

# Reporter 72

La revista global de Leica Geosystems



PART OF  
HEXAGON

- when it has to be **right**

*Leica*  
Geosystems



## Un mensaje del Presidente

El agua que cubre el 71% de la superficie terrestre es fundamental para todo tipo de vida en el planeta. El agua y su consumo, limpieza, transporte o alimentación es una fuerza motriz que todos compartimos.

En esta edición de Reporter podrá leer cómo nuestros clientes están manteniendo el curso del agua, gestionando este valioso recurso de modo que pueda continuar beneficiándonos a todos. Cada día, profesionales de todo el mundo encuentran vías para dirigir los esfuerzos de conservación con los datos geoespaciales.

La viabilidad de los recursos del agua es el eje central de los gobiernos y de empresas de toda la tierra. Para garantizar el bienestar de la comunidad estadounidense, TruePoint Laser Scanning utilizó Leica ScanStation C10 durante la renovación de una planta de tratamiento de aguas. El agua de dos lagos se está reutilizando para producir electricidad en Suiza, donde UAV Aibot X6 ha sido utilizado por Axpo para realizar muestreos y documentar la construcción del dique.

Los cambios climáticos globales se supervisan de cerca para entender mejor nuestro mundo en continuo desarrollo. Leica Nova MS50 MultiStation está contribuyendo al estudio medioambiental ya que un equipo de especialistas utiliza este dispositivo para medir el movimiento de un glaciar en Groenlandia. Con un 85% de población mundial viviendo en la parte más árida del planeta, la conservación del agua genera una gran preocupación. El Concorde Construction en Irak ha encontrado una solución para la gestión de la irrigación del agua con el dispositivo manual Leica Zeno 10 GNSS/GIS y el software Leica Zeno Office.

No se puede negar el papel significativo del agua en nuestras vidas. Estoy orgulloso de que nuestras soluciones y clientes estén dando forma a este mundo en constante cambio.

Juergen Dold  
Presidente, Hexagon Geosystems

# CONTENIDO

- 03 Control de los cambios en nuestra vida
- 06 El viaje del marinero
- 10 Precisión en estaciones de esquí gracias al GIS
- 12 Renovación de estructuras complejas gracias al escáner por láser 3D
- 15 Cómo eliminar la suposición
- 18 Avances en la gestión de agua en Brasil
- 20 Be Captivated: Creando una experiencia Leica Captivate
- 22 Topografía e inspección más segura desde el aire
- 25 Protegiendo los pilares de nuestra existencia
- 28 Cómo reducir los estragos del tiempo
- 31 Gestión eficiente de redes de irrigación
- 34 Explorando la superficie situada debajo del agua
- 37 Renovación segura de las esclusas de los barcos
- 40 Prueba de dureza en el K2

### 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:** Konrad Saal (Responsable de Comunicación y Marketing)

**Editores:** Konrad Saal, Katherine Lehmüller, Monica Miller-Rodgers

**Información detallada de la publicación:** La revista Reporter se publica en inglés, alemán, francés, español y ruso, dos veces al año. Cualquier re-impresión o traducción, incluyendo extractos, estará sujeta al permiso previo por escrito del editor.

© Leica Geosystems AG, Heerbrugg (Suiza), Agosto de 2015. Impreso en Suiza

**Portada:** © Farouk Kaddad  
El glaciar que se derrite, Eqip Sermia, en Groenlandia.  
Lea el artículo acerca de la expedición topográfica en página 3.



© Farouk Kadded

# Control de los cambios en nuestra vida

por Farouk Kadded y Luc Moreau

Groenlandia, tierra accidentada y salvaje, está cubierta por una capa maciza de hielo que representa aproximadamente el 80% de su superficie. Los glaciares se desprenden de esta capa de hielo y se convierten en ríos de hielo que fluyen y están en continuo movimiento, y son empujados por su peso macizo hacia el mar. Existen numerosas razones por las que los investigadores están más interesados recientemente por estudiar los secretos del hielo de Groenlandia. Uno de los secretos es que Groenlandia es especialmente vulnerable al cambio climático; la capa de hielo se está derritiendo con mayor rapidez que cualquier otra parte de hielo del mundo y los glaciares se desplazan diez veces más rápido hacia el mar de lo que lo hacían hace justo cinco años. Otro motivo es que el hielo de este país representa un ocho por ciento aproximadamente de todo el agua dulce de la tierra. Si estos glaciares se derri-

tieran, el agua bastaría para elevar el nivel del mar más de siete metros, desbancado a millones de personas del planeta. Esto tendría un impacto grave en nuestro medio ambiente, por lo que el control de los cambios que ocurren durante nuestra vida es sumamente importante.

Luc Moreau, un glaciólogo con sede en Chamonix, Francia, lleva más de tres años estudiando el impresionante glaciar Equip Serminia, de cuatro kilómetros de ancho, situado en la parte oeste de Groenlandia. Luc, en colaboración con la asociación SPELEICE y la productora MONALISA, ha organizado una expedición para recoger datos acerca de la velocidad del flujo de fundido del glaciar y así entender cómo los molinos del glaciar de hielo (agujeros profundos que transportan agua de deshielo por los glaciares) afectan a la velocidad de su fundición. Les acompañaba Farouk Kadded, director de producto de Geomatics en Leica Geosystems Francia y juntos realizaron el replanteo con la multi-estación de vanguardia, Leica Nova MS50





© Farouk Kadded

■ El glaciar en deshielo, Equip Seria en Groenlandia se está desplazando con una rapidez alarmante.

MultiStation y los instrumentos de posicionamiento GNSS en tiempo real, la antena GS14 y el receptor Leica GS10. La multi-estación fue seleccionada porque realiza escaneos 3D precisos y sin reflector a una distancia de 1–2 km, tenía un peso ligero y era lo suficientemente compacta para su transporte en un mochila y contaba con una eficiencia y resistencia probadas. También era el único escáner del mercado que ofrecía las cuatro tecnologías necesarias: estación total, escaneo, GNSS e imágenes.

### Medición del flujo de movimiento en Equip Sermia

Durante las últimas expediciones, Luc configuró una cámara con la que tomaba fotografías a diario durante los últimos años. Consiguió identificar los cambios en el tamaño del glaciar reconstituyendo una película de lapso de tiempo de las imágenes que tomó con la cámara. Esta película se podía utilizar para calcular la longitud y velocidad del flujo del glaciar Equip Sermia junto con los datos topográficos recogidos con el equipamiento de Leica Geosystems.

Después de que Luc y Farouk encontraron un terreno estable para que el receptor GS10 sirviera de base, comenzaron a buscar las posiciones ideales de medición en el glaciar. Era un trabajo peligroso en la superficie del glaciar que se desplazaba rápidamente con sus brechas de hielo profundas y mortales. Primero configuraron la multi-estación en el banco izquierdo

estable con la antena GNSS Leica GS14 en la parte superior, para así conseguir coordenadas exactas para el MS50 y medir los puntos seleccionados a 1,3 kilómetros con una multi-estación, un trípode, un objetivo reflector, la antena resistente Leica GS14 y un poste. A continuación, cruzaron – no sin riesgos – el glaciar para colocar un objetivo reflectante. Durante cuatro días consecutivos, recogieron datos de posición a la misma hora del día para calcular el flujo de fundición del glaciar durante un periodo de 24 horas.

El glaciar se desplazó a un índice de hasta 30 centímetros por hora, así que el equipo tenía que trabajar más rápido. Primero se tomaron imágenes a varios seracs por la multi-estación o torres de hielo, para ayudar a Luc y Farouk a relocalizar fácilmente los mismos puntos al día siguiente.

Los resultados probaron que el movimiento del glaciar era de hasta 7 metros al día. Las últimas mediciones tomadas en 2012 revelaron que el Equip Seria se desplazaba 3 metros al día. Si se comparaba este flujo con otros glaciares de todo el mundo, el desplazamiento era de unos 30 centímetros al día, algo increíblemente rápido. El equipo también probó que el glaciar había perdido unos 500 metros justo en el mes anterior. Otro objetivo del equipo era completar correctamente un escaneo 3D con Leica MultiStation para la posteridad de la cabina histórica que el explorador polar francés Paul-Émile Victor utilizó como base

para sus expediciones. También descubrieron un gran lago a varios kilómetros tierra adentro de la superficie del Eqip Sermia. Si el agua llegaba a una grieta, podría causar el deshielo del glaciar. Por último, los resultados también probaron que el glaciar se estaba deshaciendo 100 veces más rápido por debajo de la superficie del océano que por arriba.

### Medición del interior del molino de hielo

Después de realizar la misma caminata que llevó a cabo el explorador de la ruta, Paul-Émile Victor durante todo un día para llegar a la capa de hielo hace 60 años, el equipo estableció el campamento y buscó el «molino» para realizar un escaneo 3D. Este escaneo determinaría si el agua del interior del molino alcanzaría el lecho de la roca situado debajo del glaciar. ¿Por qué son tan importantes estos molinos para la investigación de glaciares? Los lagos de agua de deshielo aparecen en las superficies de los glaciares en los días calurosos, y Groenlandia está sufriendo el calentamiento global más que cualquier otra parte del mundo. El agua del lago excedente forma ríos que derriten el hielo a una velocidad alarmante. Si el agua entra en un molino, comenzará a arremolinarse y a socavar el hielo, encontrando el camino hasta el fondo del glaciar en el lecho de la roca de Groenlandia. Este agua se forma debajo del glaciar y hace las veces de lubricante. El glaciar se desliza por la superficie el agua y las fuerzas de la gravedad empujan el peso macizo del hielo con mayor rapidez hacia el océano.

### El viaje del agua del deshielo

Luc y Farouk consiguieron configurar la multi-estación en el interior del molino de hielo para escanear la información detallada de la grieta del hielo. Fue algo muy interesante, dado que algunos molinos llegaban a profundidades máximas de 200 metros. Nunca antes se había realizado un escaneo tan preciso de cómo la corriente del agua formó recovecos y rendijas dentro del molino glaciar, registrando su progreso hacia el fondo del hielo.

El trabajo dentro de este agujero no está libre de riesgos. Si la temperatura de la superficie oscilara hasta 1-2°C, el agua del glaciar empezaría a derretirse y entraría en el molino, inundándolo todo. El escaneo llevó todo el día pero consiguieron escanear el molino en su totalidad, con mediciones verticales, bit a bit, desde el río que lo creó hasta su parte más profunda, recogiendo unos 500.000 puntos de muchos detalles. Con un escaneo 3D se puede recoger la profundidad, circunferencia y el ancho, con una Leica MS50 MultiStation, y los resultados son impresionantes.



© Luc Moreau

#### ■ Un soporte en la pared de hielo para escanear el molino con la MS50.

«La idea de la medición de este tipo era tener todas las dimensiones del molino para poder apreciar su desarrollo a lo largo del tiempo y la deformación del hielo. Los resultados probaron de forma muy eficiente que los visuales del modelo eran excelentes y que el dispositivo era apropiado para el tipo de abertura, dado el caso de tener buen tiempo», explica Luc Moreau emocionado.

El escaneo 3D demostró la versatilidad de Leica MS50 MultiStation y su resistencia bajo circunstancias extraordinarias. Los programas y características nuevas que interaccionan, integran nuevas tecnologías, haciendo así que la medición sea más fiable, rápida y completa y que los investigadores reciban la información que necesitan. El hecho de colaborar con empresas que están a la vanguardia de sus campo solo puede ayudar a los investigadores a avanzar en el entendimiento del cambio climático. ■

*Acerca de los autores:*

*Farouk Kadded es Ingeniero de Topografía de Campo y Director de Producto en Geomatics, Leica Geosystems Francia.*

*farouk.kadded@leica-geosystems.fr*

*Luc Moreau es glaciólogo. Es Doctor en Ciencias Alpinas y Miembro Asociado del Equipo de Investigación de CNRS (Laboratory Environment and Dynamics of Mountain Territories).*

*moreauluc@club-internet.fr*

An aerial photograph of a white sailboat with a large white sail and a blue and orange stripe on the lower part of the sail, sailing on a dark blue, choppy ocean. The boat is moving from the top right towards the bottom center, leaving a white wake behind it. The sun is reflecting off the water's surface, creating a shimmering effect. In the top left corner, there is a small red rectangular graphic element.

# El viaje del mariner

por Katherine Lehmuller y Marco Mozzon

**El 19 de octubre de 2014, un mariner valeroso decidió surcar el mar. Su objetivo era navegar por el mundo solo, sin la ayuda de cualquier combustible ni suministros adicionales diferentes a lo que llevó durante todo su viaje de 50.000 millas náuticas. ¿Qué debería llevar un mariner para sobrevivir a esta prueba? El mariner italiano Matteo Miceli se decidió por una caña de pescar, dos gallinas, un poco de tierra para cultivar verduras, una máquina para desalinizar el agua potable, tres receptores GNSS GR25 de Leica Geosystems y tres antenas AS10 de Leica.**

La motivación de Matteo para emprender su viaje era la navegación autosuficiente por el mundo, pero era el único miembro de un equipo que colaboraba en el proyecto «Rome Ocean World», y el grupo tenía otros objetivos, como ser el primer velero en registrar el movimiento preciso del agua y del bote durante el viaje con tecnología GNSS.

Al final del viaje, los catedráticos Paolo di Girolamo y Mattia Crespi de la Universidad de Roma y Alessandro Pezzoli de la Politécnica de Turín analizaron los datos que validarían los modelos numéricos MET (meteorología) de RU calculando las alturas de las olas en una ruta Eco40; mejoraron el diseño estructural de un bote de categoría 40 calculando el estrés dinámico y la resistencia del buque durante el viaje y, por último, generaron un diagrama polar de la velocidad del bote después de registrar las características de la ola, lo que sería especialmente útil para los botes de carreras de la clase 40.

