cartografía, seleccionaron Pegasus:Backpack por su movilidad avanzada para acceder fácilmente a zonas de dificultad.

Aldo Facchin, director de I+D en cartografía móvil en Leica Geosystems accedió a la zona para escanear la extensión de los daños causados por la tremenda tormenta y tomó medidas de inmediato con una interferencia mínima en las operaciones del personal de rescate.

"Detectamos graves daños en casas y otras estructuras," dijo Facchin. "Conseguimos atravesar fácilmente las zonas obstruidas por la caída de escombros gracias al Backpack."

Una vez que terminaron, enviaron todos los datos a T&T Service. Toniato y su equipo utilizaron las nubes de puntos detalladas para investigar y realizar mediciones de las zonas dañadas, lo que ofreció una perspectiva útil del impacto del desastre natural en un espacio histórico.

#### ACCESO A LO INACCESIBLE

La administración pública italiana de la zona afectada estaba totalmente impresionada ya que los topógrafos



consiguieron atravesar zonas donde los vehículos convencionales no tenían acceso y pudieron recoger y analizar los datos rápidamente.

"Dependemos de varias herramientas de visualización de calles para conocer los daños causados durante los desastres naturales y otros accidentes similares, pero valoramos considerablemente la posibilidad de utilizar los datos adquiridos durante días, meses o incluso años, para evaluar el modo en que nos recuperamos," explicó Dolo Mayor Alberto Polo. "Backpack convierte en realidad las diferentes opciones. Nuestros operadores técnicos pueden evaluar los daños con una precisión superior que nunca antes se había alcanzado gracias a estos datos masivos."

Las autoridades públicas de los municipios afectados dependen de los datos adquiridos con Pegasus:Backpack para medir el progreso de las tareas de limpieza.

#### AVANCE DE LA RECUPERACIÓN

Las soluciones móviles de cartografía ofrecieron una visión real e inmediata de las zonas con daños. Las autoridades

locales consiguieron acceder a las zonas que antes eran inaccesibles debido a los daños y coordinaron el trabajo de recuperación con eficacia.

La experiencia adquirida por el gobierno en esta catástrofe ha demostrado la necesidad de contar con bases de datos documentadas de antes y después del desastre para tener en cuenta la verificación inmediata de las zonas dañadas con actividades totalmente automáticas de comparación.

"Las autoridades pueden planificarse mejor y reaccionar a situaciones de emergencias gracias a la tecnología de Pegasus:Backpack," dijo Stuart Woods, vicepresidente de la división de soluciones geoespaciales en Leica Geosystems. "Ahora es posible responder a desastres con eficacia y basándonos en la realidad, gracias a la visualización de las zonas dañadas en su estado actual e inmediato, desde el terreno, en las calles y al nivel de los edificios."



# LANZAMIENTO ESPACIAL CON MULTIESTACIÓN

**Para reforzar las fases de prueba del sistema más novedoso de la NASA de lanzamiento al espacio, la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio utiliza la multiestación Leica Nova MS50. Las estaciones totales robóticas de precisión, ultra-rápidas y con funciones integradas de láser escáner ofrecerán un control preciso de cualquier desviación durante las pruebas estructurales completas.**

La NASA sigue avanzando en su nuevo cohete, el transbordador espacial SLS, y las pruebas del hardware se están convirtiendo en un punto crucial en el Centro de vuelo espacial Marshall de la agencia en Huntsville, Alabama, EE. UU. Se debe evaluar cada parte de la estructura para verificar su integridad y asegurarse de que puede soportar las cargas que pueda experimentar durante el vuelo.

## RESISTENCIA A TODOS LOS ELEMENTOS

Las pruebas se llevarán a cabo en el exterior, en uno de los puestos de pruebas estructurales. Se utilizará una estructura de acero de 66 metros de alto, llamado puesto de pruebas 4693, para supervisar el depósito de hidrógeno líquido, mientras la estructura de acero de 26 metros de alto denominada puesto de pruebas 4697, se utilizará para controlar el depósito de oxígeno líquido. Estos puestos de pruebas someterán, con las mismas cargas, presión y fuerza que durante el lanzamiento espacial, a los depósitos y al hardware del SLS.

Durante las pruebas, los múltiples puntos de control en los depósitos se medirán con precisión para detectar deflexiones durante un período de 48 horas. Para ello, la NASA utilizará las multiestaciones, que son estaciones totales robóticas precisas con funciones integradas de láser escáner. Se añadirán al resto de equipamiento formado por multiestaciones Nova MS50 y estaciones totales robóticas Leica Viva TS15 todos los instrumentos utilizados para el control de deflexiones durante las pruebas estructurales completas.

Según David Rutledge, el director de control estructural de soluciones de ingeniería de Leica Geosystems, la NASA sigue invirtiendo en Leica Nova MS50 por su versatilidad y precisión en comparación con otras estaciones totales.

"Las aplicaciones más importantes como el programa de pruebas estructurales exigen soluciones para el sistema de lanzamiento al espacio que pueden ofrecer alta precisión y rendimiento excelente," dijo. "La vigilancia completa de la deformación en el objeto de prueba durante todo el período de ensayos con ambos instrumentos, Leica Nova MS50 y Viva TS15, aportará datos de alta precisión que ayudarán a los ingenieros de la NASA a entender el rendimiento de la nave y les guiará para el desarrollo futuro de cohetes. Estamos muy ilusionados por desempeñar un papel importante en el progreso continuo del centro de vuelo espacial Marshall."

# CAPTURANDO LA REALIDAD EN LA ISLA DE ELLIS

La pequeña Isla de Ellis, situada en la bahía de Nueva York, ha sido el primer punto y principal de recepción de inmigrantes de los EE.UU. durante 62 años, realizando el control de inmigración de más de 12 millones de personas entre 1892 y 1954. En la actualidad, la isla recibe 3,5 millones de visitantes al año como monumento nacional, al formar parte del Servicio de Parques Nacionales de EE. UU. (NPS) con su edificio principal y muchas estructuras auxiliares.



### LA CAÍDA TRAS EL PASO DEL HURACÁN

En 2012, el huracán Sandy arrasó la costa este de Estados Unidos y la Isla de Ellis, con vientos huracanados y maremotos de casi 4,3 metros. El Monumento Nacional sufrió serios daños, cayó el edificio del hospital, el Georgian Revival datado de 1900, hubo destrozos en el edificio Principal de Inmigración y en el aparcamiento construido en los años 50. Los sótanos de casi todas las estructuras se inundaron.

El aparcamiento tuvo que demolerse debido a la extensión de los daños. Las infraestructuras básicas como los sistemas eléctricos, de alcantarillado y telefónicos ha sido dañadas, así como los caminos de ladrillo para los peatones.

Se tardó un año en poder reabrir el parque al público.



### REGISTRO DE REALIDAD PARA REHABILITACIÓN E INTERPRETACIÓN

El NPS ha centrado el proyecto actual en la preservación de la rehabilitación e interpretación de los edificios del hospital y de las estructuras de soporte dañadas por el huracán que fueron cruciales para las actividades diarias en la Isla, pero se han cerrado durante décadas al público por los esfuerzos de estabilización de las estructuras en peligro. El HDP (Programa de Documentación Patrimonial del NPS) realiza este esfuerzo de años, financiado principalmente por la Isla Ellis (parte del Monumento Nacional de la Estatua de la Libertad) a través de las tarifas de visitantes y concesiones, y ha recibido este encargo del NPS para la creación de estándares y directivas para la documentación de la herencia arquitectónica, de ingeniería y paisajes en los Estados Unidos.

Históricamente, estos documentos constaban de registros permanentes libres de derechos de autor, como planos arquitectónicos, fotografías e historias escritas. En la actualidad, este material de archivo tradicional se complementa con nubes de puntos de escáner por láser, modelos fotogramétricos y recorridos virtuales derivados de tecnologías de registro de realidad. Según Dana Lockett, directora de proyectos de arquitectura en HDP, "estos datos digitales son sumamente útiles para los patrocinadores del proyecto y el público gracias al acceso virtual."