Después de iniciar la navegación cerca de Roma, en el Puerto di Traiano, Matteo disfrutó de tres días con un tiempo maravilloso, lo que le permitió consultar con su equipo en Roma, con el que tenía contacto diario. Sin embargo, se enfrentó rápidamente con la primera de muchas pruebas de navegabilidad cuando los vestigios del Huracán Gonzalo azotaron el Mediterráneo con vendavales y lluvia fuerte. Después de varias horas intensas y expectantes de contacto perdido, el equipo



Eco40 recibió una transferencia automática de datos acerca de la posición del bote, confirmando que había sobrevivido a vientos de 80 km/h y a olas de alturas de seis metros, en su trayecto hacia Gibraltar.

La tormenta dejó al Eco40, a su marinero y a las gallinas en mal estado. El huerto quedó arruinado, con la tierra llena de agua salada y la verdura podrida. Las gallinas estaban traumatizadas y ya no pusieron huevos durante un tiempo, y el mar estaba tan tempestuoso que no tenía sentido pescar.

Para estos casos de emergencia, el marinero había guardado 100 bolsas de comida liofilizada en el bote y durante varios días, Matteo sobrevivió con 100 g de carbohidratos, un puñado de fruta deshidratada y un poco de pescado a la sal que consiguió pescar antes de la tormenta.

Después de que pasó la tormenta, Matteo tuvo tiempo de pensar. Era un marinero profesional, pero lo que era muy complicado detenerse y fijar todas las piezas

dañadas del bote. Matteo quería impulsar el alto rendimiento del Eco40 para fijar las velocidades de registro pero en cambio, tuvo que esperar a que se secaran las reparaciones o a causa del viento. El marinero tenía tiempo suficiente y se enfrentaba al compromiso que se había marcado al aceptar tomar parte en esta aventura. Había falta de viento e incluso con las rutinas diarias de dirigir el bote, la recogida de datos o la simple supervivencia del día a día, a veces se sentía solitario y dubitativo. Por suerte, las gallinas a las que les llamó Blondie y Brunette, necesitaban motivación para poner huevos y se convirtieron rápidamente en sus compañeras. También recibía respaldo diario de sus fans de Facebook, que le animaban.

Los datos fueron recogidos por el receptor GR25 GNSS de Leica y la antena Leica AS10 y fueron enviados por satélites estacionarios GEO sin ningún problema. Y la energía hidráulica, eólica y solar funcionó según lo planificado. Los problemas reales del viaje eran más mundanos, relativos a la naturaleza humana y a la finalidad de la existencia. Por ejemplo: el marinero solamente podía dormir unas horas antes de que le despertaran las ráfagas del viento, lo que causaría sacudidas fuertes en el bote; o la voz del piloto automático le despertaría para decirle que había habido un cambio de ruta. Si podía dormir más de 20 minutos de una vez, tenía estar pendiente siempre del barómetro ya que su vida dependía de saber si se acercaba una tormenta. Por supuesto, la comida también era una gran preocupación; pescar un pez o cultivar brotes de judías en una toallita de papel húmedo suponían grandes victorias. El pescado, los brotes o incluso un huevo eran la dieta de Matteo durante meses, si tenía suerte. Y estaba muy contento de poder disfrutar de todo esto. La compañía de Blondie y Brunette le ayudaba a distraerse de la soledad y fue un momento muy triste para el marinero el día en que Blondie murió sin motivos aparentes. A veces tenía la suerte de que le acompañaran aves o delfines, pero estaba solo en este viaje y para él, las pequeñas cosas de la vida eran las que más importaban.

El tiempo impredecible también causaba una gran preocupación. Una noche, un cambio repentino del viento hizo que el bote diera una vuelta mortal. Matteo se despertó con la lancha prácticamente volcada, con la mitad de la misma cubierta por el agua. Solo, en la oscuridad y con agua entrando en la cabina, el marinero tenía que pensar rápidamente. Es una situación en la que muchos odiaríamos estar. A veces, el bote estaba entre la niebla durante días enteros. En otro momento, una ola gigantesca golpeó la lancha mien-





## El barco de vela Eco40

No era un barco normal. Se trataba de un velero profesional de la categoría de carreras, de la clase 40, personalizado y equipado para navegar por todo el mundo de forma autosuficiente. El barco recibió el nombre apropiado de Eco40, equipado con paneles solares a prueba de flotación, dos generadores eólicos y dos hidroturbinas. Al generar tres tipos de energía renovable, el marinero esperaba contar con suministro continuo de electricidad durante su viaje que fuera suficiente para el equipo eléctrico del barco, horno, microondas y una cadena de agua caliente, además de luz para el huerto a bordo de verduras, desalinizar el agua marina y para poder guardar los peces que pescara Matteo en el mini congelador.

tras dormía, causándole una herida grave en la cabeza y gran ansiedad. Sin embargo, Matteo tenía que seguir dirigiendo la lancha para sobrevivir.

Viajó entre el frío aire polar y las aguas heladas del sur de la Antártida, con los peligros ocultos de los icebergs acercándose. Las aguas en las que se encontraba el bote eran fuertes, y durante esta parte del viaje, el Eco40 perdió su piloto automático. Se averió, además de su equipamiento eléctrico después de ser alcanzado por un rayo. Por suerte, su equipo (Cecilia Angelelli, Valerio Brinati, Allesandro Farina con soporte técnico de Leica Geosystems, Pierpaolo Pecoraro) le «acompañó» durante esta parte del viaje, recuperando el software de su ordenador, los instrumentos de la lancha y le ayudaron con los problemas de batería mediante llamadas por satélite. Había que arreglar esta avería lo antes posible, aunque fuera de forma temporal.

Matteo se mantuvo con fuerza a pesar de las temperaturas heladas y la lluvia gélida. Pero el estrés le pasó factura. En este momento, había estado navegando solo durante más de 100 días. No dormía, casi no comía y el frío constante tenía sus consecuencias. Resistió a tormentas prácticamente mortales y a equipo eléctrico gravemente dañado, y de hecho, estaba muy preocupado. Fue un momento desolador del viaje y era algo que se percibía cuando se comunicaba. Empezó a comer gallina para sobrevivir y tuvo que quitarse él mismo un diente. Hizo todo lo que tenía que hacer para sobrevivir.

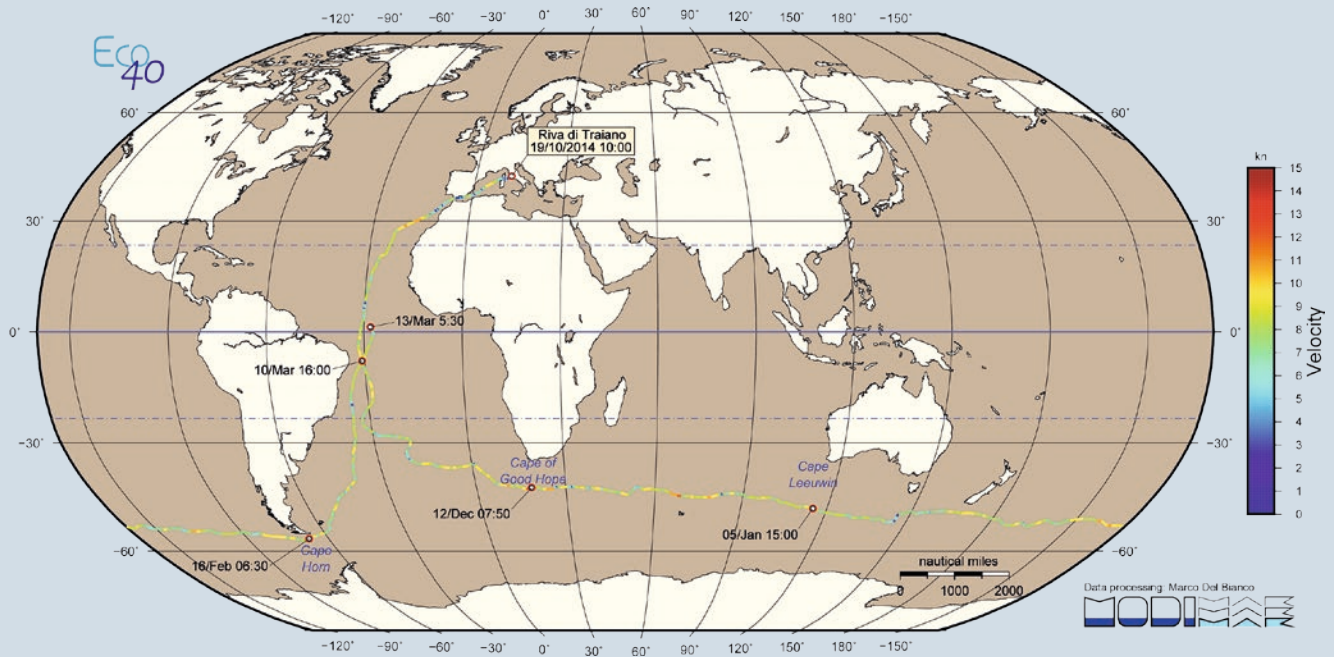
A principios de marzo, Matteo encontró el timón del Eco40 bajo 300 litros de agua. Los casquillos sostenían el timón y casi causaron el fin del viaje, aunque Matteo consiguió arreglarlos. Este tiempo sujetando la quilla de la lancha causó la pérdida de la misma en marzo, el viernes 13 el viento hizo volcar al Eco40. Los sistemas de alarma advirtieron a Matteo y alertaron al guardia italiano de la costa, que después notificó al barco mercante cercano, Aramon, para que recogiera al marinero, que había esperado con paciencia en una balsa hinchable que consiguió salvar antes de que se hundiera el Eco40.

El marinero también intentó rescatar a Brunette, pero lamentablemente, era demasiado tarde.

Aún así Matteo tuvo suerte. La zona donde el bote volcó era famosa por sus aguas tranquilas y ocho horas antes, había terminado su doble travesía por el Ecuador. Consiguió lo que se propuso hacer. Dio la vuelta al Cabo de Buena Esperanza, Cabo Leeuwin y Cabo Horn; cruzó el Ecuador dos veces y todos los meridianos que había planificado. El Eco40 navegó desde el principio hasta su trágico final unas 25.000 millas náuticas (aprox. 46.000 km) y en el momento de zozobrar, estaba a unos 965 kilómetros de la costa brasileña.

Matteo también logró su objetivo de navegar ininterrumpidamente, totalmente solo, por todo el mundo, desde el punto de salida hasta el punto de destino y maniobró el Eco40 varias veces surcando los océanos durante 112,4 días a una velocidad media de 7,4 nudos.





■ La línea verde muestra la ruta global navegada por Matteo con el Eco40.

Después de ser rescatado por Aramon, la tripulación cuidó a Matteo. Había perdido más de 30 kilogramos y pasó tiempo relajándose, comiendo y haciendo deporte en el gimnasio del barco.

Matteo Miceli volvió a Italia el 19 de marzo, aterrizó en el aeropuerto Fiumicino de Roma. Al ver a los catedráticos por primera vez después de haber salido de Roma, el marinero les presentó los datos de todas las tarjetas SD que habían sido recogidos con los receptores durante el viaje, excepto por las últimas tarjetas que todavía estaban dentro de los receptores GR25 cuando la lancha se hundió. Estas tarjetas habían sido el último intercambio entre el marino y el personal de tierra el 28 de febrero, cuando el Eco40 salió de la costa argentina.

Prácticamente en ese momento, los catedráticos y el marinero empezaron a planificar la recuperación del bote. Un receptor por satélite seguía enviando señales desde el bote, que estaba a la deriva en corrientes submarinas. Las baterías del receptor se acabarían rápidamente por lo que no había tiempo que perder. El equipo voló a Brasil y organizó el rescate del bote mientras planificaban la estabilización y el transporte del Eco40 una vez estuviera de nuevo en la superficie. Por desgracia, unas 30 horas antes de llegar a la zona de recuperación, el rastreador dejó de emitir la señal. Esta zona era demasiado grande para seguir buscando y el 4 de abril, se suspendió la búsqueda y el equipo volvió a casa.

Pero el viaje todavía no había llegado a su fin. Hace tan solo siete días, los catedráticos se enteraron de que un buque pesquero español avistó lo que se creía que era el Eco40 flotando por la costa de Brasil, a 350 millas náuticas del lugar donde el equipo esperaba encontrarlo. Habían hecho una foto y la habían colgado en Twitter.

Lamentablemente desde ese momento nadie había rastreado la posición, pero se dirigía mar adentro ...

¿Y ahora qué? El viaje continúa. Permanece atento ...

¡ Feliz travesía a todos !