El NPS ha utilizado soluciones del láser escáner de Leica Geosystems para registrar la realidad desde 2006 y formar parte de HDP. La tecnología de láser escáner terrestre se incorpora a los flujos de trabajo de HDP y la Isla de Ellis ha avanzado en la tecnología al realizar escaneos durante los últimos años con la Leica ScanStation II, la ScanStation C10 y, ahora, el P40.



© NPS

Además, HDP ha realizado su primer recorrido virtual online al público con un kit de cámara externa para C10 y P40 como parte de este flujo de trabajo de registro de realidad en la Isla Ellis. El recorrido crea una experiencia virtual educativa y de inmersión de una zona restringida del Monumento Nacional, y está compuesto de fotografías panorámicas, animaciones incorporadas con nubes de puntos hiperenlazados, redes 3D y otros elementos multimedia de interpretación.

"La evolución de esta tecnología del láser escáner es similar a la complejidad de las estructuras topográficas en la Isla de Ellis," explicó Paul Davidson, arquitecto topográfico de edificios históricos americanos en HDP. "Dado que ha aumentado la complejidad, los escáneres de Leica Geosystems han evolucionado para cumplir con las exigencias de velocidad, precisión y eficiencia."

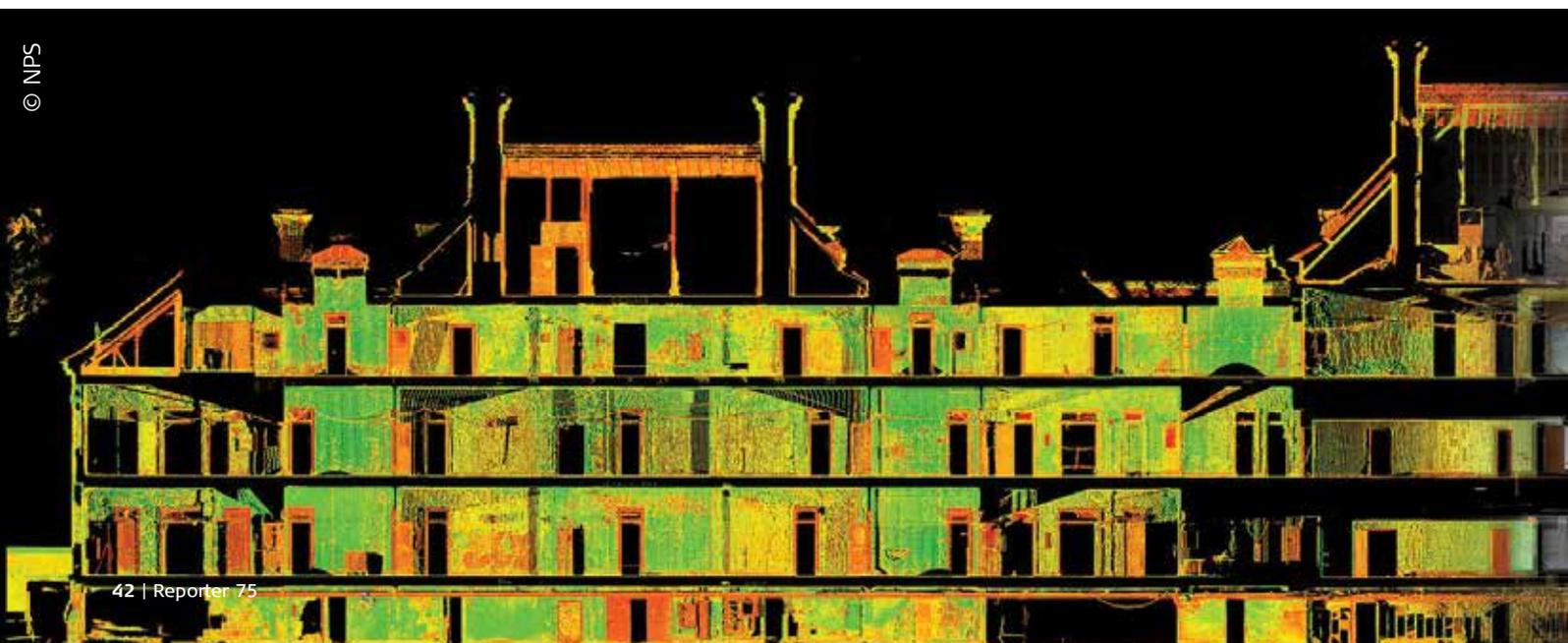
#### DEL CAMPO A LA OFICINA Y AL ARCHIVO