Puede leer toda la serie de 10 partes del Viaje del Marinero en: <http://www.leica-geosystems.com/sailor>

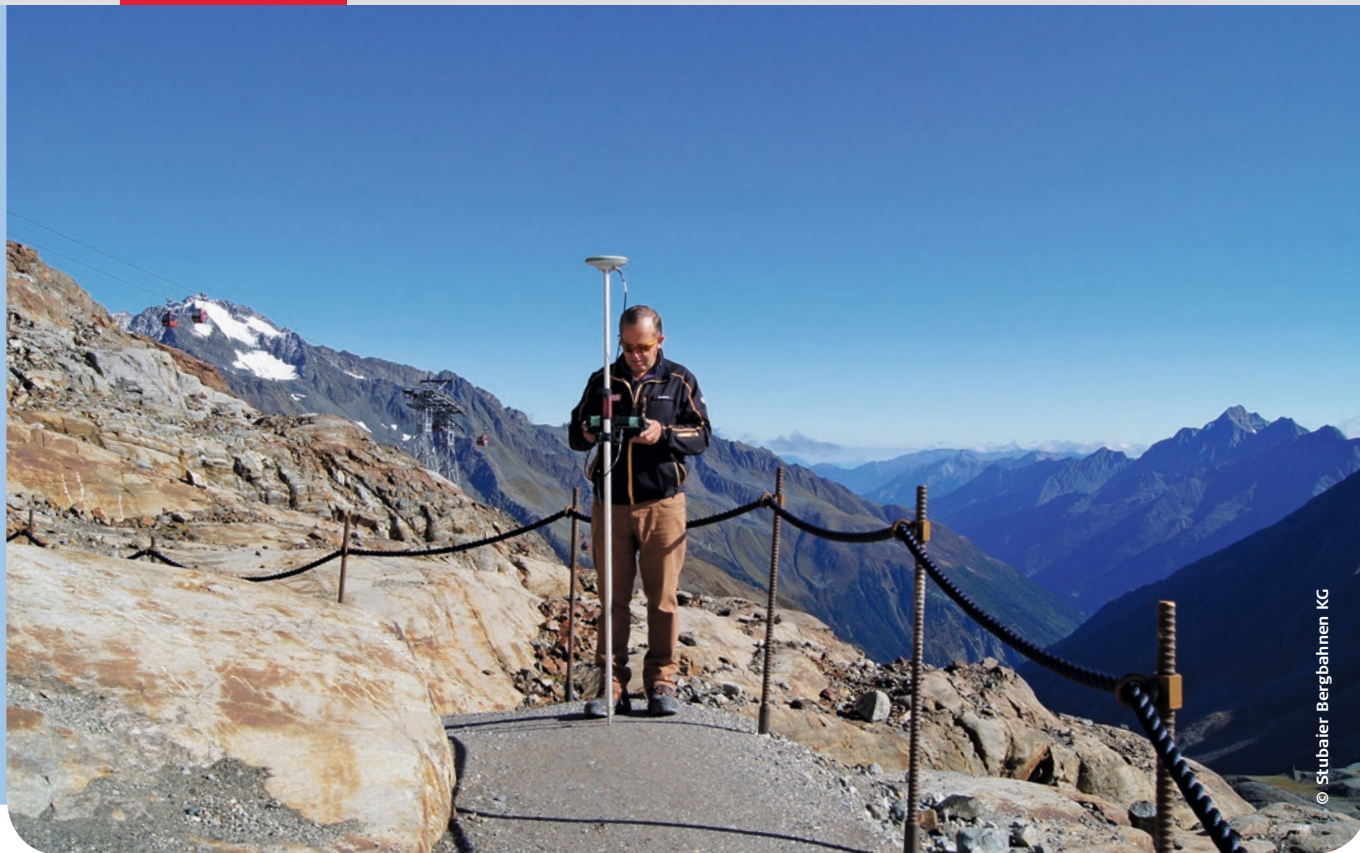
Acerca de los autores:

Marco Mozzon obtuvo su Licenciatura de Geología con especialización en geofísica en la Universidad Milán, departamento de ciencias de la tierra « Ardito Desio » y colabora con el gestor de servicio SmartNet EMEA para Leica Geosystems Italia.

[marco.mozzon@leica-geosystems.com](mailto:marco.mozzon@leica-geosystems.com)

Katherine Lehmuller es Licenciada en Bellas Artes por la Universidad Tufts de NY y trabaja como redactora para Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza.

[katherine.lehmuller@leica-geosystems.com](mailto:katherine.lehmuller@leica-geosystems.com)



# Precisión en estaciones de esquí gracias al GIS

por Monika Rech-Heider

La estación de esquí de Stubaier Bergbahnen KG es la superficie esquiable del glaciar más grande de Austria, con un tamaño total de 1.450 hectáreas de un total de 200 hectáreas aproximadamente de pendientes preparadas para este deporte. 26 teleféricos y transportes de elevación de esquí en las instalación suben a unas 36.000 personas cada hora. Hay unos 104 kilómetros serpenteantes de pistas de esquí negras, azules y rojas en el descenso del valle a 3.333 metros del pico alto «Schaufelspitze». La temporada de esquí es larga, comienza a mediados de septiembre y se extiende para los aficionados al esquí y la nieve hasta junio. Unos 300 empleados de Stubaier Bergbahnen KG y varios trabajadores adicionales para la temporada se encargan de que los esquiadores puedan practicar con seguridad y disfrutar de su estancia. La base de todo la puso Sepp Rauter, director de operaciones de Stubaier

Bergbahnen KG junto con su equipo. Supervisa las pendientes y los glaciares todos los días con su potente compañero de campo: el ordenador-tableta CS25 GNSS de Leica Geosystems con el software Leica Zeno GIS Field.

En 2004, Rauter se cansó. Una y otra vez, la obra de excavación en las pendientes de Stubaier Bergbahnen KG provocaban daños costosos en los cables subterráneos, líneas y ejes. El director de operaciones exploró el mercado para encontrar la tecnología con la que el operador de la estación de esquí situada en el glaciar más grande de Austria evitara esos gastos. Se decidió por el dispositivo de datos manual GIS Leica GS20 GPS. En abril de 2014, la compañía adquirió la tableta resistente y todavía más precisa, Leica CS25 GNSS con la antena externa Leica AS10. Hoy en día, todas y cada una de las tuberías de agua potable, aguas residuales y sistemas de fabricación de nieve, además de todos los cables y conductos se topografían con precisión, se presentan cartográficamente y pueden activarse en



© Stubaier Bergbahnen KG

■ **Sepp Rauter realizando mediciones precisas en la montaña con la tableta Leica CS25.**

cualquier momento en el Esri ArcGIS I enlazado directamente. Como resultado, se han eliminado los costosos daños a partir de ese momento.

Desde entonces, Rauter también ha realizado levantamientos precisos de las superficies de las pistas de esquí porque al ser operador y propietario de las líneas de teleféricos Stubaier Bergbahnen KG, tiene que pagar gastos de leasing a la Oficina Federal Austriaca de Ciencias Forestales. «En la actualidad, esta tecnología hace posible la facturación de cálculos precisos», explica Rauter. «También hay que facturar la sociedad excavada en la obra, lo que es el motivo por el que Stubaier Bergbahnen KG depende de la medición precisa del volumen en este lugar.»

Gracias a la tableta recientemente adquirida, Sepp Rauter siempre tiene la extensión de la región del glaciar a la vista. El catedrático Dr.-Ing. Wolf-Ulrich Böttinger, antiguo miembro de la facultad de topografía, informática y matemáticas en la Universidad de Stuttgart de Ciencias Aplicadas (HF) de Alemania, ha desarrollado recientemente un software que le permite a Rauter realizar mediciones del grosor del hielo el glaciar Stubaier con la tableta Leica CS25. Todo esto es posible con el sistema operativo Windows 7 y Zeno Connect, que abre las puertas a soluciones de software de terceras empresas con posiciones GNSS de alta precisión. El movimiento del glaciar es particularmente importante

para Rauter, ya que las bases de algunos teleféricos y telesquíes están apoyadas sobre el hielo. En otras palabras, pueden desplazarse con el glaciar. «La situación de los soportes cambia continuamente, algunos se desplazan hasta tres metros al año», dijo el director de operaciones.

Las personas responsables de dicho control en Stubaier Bergbahnen AG tiene que conocer las posiciones precisas de los pilares, de modo que puedan responder a estos movimientos. Gracias a la tecnología de Leica Geosystems, ahora Rauter puede gestionar muchos trabajos con mayor facilidad. Rauter considera la medición con la tableta Leica CS25 llena de ventajas, ya que el dispositivo puede manejarse como cualquier otra tableta del mercado. Mientras realiza trabajo de medición, Rauter puede comunicarse por correo electrónico y enviar datos directamente en la obra. La determinación de posición con precisión centimétrica se logra con el software Zeno Connect o Leica CS25 GNSS. Desde el campo, Rauter puede enviar los datos al software ArcGIS de la oficina, dándole tiempo suficiente para realizar pruebas extensas de las pendientes recién preparada. ■

*Acerca de la autora: Monika Rech-Heider es Licenciada en Geografía y Periodismo.  
monika.rech@rheintext.com*

# Renovación de estructuras complejas gracias al escáner por láser 3D

por Bruce Bowditch

Un ingeniero de proyectos de una planta de tratamiento de aguas residuales en Tampa/Florida se enfrentó a un reto de renovación, la demolición de las estaciones de bombeo y la sustitución de las tuberías en los digestores de la planta. Mientras los planos existentes en dos dimensiones mostraban las tuberías, no incluían el nivel de detalles necesario para planificar la reconstrucción de modo que se garantizara la compatibilidad de las nuevas instalaciones con las estructuras existentes.

El ingeniero de proyectos y su equipo necesitaban entender por completo el laberinto de tuberías enrolladas entre sí, las elevaciones modificadas y tenían que tender las estructuras variadas de la planta. También tenían que realizar mediciones en el interior del depósito, lo que incluía

una representación de la línea de relleno hasta la parte más alta del mismo, y el punto donde el agua sale de la torre, para valorar la capacidad de agua del depósito. Por último, querían un plano de toda la obra donde se vieran todos los impactos causados por la construcción y su relación entre sí. Esta documentación les ayudaría a entender la dinámica del flujo de agua, a determinar la capacidad de los digestores, establecer los puntos de conexión en la torre de agua y tomar decisiones acerca de la restauración de la planta basadas en la información.

Las nubes de puntos, las visualizaciones 3D y los modelos les aportarían información valiosa acerca de la red compleja de tubos y válvulas.

No solo sería complejo el hecho de completar la documentación manualmente, sino también peligroso. En primer lugar la torre tenía un difícil acceso debido a su



altura de 53 metros. Además, había un riesgo persistente de caída e inundación al tomar las mediciones manuales en los digestores de agua residual, se quitaron las cubas abiertas que se utilizan para estabilizar los sólidos durante el tratamiento.

La documentación manual también llevaría mucho tiempo debido a la complejidad y a la logística de maniobras en toda la planta y por ejemplo, la gestión de pasarelas que estrecharían el ancho de algunas partes a unos 41 cm. Probablemente, a un equipo de cuatro ingenieros les habría llevado unas dos semanas la recogida de mediciones y solamente podrían reunir un número mínimo de datos.

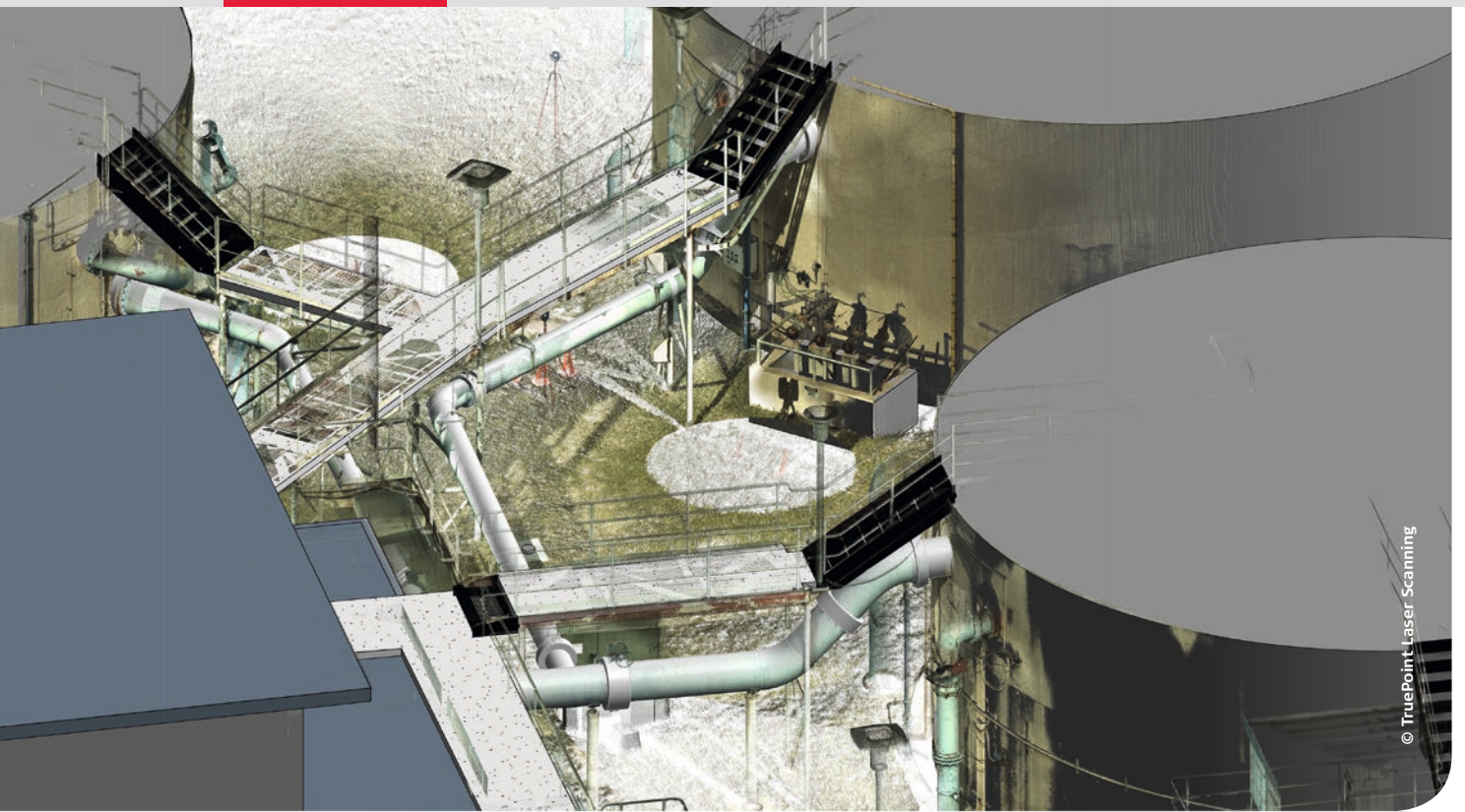
### **Sencillez y seguridad en lugar de dificultad y peligro con el escáner por láser**

El ingeniero de proyectos se dio cuenta de que el escáner por láser sería la solución a su problema. Después de buscar proveedores de servicios, se puso en

contacto con Ryan Hacker, el presidente de TruePoint Laser Scanning. Dado que los escáneres por láser recogen puntos de datos que representan a todos los objetos dentro de su alcance metódica y rápidamente, podrían recoger fácilmente el complejo sistema de tuberías y el diseño de la planta. Además, el equipo de TruePoint Laser Scanning logró documentar los edificios y estructuras con precisión dentro de un alcance de 300 metros al recoger miles de puntos de datos en un segundo, gracias al uso de Leica ScanStation C10. Gracias a esta funcionalidad de largo alcance, los técnicos pudieron escanear las paredes interiores de los digestores desde las pasarelas y registrar la torre de agua desde el fondo, eliminando la necesidad de uso de equipamiento de elevación o rápel.

Dos técnicos de TruePoint determinaron que tenían que realizar escaneos en treinta y seis localizaciones. El escáner por láser registra todo lo que está en la línea visual. Realizaron escaneos desde múltiples





■ Nube de puntos a color de la planta de tratamiento de aguas con depósitos modelados y el impacto de la construcción.

ángulos para garantizar una documentación íntegra. Cada escaneo representaba un fragmento del rompecabezas que resolverían más adelante los asociados de TruePoint. Aunque el ingeniero de proyecto había planificado originariamente un proyecto en multi-fases para continuar las operaciones mientras se reemplazaban las tuberías y válvulas específicas, TruePoint consiguió completar la recogida de datos en un día. Este rápido proceso ahorró dinero al reducir la necesidad de crear varios proyectos de documentación. Además, dado que todos los datos estaban disponibles de inmediato, los ingenieros consiguieron trazar un plan completo que reducía la necesidad de órdenes de futuros cambios.

Los escaneos produjeron una serie de nubes de puntos, conjuntos de datos en tres dimensiones que representan objetos escaneados en las instalaciones. Al volver a la central de TruePoint, el flujo de trabajo pasó a tener un ritmo pausado, ya que el equipo importó las múltiples nubes de punto en el software Leica Cyclone. Para conseguir una vista completa de la planta, armaron el rompecabezas, registrando las nubes de puntos y uniéndolas en un único conjunto de datos. Enviaron la representación en 3D a los ingenieros de la planta de tratamiento de aguas, que también utilizan el software Leica Cyclone. Los ingenieros importaron las nubes de puntos al software Autodesk AutoCAD para crear un modelo. Además, TruePoint les facilitó Leica TruViews que aporta una vista pano-

rámica en 3D de la zona escaneada. TruViews es un programa intuitivo para las personas que lo usan; se puede acercar la imagen para ver los puntos de interés y verlos desde todos los ángulos.

### **Realización de mediciones y análisis de datos en la oficina**

Los ingenieros consiguieron analizar los datos desde la comodidad de sus oficinas y calcular los factores como el aumento necesario de la presentación de tuberías, corriente de agua y mediciones específicas. Con todos estos datos al alcance de su mano, le daban al fabricante el tamaño exacto y la forma de las nuevas tuberías que necesitaban. Una vez que recibían las tuberías, todo lo que tenían que hacer en la obra era montarlas; así que, ahorran dinero en el tiempo de trabajo manual. Como resultado, los ingenieros de la planta de tratamiento de aguas consiguieron planificar las renovaciones con más precisión e integridad, aumentar la seguridad, reducir los costes y alcanzar sus objetivos con mayor rapidez. Ahora el gestor de proyectos ha incorporado el escáner por láser a otros proyectos debido al éxito de este trabajo. ■

*Acerca de la autora:*

*Bruce Bowditch, residente en Grand Haven, MI, EE. UU., es el Director de Ventas de la Planta Este de Estados Unidos del área HDS en Leica Geosystems, Inc. [bruce.bowditch@leica.com](mailto:bruce.bowditch@leica.com)*



# Cómo eliminar la suposición

por Gerard Lamarre

La nueva autovía canadiense Rt. Hon. Herb Gray no es un proyecto típico de transporte. La autovía curvilínea de siete millas y seis carriles de la frontera terrestre más concurrida de Canadá conectará probablemente con un puente a Detroit, sirviendo así de entrada principal y tránsito comercial entre los EE. UU. y Canadá. Se calculan unos gastos totales del proyecto de 1,4 billones de CAD (1,07 billones de Euro). El proyecto incluye muchas capas, desde la excavación al alcantarillado graduado y abierto, asfalto y hormigón. Es imprescindible conseguir las dimensiones, graduar y pavimentar correctamente durante el primer intento. Dominic Amicone, presidente de Amico Affiliates, la empresa civil de contratación encargada de la construcción de la autovía, estaba buscando algo excepcional: un sistema de control de maquinaria que les llevara a través del proceso de construcción y

fuera lo suficientemente flexible para conseguir datos precisos y eficientes. Después de valorar a varios proveedores líderes en la industria, escogieron a Leica Geosystems como socio tecnológico estratégico y comenzaron a utilizar Leica Nova MS50 MultiStation y la red de corrección SmartNet RTK para comprobar continuamente las pendientes y depurar la información en tiempo real.

«La autovía es curvilínea en cada dirección virtual. No hay líneas rectas y existen varios túneles y puentes con una carretera serpenteante», explicó Dominic Amicone. «Los postes de las pendientes y los diseños tradicionales son muy arcaicos en este medio.» «Esta capacidad en tiempo real combinada con un control total de la maquinaria nos permite ofrecer a los operadores información en tiempo real que pueden implementar y utilizar para conseguir tolerancias de 1 a 2 milímetros, que serían inauditas sin utilizar estos controles», dijo Amicone.





■ La corrección de datos GNSS realizada con SmartNet ayudó a Amico a realizar tareas de nivelación con precisión y facilidad.

### Sin suposiciones

Con los métodos tradicionales topográficos, un proyecto de esta magnitud requeriría postes de pendientes marcados para la elevación y un proceso manual minucioso de comprobación de pendientes con respecto a los indicadores. El personal tendría que seguir el pavimento, por ejemplo comprobando continuamente la pendiente e informando al operador de los puntos altos y bajos siguientes.

Cuando había un cambio drástico en la pendiente (como una tapa de pozo o un bache), y el « inspector » no era lo suficientemente rápido para encontrarlo, tendrían que haberse detenido y habría que retroceder el pavimento y resolver el error.

Hoy en día, los operadores cuentan con un sensor sónico que les permite saber inmediatamente si tienen que subir o bajar, y se basa en un modelo pre-programado, con Leica Nova MultiStation y SmartNet (el pavimento avanza hacia delante). Las cuchillas de la máquina se controlan automáticamente, ajustando el grosor del material.

«Lo que más me gusta es ser capaz de predecir la superficie. Los operadores tienen una pantalla de la superficie en su tableta, lo que les permite ver exactamente adónde están acercándose, por lo que todo el proceso es mucho más sencillo », dijo Brian Laramie, topógrafo jefe en Amico. « Antes, nuestro proceso era reactivo y necesitamos que los topógrafos realizaran comprobaciones de pendientes cada 30 metros. Era un proceso lento y tedioso, y siempre estábamos buscando la pendiente. Ahora estamos fijando la pendiente. »

Este proceso automatizado es más eficiente y elimina la cantidad de personal implicado, con lo que se ahorra dinero y se mejora la seguridad. Pero la velocidad y precisión de la tecnología es lo más increíble.

« Estamos ante un nivel asombroso de precisión entre los puntos similares en dos instalaciones y el proceso actual de escaneado es muy, muy rápido », explicó Laramie. « Estamos grabando superficies granulares, así que podríais pensar que habría una pulgada de discrepancia como mínimo entre los dos escaneos, pero todavía no hemos llegado a algo así. »

Con el proyecto Herb Gray Parkway, que esperaba estar finalizado en el verano de 2015, el trabajo de Amico no terminaría con el diseño y la construcción inicial. La empresa mantendría la estructura durante los próximos 30 años, como parte del acuerdo. Este nivel de compromiso exige el mayor estándar de calidad y productividad, lo que animó a Amico a buscar equipamiento y tecnología innovadora que todavía no se había utilizado en el mercado.

« Aquí en la autovía, uno de los mayores retos a los que nos enfrentamos era la frecuencia de cambios », comentó Amicone. « Con un sistema de red GPS total a nivel local, conseguimos cambiar las secciones cruzadas, líneas y pendientes de forma regular, prácticamente a diario. Y también controlamos realmente el material que desplazábamos y los pavimentos que colocábamos con 14 equipos en el lugar del trabajo. »

### ¿ Por qué Leica Geosystems ?

« Cuando llegó el momento de seleccionar un sistema controlado por GPS, era evidente que Leica



Geosystems no solo cuenta con tecnología y equipamiento de vanguardia sino que están dispuestos a salirse de lo común y crear soluciones para nuestro proyecto exclusivo,» explicó Amicone. «Fue una colaboración interactiva desde el principio.»

Amico estaba muy impresionado con la multi-estación innovadora Leica Nova MS50 MultiStation y su función de captura de nubes de puntos de alta definición, así el personal puede contar con valores medios.

«Esto permitió al personal controlar la pendiente y corregir los errores de sub-pendientes sobre la marcha», dijo Amicone. «La capacidad de corrección no solo ha reducido la supervisión necesaria para un trabajo, sino que también nos ha permitido acelerar niveles de producción que de otro modo hubieran sido difíciles de cumplir.»

Con Leica MultiStation y el proceso SmartNet en el campo, los topógrafos pueden programar las máquinas con los operadores a diario. Los cambios se pueden aceptar y modificar fácilmente, y los operadores tienen la visibilidad del modo en que se coordinan las máquinas en todo el lugar de trabajo.

A pesar de que algunos miembros del personal eran aprensivos y escépticos con respecto a la nueva tecnología y los sistema de control en un primer momento, incluso comprobaban las pendientes o realizaban dobles comprobaciones para asegurarse de ser precisos; ahora han llegado a confiar plenamente en los números y a estar convencidos del nuevo equipamiento y el proceso.

«Es realmente impresionante cuando vas a una de las obras del proyecto y no ves no un solo poste de pendiente», explicó Amicone. «Esta experiencia ha sido inspiradora para seguir superando los límites y fortaleciendo nuestro compromiso con las tecnologías emergentes.» ■

*Podrá encontrar más información de la autovía Rt. Hon. Herb Gray en el sitio web dedicado al proyecto: <http://www.hgparkway.ca/>*

*Puede ver el vídeo en: [www.leica-geosystems.com/amico\\_parkway\\_canada](http://www.leica-geosystems.com/amico_parkway_canada)*

*Acerca del autor: Gerard Lamarre, residente en Quebec, Canadá, es el Director del Sector de Ventas en la división de Control de la Maquinaria de Leica Geosystems Ltd. [gerard.lamarre@leicaus.com](mailto:gerard.lamarre@leicaus.com)*



© Amico Infraestructuras/Amico Afiliates

## El nuevo estándar industrial

A pesar de que la implementación de la innovación suele ser difícil, Amicone acredita a la empresa aceptando la cultura y la apertura de mente del personal por su capacidad para aceptar la nueva tecnología con tanta rapidez.

«La transición actual y la implementación de los controles de la máquina ha sido prácticamente impecable. Nuestra gente lo ha aceptado porque es una extensión del modo de pensar», explicó. «Los más jóvenes que entran en esta industria a trabajar ahora, utilizan ordenadores como la extensión de sus brazos. Estaban muy dispuestos a adaptarse a esta nueva tecnología y a utilizarla en el lugar de trabajo. Realmente define e integra a todo el equipo.»

¿Están en camino de convertirse en un nuevo estándar industrial las multi-estaciones, el escáner por láser, GPS y las soluciones controladas por máquinas? Para la próxima generación de topógrafos en Amico, es lo que parece.

«Ahora la construcción es un proceso totalmente diferente gracias a esta tecnología moderna», dijo Lamarrie. «Ahora paso por las obras de construcción y veo un montón de postes y saliendo por todos lados y todo parece una rompecabezas hecho pedazos. He sido bendecido con esta tecnología. Ya no tengo que estacionar estaciones base, simplemente tengo que encender la máquina y ¡listo! Toda la información está en la yema de mis dedos y está cargada en mi recopilador de datos. Pienso en el pasado y no me puedo imaginar cómo podían trabajar sin todo esto.»

# Avances en la gestión de agua en Brasil

por Ruth Badley y Ricardo Serrato

**Los equipos de campo de DMAE (Departamento Municipal de Agua y Alcantarillado) de la ciudad brasileña de Porto Alegre están utilizando 10 equipos GNSS/GIS Leica Zeno para mejorar la calidad y precisión de la recogida de datos de los valores. Esta inversión realizada en tecnología avanzada sirve de apoyo para el plan de crecimiento sostenible de la ciudad y el compromiso para la mejora de los servicios de cara a los consumidores.**

**Porto Alegre, la capital del estado brasileño de Rio Grande do Sul, alberga unos 1,5 millones de habitantes. DMAE es responsable de la gestión, suministro, tratamiento y distribución de agua y la recogida de aguas residuales sanitarias.**

Era importante para la DMAE ser capaz de capturar, recoger y registrar información de atributos y valores a un nuevo nivel de precisión con la responsabilidad para supervisar y mantener los servicios existentes, mientras se busca continuamente la expansión y mejora de la capacidad de la red.