Los retos del registro digital de tres edificios del hospital interconectados y de gran tamaño de la Isla de Ellis desde el exterior incluían las huellas irregulares de las estructuras; los árboles centenarios de gran tamaño en las proximidades; las líneas visuales exteriores poco adecuadas por los tejados debido a un dique cercano; y las obras permanentes para reparar la infraestructura dañada por el huracán Sandy.

Los espacios interiores también suponían retos, incluyendo los cuatro pisos del hospital y los áticos completos, que ascienden a 11.148 metros de espacios y pasillos similares a laberintos, complicados y desconectados. Además, hacía falta solucionar décadas de degradación, muros derrumbados, escaleras sin acceso y falta de iluminación para el trabajo a pesar de las ventanas ciegas, que provocaban la instalación extensa de plataformas de iluminación interior utilizadas para el escaneo.

En el pasado, la totalidad de 11.148 metros del espacio interior del suelo y de la compleja superficie exterior suponían un alcance abrumador. El largo alcance de las ScanStations se llevaban al límite para conservar una red de control precisa y estricta en las extensas estructuras, mientras los esfuerzos en el interior se centraban en los pasillos principales, espacios grandes y huecos de escaleras, para así construir espacios interiores clave y conectar con las plantas en el modelo digital de nubes de puntos.

"De todos los proyectos que he realizado para NPS, considero que este ha sido el más exigente debido a la naturaleza inconexa de los interiores y a los pocos puntos de acceso y líneas visuales al exterior," explicó Davidson.



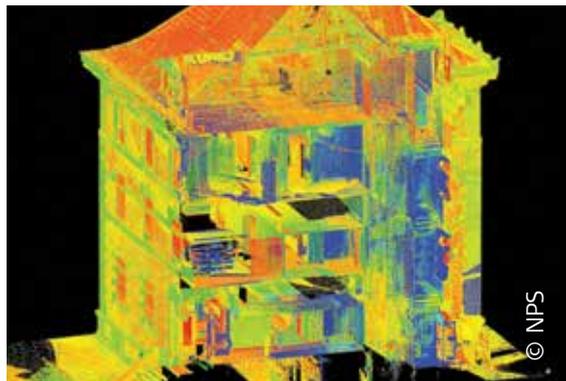
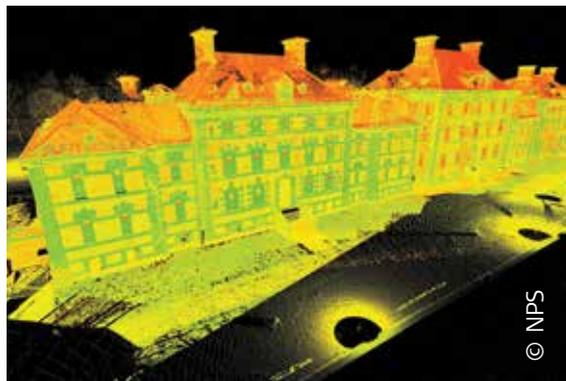
© NPS

Con la nueva ScanStation P40 en el equipamiento de HDP, las velocidades de escáner ultra-rápidas ofrecen la posibilidad de registrar mucha más información de las 250 salas interiores. Leica Cyclone, el software de procesamiento de nubes de puntos, sigue siendo la espina dorsal del procesamiento de datos para la foto texturación y el registro de datos HDS de años, controlados en una red topográfica.