Al trabajar con una base de datos fiable y definitiva, resultaría más eficiente la gestión y administración del agua y los valores del alcantarillado de forma técnica, reduciendo así los costes, aumentando la rentabili-

dad y por último, ofreciendo un mejor servicio a más usuarios.

## Nuevo flujo de trabajo

Los equipos de campo no tendrán que depender de un método de sondeos catastrales menos precisos y que requieran mucho tiempo durante la recogida de datos de valores con 13 recopiladores de datos manuales Leica Zeno 10, junto con una estación base Leica GR25. El antiguo flujo de datos incluía la recogida de mediciones con una cinta, de los datos de posición con una herramienta de navegación GPS y la esquematización de toda la información en papel. Los datos



■ **Con Leica Zeno10 y GR25 el usuario actúa rápidamente con datos de posicionamiento en tiempo real.**



recogidos a nivel local debían reescribirse en la oficina y solamente eran precisos a 1 metro, a diferencia del nuevo flujo de trabajo con lo que se realizaban mediciones de precisión a 40 centímetros.

Toda la información podía transferirse a la base de datos GIS directamente de campo con un sistema de transferencia «EasyIn» de Leica Zeno y después, se procesaban en la oficina de Zeno. Los datos también se pueden exportar al campo en caso necesario, con la herramienta «EasyOut».

Todas las controladoras reciben correcciones de posicionamiento en tiempo real vía NTRIP (transporte en red de RTCM vía protocolo de Internet) mediante la estación base. Si la comunicación entre la estación base y la controladora no está disponible, los datos combinados recogidos pueden ser post-procesados en la oficina. El ingeniero de DMAE Fernando André Neuwald comentó «Con las herramientas de Leica Geosystems, la geo-referencia de los valores de red lleva menos tiempo, y además se consigue una mayor precisión. Estamos creando un sistema de información geográfica de alta calidad para que las decisiones futuras afecten a los valores y los consumidores puedan tener una perspectiva de información completa.»

### **Datos precisos con herramientas duras**

El clima subtropical de Porto Alegre implica trabajo de campo que suele realizarse en condiciones de hume-

dad alta y precipitaciones significativas. La temperatura en verano suele ser superior a 32 °C y pueden estar por debajo de cero en los meses más fríos pero la precipitación puede darse durante todo el año. Gracias a la función potente y duradera de los dispositivos de Leica Geosystems, se adaptan específicamente a los medios porque llevan incorporada una protección contra el polvo IP67 y son resistentes al agua, además de funcionar por completo a temperaturas de entre -30 °C a +60 °C. Gracias a las pantallas táctiles legibles con la luz solar, las controladoras son altamente fáciles de usar.

Fernando André Neuwald añadió; «es esencial que conozcamos las estructuras existentes y seamos capaces de incluir la información detallada del estado de la base datos que ayudará a los equipos a realizar mantenimiento preventivo y mejoras. En casos de emergencia, la información correcta existente nos da los medios para tomar una medida rápida de corrección.» ■

*Acerca de los autores:*

*Ruth Badley es periodista free lance y propietaria de la consultoría Ruth Badley PR en Harrogate, RU.  
badley@btconnect.com*

*Ricardo Serrato es ingeniero y trabaja en el soporte y venta GIS/HDS en el principal distribuidor de Leica Geosystems, Manfra en Brasil.  
ricardo@manfra.com.br*

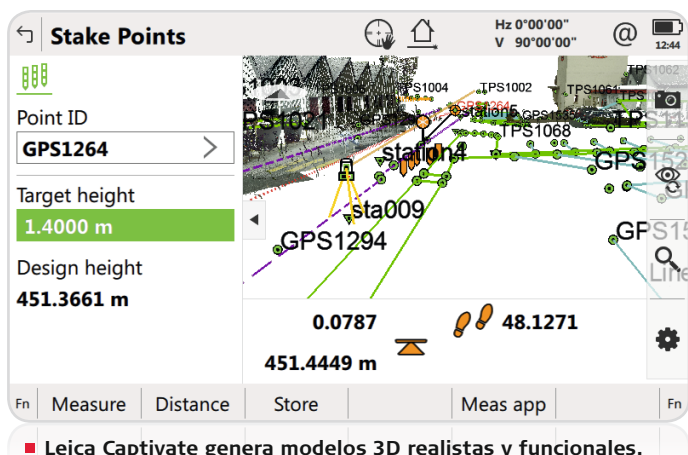
# Be Captivated: Creando una experiencia Leica Captivate

**La gente cree que focalizar la atención es decir «sí» a todo en lo que tienes que concentrarte. Pero no es así en absoluto. Significa decir «no» a multitud de buenas ideas que existen. Hay que escoger con cuidado. La innovación es decir «no» a 1.000 cosas. – Steve Jobs**

Nos hemos puesto al día con David Dixon y Alastair Green, desarrolladores de la experiencia Leica Captivate, nos han explicado cómo ignoraron 1.000 funciones buenas voluntariamente que podrían haber incluido y se centraron en lo que tenía mayor valor y era realmente necesario para el usuario.

## ¿Qué es la experiencia Leica Captivate?

**Green:** Simplificando, es una experiencia de cliente divertida y completa utilizando los últimos avances de la tecnología de medición de Leica Geosystems. Cuando estábamos investigando esta solución nueva, identificamos las tres áreas más importantes para los clientes:



## 1) Creación de experiencia única de usuario

La interfaz de usuario del nuevo software estaba hecha para disfrutar, desde el nivel básico a los expertos que realizan funciones altamente técnicas. Por ejemplo, queríamos conseguir una forma única y emocionante para seleccionar el trabajo y la aplicación que se utilizaría. Con imágenes en miniatura del trabajo y el mundo de la aplicación, lo logramos, o por lo menos, hemos recibido críticas muy positivas.

## 2) El 3D es el centro del concepto

Al seguir la visión 3D Everything, 3D Everywhere, donde el todo es toda la información en todos los proyectos y en todas partes es todo el software de cualquier aplicación, los datos son sencillos y se han convertido en modelos 3D completamente realistas y funcionales. Ahora los usuarios pueden manipular la pantalla para crear y comprobar cualquier obra con exactitud y con la capacidad de combinar los puntos medidos superpuestos.

## 3) Mejora de lo básico

Simplificamos la usabilidad con una tecnología táctil común y aplicaciones fáciles de usar escuchando a nuestros clientes fielmente. Nuestros clientes suelen trabajar todo el día con funciones similares, como codificación de funciones, líneas de trabajo y puntos de guiado y líneas. Es muy importante para tener una experiencia positiva del cliente el hecho de mantener estos elementos fundamentales de sus trabajos de forma sencilla y divertida. Esta experiencia es tan divertida que el cliente ya sabe cómo utilizar el software antes de haberlo aprendido formalmente.

## ¿Qué forma la experiencia Leica Captivate?

**Dixon:** Comenzamos con el software que está en el



■ **Leica Captivate ofrece una tecnología táctil común y aplicaciones fáciles de usar.**

centro de nuestra experiencia de usuario con nuestra solución. Leica Captivate fue desarrollada con tecnología de inmersión para conseguir algo totalmente nuevo. En el nuevo software de campo se necesita una nueva generación de controladoras y tabletas. Es el motivo por el que hemos creado Leica CS20 y Leica CS35. Son la plataforma perfecta de Leica Captivate con sus grandes pantallas y su alto rendimiento. También nos planteamos la experiencia de usuario en la estación total. Teníamos que desarrollar una generación totalmente nueva de estaciones totales y de MultiStation. Leica Nova MS60, Nova TS60 y Viva TS16 son la primera MultiStation del mundo de autoaprendizaje y estaciones totales que aprenden del medio que las rodea automáticamente y se ajustan como es debido para ofrecer un rendimiento superior, gracias a ATRplus. Nuestra prioridad por la experiencia del cliente también se aplica a la oferta GNSS. Gracias a Leica Captivate y a la nueva gama de controladoras y tabletas de campo, tenemos una oferta GNSS totalmente nueva que combina el rendimiento ilimitado con una experiencia divertida.

*Green:* La experiencia Leica Captivate va más allá de los elementos centrales del software atractivo, hardware de precisión y servicios de confianza. Este concepto se basa en centrarnos en la experiencia del cliente y empezar desde ahí. Primero desarrollamos este software revolucionario para el cliente, lo que nos llevó a las actividades relacionadas con el hardware pero toda la experiencia Leica Captivate es la impresión que se lleva el cliente trabajando con nosotros, desde el primer contacto con un representante de ventas, pasando por todo el proceso hasta el mantenimiento del equipo en el campo. Eso es todo. Con este lanzamiento, estamos volviendo a concentrar nuestros esfuerzos

para garantizar que el cliente tenga una experiencia divertida con toda nuestra empresa, no solo con los productos.

**¿Cómo identificó la necesidad de una experiencia Leica Captivate?**

*Dixon:* Durante un periodo largo de tiempo en la industria geomática, únicamente nos hemos concentrado en resolver los problemas del cliente. Con la experiencia Leica Captivate queríamos hacer mucho más. Nuestro objetivo es ofrecer la satisfacción máxima al cliente cubriendo la necesidad de mediciones precisas y exactas. Vivimos en una era móvil y digital donde nuestras vidas están completamente integradas con la tecnología. Mire a donde mire, siempre se están utilizando teléfonos inteligentes y tabletas con aplicaciones fáciles de usar. Nuestros clientes utilizan estos dispositivos en su vida personal y ahora esperan que esta tecnología esté disponible cuando se trata de sus instrumentos profesionales. Con todo esto en mente, sabemos que es el momento correcto para la experiencia Leica Captivate. ■

*David Dixon es el Director Corporativo de la división Leica Geosystems Geomatics donde supervisa la gestión del producto de la gama de estaciones totales. Ha estado trabajando en la empresa desde 2001 y es Licenciado en Ciencias Aplicadas (Topografía) por RMIT y posee un MBA de ESSEC y la Universidad de Mannheim.*

*Alastair Green es el Director Corporativo de la división Leica Geosystems Geomatics donde supervisa la gestión del producto del software de campo y controladoras. Ha estado trabajando en la empresa desde 1997, y tiene un Máster en Geodesia e Ingeniería Topográfica por la Universidad de Nottingham.*

# Topografía e inspección más segura desde el aire

por Friederike Nielsen y Robert Lautenschlager

En este momento se utilizan en muchas áreas de topografía los UAV, vehículos aéreos no tripulados. El uso de estos dispositivos no está a topografía de campo sino que también incluye minas a cielo abierto, obras de vertederos y carreteras o edificios. Además, este avioncito versátil abre posibilidades totalmente nuevas para la gestión más eficiente de las obras de construcción mayor. Antes de empezar con el trabajo de construcción, ofrece un resumen aéreo rápido y de bajo coste de las condiciones locales y genera datos precisos y significativos con la finalidad de realizar cálculos y presupuestos. Una vez que haya comenzado el trabajo de construcción, los UAV toman fotografías aéreas que sirven de registros normales de documentos para los pasos intermedios. Además de que la supervisión del progreso de construcción es mucho más sencilla, también

facilita el control de procesos internos. Una vez que se haya completado el trabajo de construcción, no supone ningún problema para un UAV la realización de una inspección del edificio y así presentar pruebas de que el trabajo se ha llevado a cabo tal y como fue acordado y así acelerar la confirmación final.

La empresa eléctrica suiza Axpo está utilizando UAV Aibot X6 para topografiar y documentar el mayor proyecto de construcción «Linthal 2015» en la región de los Alpes de Glaris. En un primer paso, todo el valle Linthal fue topografiado desde el aire y se generó una nube de puntos con una precisión de hasta un centímetro. Ahora estos datos forman la base de los pasos siguientes de planificación del proceso de construcción.

La empresa suiza Axpo está creando una planta de almacenaje subterránea nueva de bombeado, la más



grande del país y del Cantón de Glarus. En el futuro, la planta asegurará el suministro eléctrico futuro de la parte central y nordeste de Suiza. Está previsto el bombeo de agua de la planta al lago Limmernsee y de vuelta al lago Muttsee, una diferencia de altitud de 630 metros. Es un proyecto a gran escala con gastos de inversión de unos 1,85 billones de USD (1,7 billones de EUR) y se espera que llegue a su fin en cinco años, además dará trabajo a 500 personas en varias obras de construcción. La planta debería empezar a suministrar electricidad a principios de 2016.

### **Comunicación rápida y flexible de datos**

Habrá que eliminar cientos de miles de metros cúbicos de tierra y roca para construir los túneles y cuevas de la planta de almacenaje bombeada. La mayoría de esta presa será transportada a la montaña Muttentalp por teleférico y se utilizará para formar el dique que tendrá más de un kilómetro de longitud y una altura máxima de 36 metros. El resto de material será

depositado delante del dique existente de Limmern. En octubre de 2014, Axpo utilizó Aibot X6 por primera vez para realizar topografía de la zona, en lo que se conoce como la obra de desechos de materia inerte Limmerntobel Inert Matter Disposal Site. Debido a que las montañas circundantes bloqueaban la recepción de señal satelital, el avión voló manualmente sin navegación GPS. Se tomaron fotografías del terreno con un ángulo vertical durante el vuelo para generar imágenes de alta resolución del lugar de desechos con una superposición del 60 % al 90 %. Antes del vuelo, se trazaron 14 puntos de control del terreno de forma uniforme a una distancia aproximada de 50 a 80 metros en siete esquinas de la zona muestreada para realizar la geo-referencia posterior de las imágenes. «Fue la primera vez que el Aibot X6 fue utilizado a una altitud de 2.000 metros pero la atmósfera enrarecida no tenía efectos adversos en las características del vuelo», explica el piloto Robert Lautenschlager.



Se muestrean 50.000 metros cuadrados del terreno en dos vuelos que diez minutos cada uno. El software de fotogrametría Agisoft fue utilizado para procesar los datos recogidos y se generó una nube exacta de puntos con una precisión de hasta un centímetro. El procesamiento de la totalidad de la evaluación duró unos 120 minutos. La nube de puntos fue integrada en el sistema local de coordenadas de la obra de construcción, permitiendo así que los topógrafos de Axpo pudieran calcular el volumen del material depositado.

Los registros fotográficos periódicos del lugar de desechos habían sido previamente creados con un sistema externo de filmación suspendido desde el helicóptero. No solo se pueden registrar datos geográficos de alta precisión en un espacio breve de tiempo con Aibot X6, también es posible crear documentación completa y eficiente del estado actual de la obra de construcción. En cualquier momento, UAV puede ofrecerle a los contratistas un resumen inmediato del progreso de la obra de construcción, ayudándoles a planificar y a controlar mejor los procesos.

### **Combinación de muestreo e inspección**

El uso de UAV implica que el muestreo y la inspección puedan combinarse con mayor frecuencia. El ejemplo de Axpo es una ilustración perfecta para este caso. En el futuro, la empresa pretende utilizar Aibot X6 para la creación de modelos digitales de terreno durante la planificación y construcción de centrales eléctricas y también para la función vital de la inspección.

Será posible sobrevolar los diques existentes y tomar fotografías que permitan la evaluación detallada del estado de las superficies de hormigón en el aire y agua. En este caso, el hexacóptero podrá equiparse de nuevo con una cámara digital y sobrevolar las zonas donde tomará fotografías de alta resolución en todas las zonas críticas, permitiendo así la detección de las grietas más insignificantes y otras anomalías.

También se puede utilizar Aibot X6 para inspeccionar postes de electricidad. Los hexacópteros ofrecen muchas ventajas, como la flexibilidad de despliegue y disponibilidad a corto plazo en caso de un fallo o una avería. Es mucho más segura y económica la inspección realizada por un helicóptero o técnico escalador dado que no es necesario apagar la corriente de antemano y la inspección se lleva a cabo por control remoto, desde un avión no tripulado. En el futuro, Axpo también dependerá de la ayuda aérea sin tripulación en el sector medioambiental, donde se utilizarán UAV para tomar fotografías de los arroyos de las montañas como parte de los experimentos de aguas residuales. ■

*Acerca de los autores:*

*Friederike Nielsen es el Director de Marketing y Comunicación en Aibotix.*

*friederike.nielsen@aibotix.com*

*Robert Lautenschlager es Ingeniero de Soluciones y Piloto de UAV en Aibotix y colabora en el desarrollo de la tecnología y flujos de trabajo UAV de Aibotix.*

*robert.lautenschlager@aibotix.com*



■ Nube de puntos generada en la zona con una precisión máxima de un centímetro.





© ARNAL

# Protegiendo los pilares de nuestra existencia

por Robert Meier y Hildegard Holenstein

Los suizos cuentan con una larga tradición en la promoción y preservación de la biodiversidad del país y entienden que éste es uno de los pilares de nuestra existencia en la tierra. La política suiza de agricultura apoya los biotopos o comunidades biológicas y ha establecido acuerdos fijos proactivamente para proteger y gestionar los biotopos como pantanos elevados, terrenos pantanosos y prados secos y los propietarios de las tierras que los llevan a cabo reciben una compensación. Gracias a la nueva política agrícola que entró en vigor en 2014 hasta 2017, se han hecho posibles los pagos directos a los propieta-

rios de las tierras que gestionan biotopos. Para valorar los posibles efectos en la calidad de los biotopos admitidos en el paisaje, el Cantón del Ministerio de Construcción y Medioambiente de Glarus a cargo, ARNAL, Büro für Natur und Landschaft AG, está dirigiendo un estudio que abarca todas las áreas en necesidad de protección de este Cantón.

Robert Meier, Director Ejecutivo de ARNAL y gestor de proyectos de este estudio, pasó dos semanas durante el verano de 2014 con su becario, Elias, en los Alpes de Glarus. Durante este tiempo, realizaron mediciones de las tierras y recogieron información relevante para los biotopos, además de firmar acuerdos con los ges-



## Acerca de ARNAL

La empresa ARNAL tiene cinco empleados y está implicada en numerosos proyectos de promoción de la armonía entre los seres humanos y la naturaleza y sus paisajes compartidos, además ha presentado soluciones para una variedad de problemas complejos durante más de 15 años.

Desde su central en Herisau, gestiona proyectos en toda la zona este de Suiza y por todo el resto del país. Los proyectos a gran escala de paisajes y naturaleza en el estado de Salzburgo también se gestionan desde la sucursal de Salzburgo, Austria. ([www.arnal.ch](http://www.arnal.ch))

### Localización

- Alrededor de 20 montañas en el Cantón de Glarus
- El campo se eleva a una altitud de 2.000 metros sobre el nivel del mar

### Hardware y software

- Leica CS25 GNSS con antena hélice
- Leica Zeno Field
- Software de oficina QGIS

### Ventajas

- Adquisición de datos más precisa, rápida y sencilla
- Los datos de Leica Zeno se pueden transferir directamente al software QGIS
- Flujo de trabajo más eficiente, varios pasos ya no son necesarios
- Orientación más sencilla en el campo

tores locales de las tierras. Utilizaron una tableta-PC Leica CS25 GNSS para recoger los datos digitalmente de las superficies que debían evaluarse y enviarse.

ARNAL es una empresa con una amplia experiencia en medio ambiente que colabora estrechamente con sus clientes y siempre ha apoyado el medio ambiente, dando prioridad a las necesidades del paisaje. En verano de 2014, ARNAL obtuvo el encargo de establecer nuevos acuerdos de gestión de las tierras y actualizar los existentes para proteger los frágiles biotopos de los Alpes de Glarus. Con este fin, había que evaluar los tamaños de las tierras y negociar los acuerdos con los gestores de las tierras a nivel local.

### Comprobación y expansión de biotopos

Durante este proyecto, el becario Elias obtuvo una experiencia de primera mano de lo que se supone que es un ecologista. Mientras caminaban por el campo, Robert Meier le explicó a Elias la riqueza y diversidad encontrada en cada tipo de biotopo y le enseñó a Elias cómo utilizar la tableta Leica Zeno GIS. En un periodo breve de tiempo, Elias se había familiarizado con el dispositivo y estaba dispuesto a recoger los datos.

Bajo la supervisión de Robert Meier, Elias consiguió verificar los tamaños existentes de biotopo en la localización con el GPS integrado de la tableta y la aplicación de campo Leica Zeno. Cualquier tamaño de área que hubiera que cambiar se realizaba directamente en el campo con datos precisos de posición. Tal y como Robert Meier explicó, "con Leica Zeno Field, no solo conseguimos registrar y corregir las superficies geométricas, también introdujimos información valiosa acerca de la gestión de las zonas correspondientes para una evaluación posterior, directamente en el campo."

Los datos fueron importados directamente en el sistema QGIS GIS en la oficina, se trata de un programa gratuito y open source para la creación, el análisis y la publicación de información geoespacial. Gracias al trabajo realizado con Leica Zeno Field, ya no había que dibujar manualmente las áreas en el mapa de campo y digitalizarlas después en la oficina.

### Orientación perfecta en el campo, incluso con condiciones climáticas desfavorables

De todos es sabido que el tiempo puede cambiar muy



© ARNAL

■ El becario Elias recogiendo datos de biotopos en los Alpes de Glarus en Suiza.

rápidamente en las montañas, y el verano de 2014 no fue ninguna excepción. Por lo que sirvió de mucho tener una ayuda a la hora de orientarse en la niebla y con poca visibilidad. «Utilizamos mapas de papel que debíamos proteger de la lluvia. Gracias a la tableta resistente al agua Leica CS25, pudimos dejar el paraguas en casa y localizar nuestra posición exacta en la zona mediante la localización. También es posible «pilotar» la función de navegación hacia la localización deseada», explicó Meier.

### Haciendo visibles las líneas fronterizas

La tableta Leica CS25 también le ofreció al equipo otras ventajas, como la capacidad de visualizar líneas fronterizas que no suelen verse o encontrarse. «Por ejemplo, las líneas fronterizas de propiedad juegan un papel fundamental cuando se trata de pagos directos. Con Leica CS25, hemos conseguido mostrarle a los gestores de los terrenos las líneas fronterizas en el campo. Las fronteras de uso de la tierra como por ejemplo en los bosques, también juegan un papel importante con respecto a los pagos. También podríamos presentarles estas fronteras en la tableta y hacer uso de ellas como base para el debate», explicó Meier.

«Nuestra experiencia con Leica CS25 GNSS en este proyecto ha sido muy positiva, ya que hemos podido consolidar algunos pasos del trabajo y otros, como los croquis, ya no eran necesarios. Los datos fueron registrados rápidamente y con precisión con el GPS, lo que significó que podíamos reducir la cantidad de tiempo invertido en una localización con un grado considerable», concluyó Robert Meier.

Créanlo o no, también tiene algunas contrapartidas. El becario Elias habría estado encantado de pasar más tiempo en los Alpes de Glarus: «Me lo pasé muy bien ahí fuera. Estábamos todo el día al aire libre y cuando acababa el día, sabíamos que habíamos hecho algo positivo para el medio ambiente.» ■

*Acerca de los autores:*

*Robert Meier es Biólogo y Director Ejecutivo de «ARNAL, Büro für Natur und Landschaft AG».*

*robert.meier@arnal.ch*

*Hildegard Holenstein es Geógrafa y Miembro del Personal Científico.*

*hildegard.holenstein@arnal.ch*



# Cómo reducir los estragos del tiempo

por Rikard Evertsson y Mattias Bornholm

En el S. XVII, los buques no estaban contruidos en base a planos o dibujos sino a una «regla general», basada en los instintos de los carpinteros de ribera y su experiencia en el mar. El constructor del buque de guerra Vasa calculó mal sus proporciones. La parte submarina del buque era demasiado pequeña para la parte visible situada por encima de la línea de flotación, lo que provocaba que el barco fuera totalmente inestable. El día del viaje inaugural en 1628, el Vasa fue cargado por completo. 64 cañones de bronce fueron expues-

tos con orgullo con todas las ventanas abiertas. Cuando el Vasa salió del puerto y sus velas surcaban los vientos, el bote se inclinó hacia un lado de forma peligrosa y se llenó ligeramente de agua procedente de todas las ventanas abiertas.

Aunque el buque estaba sobre una superficie de agua inferior a 40 metros, permaneció relativamente protegido en el abrigado puerto de Estocolmo hasta 1961. Ahora, 333 años después de su hundimiento, el Vasa es la obra más intacta de la historia sueca del S. XVII que ha vuelto a la superficie.



Antes de desplazarlo al museo, donde ahora descansa, el Vasa estuvo guardado en un astillero del puerto con poca protección. Estaba revestido de PEG, un compuesto químico que retira el agua de la madera y ayudaba a evitar la contracción y agrietamiento de la madera de 300 años de antigüedad. Los primeros signos visibles del cambio se veían en los años 90, cuando aparecieron las manchas blancas en la superficie de la madera, que fueron causadas por el azufre y el hierro utilizado para construir el barco.

Estos signos visibles llevaron a los investigadores a centrarse en los cambios que estaban sucediendo por debajo de la superficie y el primer control del barco comenzó en el año 2000. En ese momento, se decidió que la Leica TDA5005 era el mejor dispositivo para controlar el buque. Los datos recogidos demostraron que incluso con tratamientos PEG, la estructura del barco estaba gravemente alterada por la gravedad. La estructura de madera de 300 años de antigüedad del barco ya había perdido más del 40 % (en ciertas partes, hasta el 80 %) de su potencia mecánica. Era abso-

lutamente necesario recoger los datos precisos para decidir cómo detener la deformación y conservar este buque histórico de la mejor manera.

### **El soporte correcto de la estructura**

En la actualidad, el Vasa está apoyado en bloques estándar de almacenaje en un museo construido específicamente para el barco. Estos bloques comunes de almacenaje datan de los años 60 y no ofrecen un soporte adecuado al barco. Gracias a la investigación, se ha detectado que se requiere desesperadamente un nuevo sistema de almacenaje para poder soportar correctamente a este barco histórico tan frágil. Sin embargo, hay que recoger grandes cantidades de datos precisos y analizarlos para determinar con exactitud cómo se ha modificado química y mecánicamente la madera y la estructura del barco durante el curso del tiempo, para que así los carpinteros construyan la estructura correcta de soporte. Se seleccionó una Leica Nova T550 con software Leica SmartWorx Viva para recoger los datos y así crear un prototipo que pueda diseñarse, ponerse a prueba y en uso.



## Monitorización

La monitorización del Vasa se lleva a cabo dos veces al año. Cada época de muestreo lleva unos diez días de trabajo, dependiendo del número de visitantes que estén en el museo. El personal del museo y el Ministerio de Geodesia y Posicionamiento Satelital de Kungliga Tekniska Högskolan realizan las mediciones.

Para recoger los datos del Vasa con precisión absoluta, se adjuntan no menos de veintinueve puntos de prisma a las paredes estáticas del museo. Sirvieron de base para conseguir una posición exacta de Leica Nova TS50. Una vez se calcularon, el operador mide treinta y tres prismas adjuntos a la parte interior del casco flexible del barco y alrededor de 330 cintas reflectoras adaptadas a la parte exterior del Vasa para recoger información referente a la deformación de la estructura del barco. Para asegurarse de que la recogida de datos se haya llevado a cabo correctamente, se realizará una segunda medición desde una posición diferente de estacionamiento. Este proceso se ejecuta durante varios años, una y otra vez, para determinar la rapidez con la que sucede la deformación.