Además de los recorridos virtuales y de otros medios de interpretación, en Cyclone se migran datos a AutoCAD a través del software Leica CloudWorx para crear uno de los pilares de planos arquitectónicos medidos en 2D con gran precisión y detalle. Históricamente estos planos se creaban por completo con mediciones manuales. Aunque se siguen utilizando los métodos manuales en HDP para crear planos completamente paramétricos en 2D rellenando los espacios de datos ("sombras") en los escaneos (por ejemplo, donde se bloquean los detalles de los marcos de las ventanas por abordaje), los escaneos por láser crean la línea base de precisión clave para los registros de archivos que guiarán las tareas de rehabilitación del futuro.

Davidson concluye, "habría sido prácticamente imposible realizar cartografías de los espacios interiores con precisión, menos aún las complicadas líneas de los tejados, con los métodos topográficos tradicionales. Mientras HDP se encargaba de la creación de planos finales de archivos y de la entrega de registros, y establecía la relación precisa de los componentes del edificio entre sí, se anulaba la necesidad de emitir conjeturas y así ahorramos un tiempo valioso en el campo y oficina, lo que nos permitía concentrar nuestra energía en la información detallada, única y significativa de los edificios del hospital. En mi opinión, ¡el láser escáner 3D es lo más!

*Nota del editor: Véase el recorrido virtual online de HDP en la Isla de Ellis: [https://www.nps.gov/hdp/exhibits/ellis/Ellis\\_Index.htm](https://www.nps.gov/hdp/exhibits/ellis/Ellis_Index.htm).*



**HxGN LIVE**

No se pierda a Dana Lockett presentando este proyecto y mucho más en la sesión 9127, conmemorando el 100 aniversario del Servicio de Parques Nacionales de EE. UU. - HSD en la Isla de Ellis a las 10:30 de la mañana, el jueves 16 de junio en el Centro de convenciones 204B.



# HEXAGON GEOSYSTEMS SE PRESENTA A LOS CLIENTES EN TODO EL MUNDO. TODOS LOS DÍAS. CUALQUIER APLICACIÓN.

Tanto si se trata de una obra de construcción en el edificio más alto del mundo en Dubái o de la cartografía aérea de Estados Unidos, nuestros clientes trabajan diligentemente en la sociedad industrial y global. Sus grandes historias comienzan con ideas innovadoras, al igual que en HxGN LIVE. Estamos orgullosos de formar parte de todo ello en Hexagon Geosystems, y apoyamos a nuestros clientes con instrumentos precisos y exactos, software sofisticado y servicios de confianza. Damos valor a todos los que dan forma al futuro de nuestro mundo, y les agradecemos que lo hagan con decisión, perseverancia y esfuerzo.

Presentamos a algunos de nuestros clientes, haciendo lo que mejor se les da, moldeando un cambio inteligente para conseguir un mundo mejor.



**TOM FOLEY**  
Intuicom, Inc.  
Colorado, EE. UU.



**SACHA DUROSS**  
Little Thompson Water District  
Colorado, EE. UU.



**CAROL LOCKHART & DUSHAN ARUMUGAM**  
Geomatics Data Solutions, Inc.  
California, EE. UU.



**MIKE TWOHIG**  
Vac Group Pty. Ltd  
Queensland, Australia



## SANI NUHU

Altruinco Services Limited  
Abuja, Nigeria



## LI-HU QIAO

Daqing Oilfield Geophysical Exploration Center  
Heilongjiang, China



## FRANCO REA

Alexander & Symonds Surveying Consultants  
South Australia, Australia

## Colaboradores de Reporter

Justin Barton es especialista en marketing de producto en Leica Geosystems High Definition Survey USA con sede en San Ramón, California, EE. UU.  
justin.barton@leica-geosystems.com