Después de cada época, los datos se procesan y comparan con los periodos anteriores de monitorización del barco. Los resultados prueban que el barco se ha inclinado y ha descendido por la gravedad con el paso del tiempo.

Como resultado de los últimos 15 años de monitorización, se ha desarrollado un nuevo sistema de soporte

del Vasa. Se han destinado más de seis millones de coronas suecas (650.000 EUR) a la investigación, lo que incluye un estudio de cómo ha cambiado la calidad de la madera y la estructura del barco con el paso del tiempo. La investigación continuará hasta 2016, después supondrá la base del diseño de una nueva estructura de funcionamiento y podrá comenzar la construcción actual del bloque de almacenaje del barco.

Además de ayudar al diseño de un nuevo bloque de soporte de almacenaje para el Vasa, los datos de medición recogidos con Leica Nova TS50 ayudarán ciertamente a determinar la extensión y velocidad de los estragos del tiempo en el buque sueco y permitirán a los investigadores a predecir mejor los cambios en la madera, algo de vital importancia para el futuro del Vasa. ■

*Acerca de los autores:*

*Rikard Evertsson ha trabajado como Gestor Comercial en Leica Geosystems desde septiembre de 2007 y Mattias Bornholm, desde septiembre de 2010. Ahora son Responsables Comerciales en la región de Estocolmo. Antes de trabajar en ventas, Evertsson trabajaba de topógrafo desde 1995 y Bornholm desde 1994.*  
*rikard.evertsson@leica-geosystems.com*  
*mattias.bornholm@leica-geosystems.com*

*Un agradecimiento especial a Lauri Jortikka de Leica Geosystems Finlandia.*



■ Hace falta una estructura perfecta para el soporte del buque histórico del Vasa y así evitar la subsiguiente inclinación.



© iStock.com/Rainbohm

# Gestión eficiente de redes de irrigación

por Nabil Abdelkader

El agua se está convirtiendo en un recurso escaso y es de vital importancia su uso eficiente en agricultura, especialmente en climas áridos, donde las recientes sequías han provocado el desarrollo con urgencia de técnicas para la monitorización de irrigación del agua y productividad de cosechas. El aumento del potencial de irrigación en las zonas en cuestión requiere esfuerzos considerables, tanto en términos de tiempo como económicos.

Los avances en detección remota y GIS han aportado a los investigadores y gestores de recursos de agua una nueva forma original de obtener datos espaciales precisos acerca del uso actual de agua, su demanda, distribución y asignación, además del rendimiento del cultivo. Para estos

trabajos, el dispositivo manual Zeno 10 GNSS/GIS de Leica Geosystems con el software Zeno Office aporta la solución perfecta. Es fácil de usar para las personas que no sean profesionales en GIS, es personalizable y actualizable, permitiendo así un rendimiento en aumento y una mayor rentabilidad en el campo de la recogida y gestión de valores. Al simplificar la integración de datos del campo a la oficina, la abundancia de datos geoespaciales se registran y gestionan fácilmente con un flujo de trabajo sencillo.

El Concorde Construction es una organización especializada en el diseño, ingeniería, gestión y construcción de proyectos. La empresa ha sido contratada para definir un plan estratégico meticuloso e integrado para el desarrollo y la gestión de los recursos de agua por todo Irak y así garantizar la gestión y el desarrollo sostenibles del agua del país y las tierras. Las fases del



proyecto a largo plazo están planificadas para 2015, 2020, 2025 y 2035.

Este proyecto ha sido desarrollado en varias zonas, específicamente en las localizaciones situadas a lo largo de los ríos Tigris y Éufrates y sus principales cauces fluviales, en una superficie total de 12.000 metros cuadrados.

### Planificación del proyecto y requisitos

Hay que incorporar todas las características de la topografía para el sistema de irrigación en la base de datos optimizada para facilitar su planificación. Todos los valores deben registrarse, característica por característica. Debido a la naturaleza de los datos y la precisión requerida, además de la dificultad de acceso a ciertas localizaciones, se decidió que la recogida de datos a pie sería más rentable que desde un vehículo.

### Recogida de datos con Leica Zeno 10

La elección correcta del equipo adecuado de topografía era esencial para una zona tan grande con grandes

volúmenes de datos y con trabajos que se realizan independientemente de las condiciones climáticas. El Concorde seleccionó Leica Zeno 10 GNSS/GIS manual con software Leica Zeno Field debido a su compatibilidad con el GIS existente basado en Esri, su movilidad excelente y su funcionamiento en pantalla. Además, la solución Leica Zeno GIS ofrece soporte técnico fiable, algo fundamental al incorporar equipamiento nuevo a un negocio o proyecto. Un elemento clave para garantizar la recogida de muchos detalles de valores en un punto del levantamiento es asegurarse de que se recojan en una sola visita. La cámara integrada en el Zeno 10 que sirvió para documentar las características con imágenes, tenía un valor incalculable para los procesos y evaluaciones internas de calidad y permitió al personal de oficina entender fácilmente la documentación, facilitándoles el trabajo en común y garantizando la recogida correcta de los datos al mismo tiempo. De este modo, se eliminaron las visitas repetidas, reduciendo costes y enviando conjuntos de datos sin retraso.

### Una cadena simple de flujo de trabajo

La solución Leica Zeno GIS garantiza flujos de trabajo



■ Aumento del rendimiento en las cosechas en campos secos: mapa aéreo de la red de irrigación.



eficientes, reduciendo los viajes del campo a la oficina, ya que ofrece la posibilidad de controlar los datos recogidos en el campo, con su integración directa en la oficina.

Los datos de la red de irrigación recogidos con el Zeno 10 se pueden importar fácilmente con un solo clic en el flujo de trabajo «EasyIn» de Zeno Office. Los últimos datos fueron transferidos directamente a Esri ArcMap. Este proceso automatizado es muy fácil de gestionar y mantener y ArcMap genera el mapa final que incluye datos QC y procesados.

El Concorde Construction exporta las características de ArcMap a Zeno Field con el asistente igualmente sencillo «EasyOut» para realizar más actualizaciones de mapa donde se requieren nuevas operaciones de muestreo en la red de irrigación. Una vez que los topógrafos salen al campo, llevan los conjuntos de datos actualizados.

Mohammed Al-Eswid, Ingeniero de Proyectos y Geomática en El Concorde Construction afirma: «Leica Zeno

se podría utilizar fácilmente para realizar topografía en obra. Los usuarios pueden recoger la información simplemente con hacer una fotografía manual e introducir los datos que han sido medidos en la obra y actualizados por ArcGIS. Lo mejor es que no hay que volver a la oficina durante días.»

### Flujo de trabajo eficiente

Se diseñó una base de datos espacial única para cada proyecto y el software Leica Zeno Office fue utilizado para crear y gestionar la base de datos que incluía todos los campos obligatorios de atributos y otra información, como fotografías de la obra. También contiene listas desplegadas para mejorar la calidad de los datos y la velocidad de la recogida. Todos los proyectos han sido estudiados por el equipo de especialistas topógrafos que recogió 40.000 valores. ■

*Acerca del autor:*

*Nabil Abdelkader es Ingeniero Civil y Gestor de proyectos senior en El Concorde Construction.*

*nabil.aq@elconcorde.com*



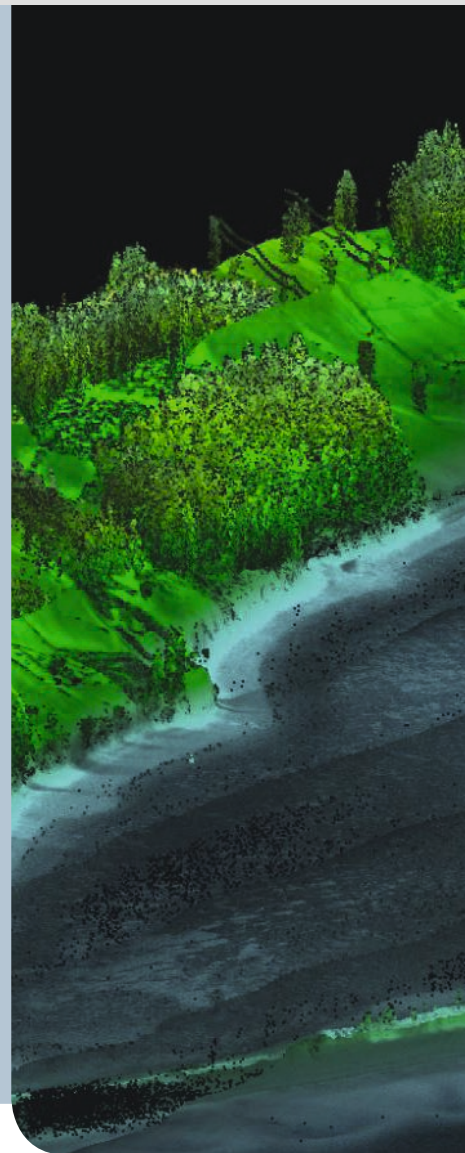
■ Leica Zeno 10 fue utilizado para recoger la información necesaria para manejar la red de irrigación.

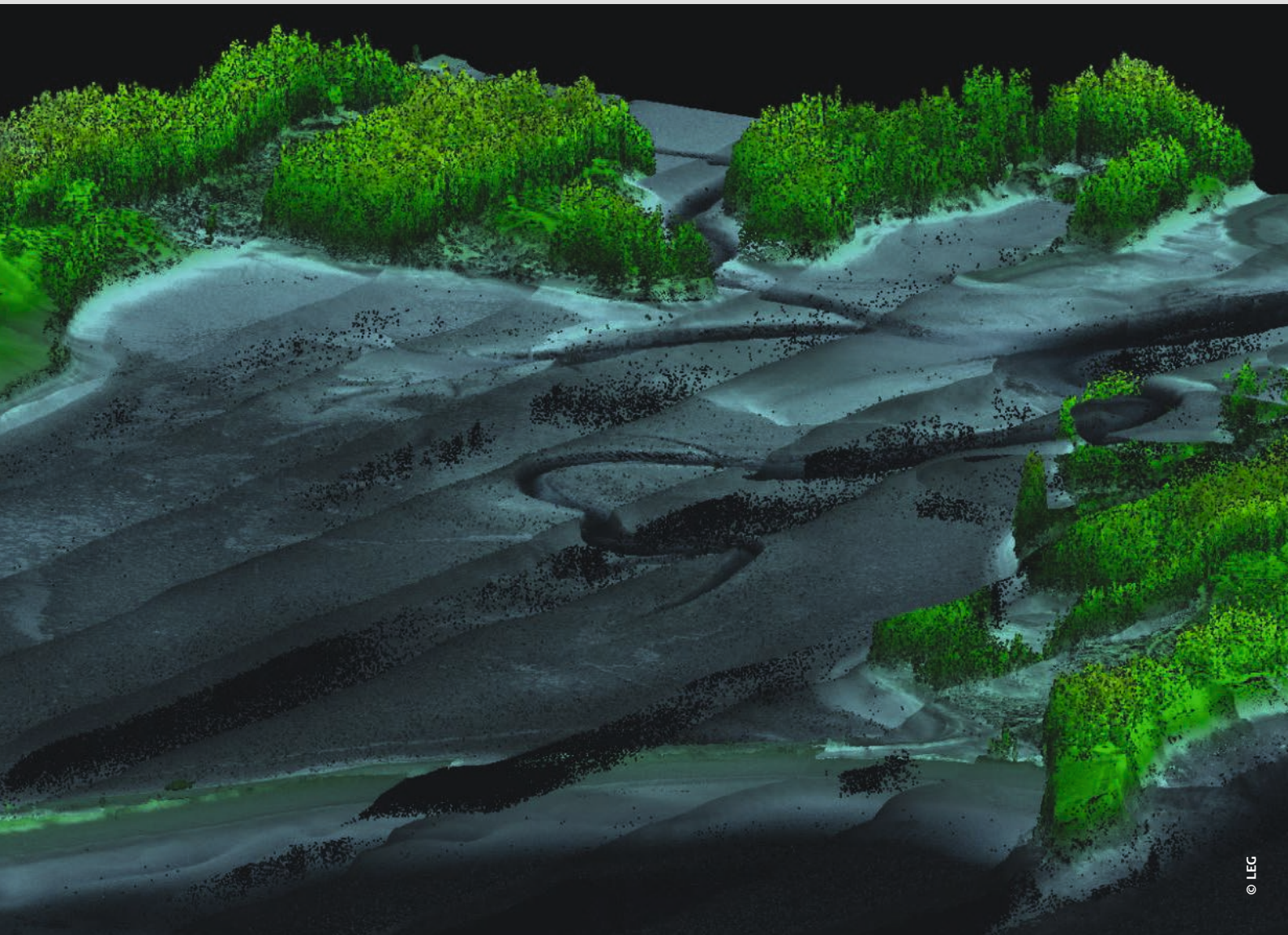
# Explorando la superficie situada debajo del agua

por Wayne Richardson

En septiembre de 2014 Leading Edge Geomatics (LEG) en colaboración con personal de Nova Scotia Community College (NSCC) y Applied Geomatics Research Group (AGRG), instalaron la hidrografía Airborne Hydrography AB (AHAB), sistema Chiroptera II utilizado para la supervisión medioambiental del litoral en un avión Beechcraft King Air 90C. Era algo necesario para que el equipo realizara sus primeras nubes de puntos con un sistema topobatimétrico. Una empresa líder de recogida de fotografías aéreas y LIDAR topográfico con proyectos por toda Norte América, LEG decidió centrar su experiencia en el procesamiento de datos y de funcionamiento extenso al utilizar este sistema nuevo de escaneo LIDAR para anticiparse a los nuevos mercados y a la investigación en medios acuáticos superficiales. Se esperaba que este nuevo sensor fuera el principal en su sector.