Natalie Binder es directora de marketing y comunicación en Leica Geosystems Ltd. con sede en Milton Keynes, RU.  
natalie.binder@leica-geosystems.com

Cornelia Dietz es gestora de proyectos de marketing en Leica Geosystems, en la unidad comercial DISTO con sede en Heerbrugg, Suiza.  
cornelia.dietz@leica-geosystems.com

Benjamin Federmann es director de marketing y comunicación en Aibotix, con sede en Kassel, Alemania.  
benjamin.federmann@aibotix.com

Christine Grahl es directora de contenido de marketing en Leica Geosystems North America, y trabaja con Norcross, Georgia, en la oficina de EE. UU.  
christine.grahl@leicaus.com

Jia Jia es especialista en promoción de marketing en Leica Geosystems China con sede en Pekín, China.  
jia.jia@leica-geosystems.com.cn

Amit Kumar es director de marketing y comunicaciones en Elcome Technologies Pvt. Ltd., empresa representante de Leica Geosystems en India, con sede en Gurgaon, India.  
amit.kumar@elcometech.com

Katherine Lehmuller es editora de contenido en Leica Geosystems, con sede en Heerbrugg, Suiza.  
katherine.lehmuller@leica-geosystems.com

Kutalmis Saylam es científico de investigación asociado en Bureau of Economic Geology, Jackson School of Geosciences, en la Universidad de Tejas en Austin.  
kutalmis.saylam@beg.utexas.edu

Irene Simonetta es directora de marketing en Leica Geosystems Italy, con sede en Cornegliano Laudense, Italia.  
irene.simonetta@leica-geosystems.com

Nicolette Tapper es ejecutiva en comunicaciones de marketing, Asia-Pacífico en Hexagon Mining, con sede en Brisbane, Australia.  
nicolette.tapper@hexagonmining.com

Thorsten Störig y Ralph Zimmermann son el jefe del departamento de control de calidad y grupo de medición respectivamente, en MEYER WERFT en Papenburg, Alemania.

## Aviso legal

**Reporter:** Revista del cliente Leica Geosystems

**Publicada por:** Leica Geosystems AG, CH-9435 Heerbrugg

**Oficina editorial:** Leica Geosystems AG, 9435 Heerbrugg, Suiza, teléfono +41 71 727 31 31, reporter@leica-geosystems.com

**Responsable del contenido:** Monica Miller Rodgers, APR, directora de comunicación

**Editores:** Katherine Lehmuller y Monica Miller Rodgers

**Diseño:** Stephanie Chau

Cualquier re-impresión o traducción, incluyendo extractos, estará sujeta al permiso previo por escrito del editor.  
©2016 Leica Geosystems AG, Heerbrugg (Suiza)

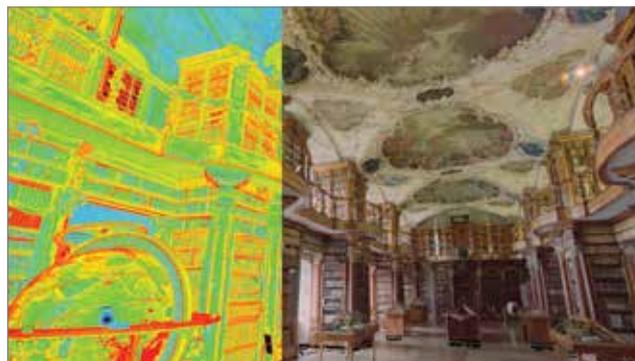
**Portada:** © NPS



reddot award 2016  
winner

## LEICA GEOSYSTEMS GANA 2 RED DOT DESIGN AWARDS

Leica Pegasus:Backpack y Lino LP41 se llevaron el prestigioso premio Red Dot Design Award. Estos dos productos de Leica Geosystems llamaron la atención en comparación con el resto de participantes de 57 países y más de 5.200 productos en evaluación. Una comisión de 41 expertos independientes evaluaron las presentaciones basándose en innovación, calidad, funcionalidad y sostenibilidad ecológica.



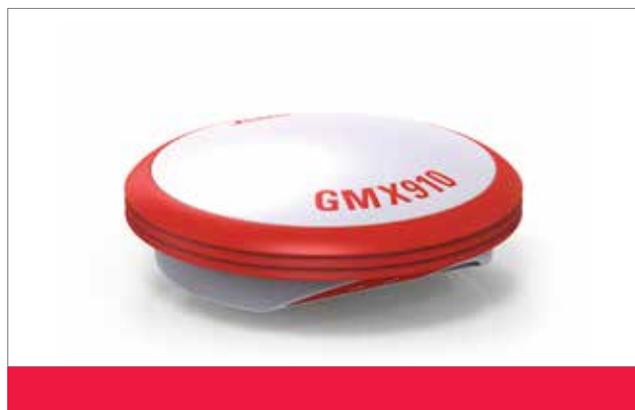
## NUEVAS COLABORACIONES CON DOTPRODUCT, SPHERONVR

Ahora Leica Cyclone trabaja en combinación con escáneres manuales 3D de DotProduct y la tecnología de imágenes de SpheronVR para ofrecer flujos de trabajo integrados y completos. Los escáneres manuales registran objetos difíciles para visualizaciones en 3D. Las nubes de puntos se pueden colorear en Cyclone con la cámara SpheronLite.



## NUEVOS SERVIDORES DE REFERENCIA, RECEPTOR DE AUSCULTACIÓN

La última generación de servidores de referencia y e instrumentos de auscultación, poseen funciones optimizadas del canal multi-frecuencia 555, se conecta con todas las señales actuales y previstas de GNSS. Los nuevos servidores de referencia Leica GR30 y GR50 y el instrumento de control GM30 están preparados para los requisitos de la tecnología GNSS en constante cambio.



## LA NUEVA ANTENA INTELIGENTE OFRECE UN RENDIMIENTO SUPERIOR

En los proyectos estáticos y a largo plazo se exige un gran número de sensores que ahora tienen una nueva antena inteligente y asequible. Leica GMX910 permite el control dinámico con transmisión de datos de un máximo de 10 Hz y multi-frecuencia avanzada, así como mayor seguimiento de multi-constelación. Parte del instrumento básico GPS de una frecuencia y se añaden múltiples opciones de actualización.



# HxGN | GLOBAL

Stay connected to Hexagon by visiting HxGN Global, the digital hub where great stories about our businesses come together.



## EXPERIENCE HxGN LIVE

Join us for our annual international conference for an exciting lineup of keynotes, evening events, a technology expo and hundreds of sessions.



## MEET at HxGN LOCAL

Be a part of localised Hexagon events and experience innovation in your neighborhood.



## WATCH HxGN TV

Never miss an update. Enjoy popular content, event recaps and exclusive video programming.



## LISTEN to HxGN RADIO

Hear industry leaders as they share insights in podcasts and special broadcasts.



## READ HxGN NEWS

Enjoy the latest news, success stories and company announcements.

Learn more at [hxngnglobal.com](http://hxngnglobal.com)



**Leica**  
Geosystems



## Leica Viva GS16 Experiencia de innovación 3D

Conozca el GNSS de auto-aprendizaje que funciona con RTKplus y SmartLink y se conecta sin ningún tipo de interrupción con el nuevo software táctil Leica Captivate. Mientras RTKplus selecciona automáticamente las señales óptimas de GNSS con un motor resistente de 555 canales, SmartLink utiliza la tecnología precisa de posicionamiento de puntos para permanecer en conexión. Experimente de innovación 3D con las posiciones más precisas y finalice sus trabajos desde cualquier lugar.

**Be Captivated**

Visite [www.leica-geosystems.com/becaptivated](http://www.leica-geosystems.com/becaptivated) para obtener más información y solicitar una demostración.

Las imágenes, descripciones y datos técnicos no son vinculantes. Todos los derechos reservados.  
Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2016.

Leica Geosystems AG  
[www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com)



- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems

PART OF  
**HEXAGON**