Cualquiera que hubiera intentado alguna vez la realización de muestreos aéreos en la Región Atlántica de Canadá se daría cuenta de que es rarísimo encontrar dos días seguidos sin nubes. Dado el caso de altitudes bajas, el sistema está hecho para la adquisición de datos a 400 metros, no esperábamos avanzar tan rápido en este proyecto como lo hicimos. Por suerte, los vuelos iniciales fueron lanzados durante una serie poco común consecutiva de días despejados y soleados con el mejor tiempo de vuelo que podemos recordar. Con la excepción de pocas zonas que tuvieron que ser recordadas debido a sedimentos de lodo en las columnas acuíferas, pudimos recoger todos nuestros objetivos prioritarios en menos de una semana. Gracias a que el sistema Leica Chiroptera II es fácil de usar y de aprender, el equipo consiguió capacitar a varios operadores durante la formación y todos llegaron a la conclusión de que se trataba de una interfaz intuitiva y fácil de manejar. El sistema permite a los operadores analizar ondas recogidas durante los vuelos para determinar si se había registrado suelo hundido. Así





© LEG

los operadores pueden tomar decisiones rápidas que no solo ahorrarán un tiempo precioso de vuelo y gastos, sino que garantizarán el éxito de muchas misiones de vuelo.

Este software de procesamiento suministrado por AHAB, empresa conocida como LIDAR Survey Studio (LSS), permite visualizar los resultados de escaneado mientras se está en el avión. Después de utilizar varias aplicaciones de procesamiento de datos LIDAR de la competencia, el equipo se dio cuenta de que LSS es apto para la configuración, procesamiento y producción sencilla de datos finales. El software combina la ruta de vuelo procesada con cualquier SPAN (Navegación de Actitud de Posición sincronizada) con la onda en crudo y la presenta en una interfaz intuitiva y estructurada. El proceso de los parámetros se fija vía archivos de configuración para los ajustes del sistema, ajustes de procesamiento (método de clasificación) y calibración (desalineación de sensor). Los resultados del procesamiento del software ofrecen datos posi-

cionados y completamente clasificados. Después, el usuario examinará los datos procesados de los resultados del suelo en relación con la superficie del agua para determinar si la clasificación ha sido realizada correctamente. En caso de requerirse alguna modificación, se realizarán los cambios y los datos pasarán por el software de nuevo hasta que la clasificación represente los valores correctamente. Al generar conjuntos de datos clasificados, correctamente posicionados y calibrados, el proceso es sencillo.

La vista full HD presenta los puntos rápida y fácilmente permitiendo al usuario que examine los resultados procesados y así se puede trabajar con los datos para representarlos de la forma necesaria. Las herramientas de la pantalla ofrecen numerosos modos de representar los resultados. Al seleccionar un retorno personalizado o un punto de los datos, se presentan los datos y la imagen de la onda correspondiente. Estas vistas ayudan a determinar la precisión de la clasificación de datos. La única restricción es la falta de herramientas



de clasificación manual. Sería útil ser capaz de cambiar la clasificación de puntos basados en la recogida de datos incluidos en la onda completa y las imágenes QC disponibles rápidamente (imágenes que analizan la calidad de los datos). En la práctica, así sería más fácil entender si un retorno sería un golpe en el suelo o vegetación sumergida, en lugar de realizar una limpieza de clasificación con una aplicación de terceros sin acceso a la información de la onda.

Chiroptera II es una solución sólida y perfectamente fabricada para la recolección de aguas superficiales. Nuestro equipo logró conseguir excelentes resultados de penetración pero tal y como se esperaba, el sistema dependía enormemente de la buena claridad del agua. Zonas como St John River bloquearían inmediatamente los datos de retorno cuando otra corriente de agua entrara en el río. No era algo inesperado y el agua turbia seguiría siendo un obstáculo para este sistema. Sin embargo, el sistema funciona perfectamente en zonas donde la claridad del agua es aceptable. Las bahías de la costa de New Brunswick Northumberland produjeron excelentes resultados con casi todo el fondo marino cartografiado.

Los datos de la Isla Sable mostraban una claridad sorprendente en la penetración de profundidad a 15 metros. El escáner topográfico (vendido por separado con la denominación Leica AHAB DragonEye) fue probado en la Isla Sable aislado del escáner batimétrico. Este escáner funcionaba correctamente a 1.400 metros y ofrecía muestreo sobre terreno a más de un punto por metro. Este ángulo múltiple de visión del sistema garantiza sombras LIDAR mínimas en los datos, lo que probablemente eliminaría la necesidad de pasadas múltiples. Chiroptera II es principalmente, un sistema topobatimétrico flexible, bien diseñado y altamente cualificado. ■

*Este artículo ha sido adaptado en base al original, publicado en LiDAR News Vol5 No1. Para mayor información, consulte [www.lidarnews.com](http://www.lidarnews.com).*

*Acerca del autor:*

*Wayne Richardson es Director de Posicionamiento y Control de Calidad, además de Gestor de Proyectos en Leading Edge Geomatics (LEG) en New Brunswick, Canadá.*

*[w.richardson@legeo.ca](mailto:w.richardson@legeo.ca)*



## El Leica Chiroptera II

El sistema de última generación Leica Chiroptera II combina un escáner topográfico de 500 KHz y un escáner hidrográfico de 35 KHz con una cámara fotogramétrica 60MP Leica RCD30. La finalidad del sistema es la recogida de aguas superficiales, limítrofes, aguas costeras o literales, donde es difícil y costoso realizar capturas con un escáner lateral tradicional o sistemas de haces múltiples debido a las dificultades de navegación en aguas superficiales y puertos. Este sistema también tiene la capacidad de ofrecer la recogida de datos para vías navegables interiores, donde en la actualidad solamente pueden realizarse mediciones físicas en el fondo de lagos y ríos. El sistema Chiroptera II está diseñado para penetrar a profundidades de hasta 1,5 x de profundidad Secchi. Podría esperarse que el sistema penetre a 15 metros dependiendo de la claridad del agua.



# Renovación segura de las esclusas de los barcos

por Heiner Gillessen y Uwe Sowa

El Canal de Kiel es la vía navegable artificial más transitada del mundo. En 2014, una media de 89 barcos atravesaron el canal cada día. Tiene prácticamente 100 kilómetros de largo, de Brunsbüttel a Kiel-Holtenau, y une el Mar del Norte con el Báltico, permitiendo así que los barcos ahorren una distancia de unas 250 millas náuticas (o aproximadamente 450 kilómetros) para evitar el extremo más al norte de Dinamarca en Skagen. Aunque los factores estratégicos náuticos podrían haber sido cruciales en el momento de su construcción, en este momento el canal se utiliza exclusivamente para intercambiar mercancía entre varios países de la región báltica y el resto del mundo. El Canal de Kiel abrió sus puertas después de ocho años de construcción el 21 de junio de 1895 y después de otros ocho años más, hubo que ampliarlo debido a la cantidad de tráfi-

co que lo transitaba. Cada extremo del Canal de Kiel está aislado de los niveles de agua oscilante del río Elba y el Mar Báltico con cuatro esclusas: una doble de 1895 (esclusas pequeñas) y el resto de 1914 (esclusas grandes).

Durante un periodo normal de estructuración, se bombeó agua desde 220 metros de largo por la cámara del sur profundo de 10 metros desde una de las esclusas pequeñas en marzo de 2013, y la cámara estuvo seca durante dos meses y medio. Dado que el agua de la cámara del norte hace presión contra el muro de la esclusa de la cámara sur, este fue controlada geodésicamente por motivos de seguridad con una estación total Leica TCRP 1201 y otros sensores. Los datos recogidos durante esta supervisión proporcionaron información del comportamiento de la estructura y protegieron a los inspectores y trabajadores durante la renovación.





■ Una estación total de Leica Geosystems realiza mediciones para observar los posibles movimientos de la pared de la cámara.

Para el muestreo se necesitaba un programa de medición previamente preparado para la especificación del tipo y alcance de las mediciones requeridas. Basadas en este programa, las esclusas pequeñas de Kiel-Holtenau estaban configuradas para controlar la cámara sur durante el periodo de bombeado y la fase de secado. Una respuesta inmediata a cualquier emergencia que pudiera surgir era posible gracias a la capacidad de enviar información del cambio en el comportamiento estructural en cualquier momento durante la obra de renovación.

#### **Supervisión con una estación total**

Se instaló la estación total Leica TCRP1201 conectada con el software de control Leica GeoMoS para la recogida y el procesamiento de datos en la parte superior de la estación de control de la esclusa, localizada en la pared divisoria de las dos cámaras de cierre. Dado que la situación del sensor estaba en una zona sujeta a posible movimiento, se procedió con el método de control de estacionamiento libre. Esto supuso la medición de seis bases estabilizadas diferentes, y adheridas a los edificios circundantes en la zona que no estaban sujetos a movimiento para hacer posible las

mediciones de datos controlados por un programa por horas. Así se determinaron los puntos de medición de la esclusa. De este modo, los diez puntos de medición que se pueden derivar del ancho de la cámara servían de «sensores virtuales». Estas mediciones por horas en la parte norte y sur de las paredes de la cámara y el control de los niveles de agua en la cámara y los fiordos se realizaban con los programas de software de la gama altamente personalizable Leica GeoMoS. Además, las coordenadas de seis puntos base de cabezal, los tres puntos base de la cámara y los dos puntos de las cubiertas de inspección también fueron registrados. Se grabaron los valores de cada uno de los seis puntos de medición de aguas subterráneas en el norte y sur cada hora, también el nivel de agua de la cámara y el fiordo y fueron transferidos al software GeoMoS.

#### **Integración de sensores geotécnicos en la gama de Leica GeoMoS**

Se detectó una grieta en la pared de la cámara del pasillo sur con sensores de inclinación y fisurómetros, lo que se envió al programa Leica GeoMoS. Cualquier cambio en la longitud y direcciones cruzadas se visualizaba y analizaba en los gráficos fáciles de entender



■ Listos para la renovación segura: la esclusa vacía del barco se inspecciona mientras se controla la estructura.

de Leica GeoMoS Analyzer. La tolerancia de desviación típica en la medición de puntos era de  $\pm 2,2$  milímetros y fue controlada por Leica GeoMoS Monitor.

«Un reto específico fue el de integrar sensores geotécnicos en el sistema de control, lo que acabó funcionando perfectamente. El sistema funcionaba a la perfección incluso bajo condiciones climáticas extremas, como nieve, lluvia helada y tormentas. Así se garantizó un alto grado de fiabilidad con respecto al comportamiento estructuras durante el periodo de secado», explicó Heiner Gillessen, director de producto técnico para el control de Leica Geosystems.

El Dipl. Ing. Uwe Sowa del Organismo de Aguas y Tráfico Marítimo de Kiel-Holtenau evaluó los movimientos que se dieron durante la renovación y los resultados después del uso correcto: «Cada sensor cuenta con niveles límites propios de los datos registrados especificados en el software de procesamiento que se asemejan a los colores de la luz del tráfico. Si el valor excedía la tolerancia definida, aparecería en el rango rojo, y se enviaba una notificación inmediata por mensaje de texto y correo electrónico, garantizando la

implementación de las medidas de seguridad. Excepto por unas pocas excepciones en el rango amarillo en las que se requiere un análisis en profundidad, todos los valores objetivo siempre están en verde.»

Mientras tanto, la esclusa se inunda desde ese momento y la cámara norte se ha bombeado, renovado y controlado con el mismo procedimiento. El nivel y los comportamientos de movimiento de las esclusas siguen comprobándose con sensores de inclinación digitales y sensores de posición, y los datos de los mismos se envían y son evaluados por programas de software GeoMoS. ■

*Acerca de los autores:*

*Heiner Gillessen es Director Técnico de Producto de Control y Auscultación en Leica Geosystems.*

*heiner.gillessen@leica-geosystems.com*

*Uwe Sowa es Ingeniero de Topografía en el Organismo de Aguas y Tráfico Marítimo de Kiel-Holtenau.*

*uwe.sowa@wsv.bund.de*

# Prueba de dureza en el K2

por Katherine Lehmuller y Marco Mozzon

K2, la segunda montaña más alta de la tierra después del Everest, es insuperable en muchos aspectos. Sin duda alguna, es el pico más peligroso y difícil de escalar de las 14 montañas con más de 8.000 metros. El K2 escarpado de forma continua con lados expuestos que caen afilados en todas direcciones y se asemeja mucho a una pirámide de extremos peligrosos y con tendencia a tormentas fuertes y frecuentes de duración interminable. El duque italiano de Abruzzos fue el primer montañero que intentó escalar la ruta suroriental de la cresta del K2 sin éxito y desde ese momento, la ruta fue conocida como el Espolón de los Abruzzos. El que llegó en el momento oportuno fue un jefe de equipo italiano de Ardito Desio, que consiguió escalar el Espolón de los Abruzzos y llegar al pico del K2 en 1954. Este

devoto explorador, geólogo y montañista sirvió de inspiración a multitud de generaciones de alpinistas italianos y fundó la asociación italiana sin ánimo de lucro EvK2CNR, famosa a nivel internacional en la actualidad por promover la investigación científico-técnica en las zonas montañosas.

«K2, 60 años después», nombre acuñado en honor al primer ascenso fructífero del K2 y a la fuerte historia del montañismo entre los italianos y paquistaníes, los equipos se decidieron a realizar la medición del K2 sesenta años después de que el equipo Desio llegara a la cima. Con apoyo del gobierno regional paquistaní Gilgit-Baltistán y EvK2CNR, el equipo italiano-paquistaní decidió que el hecho de trabajar en un medio tan extremo suponía que había que elegir un dispositivo diseñado y probado para superar los estándares industriales más duros. El equipo optó por el uso de instrumentos de Leica Geosystems.







Leica Geosystems ofreció a la expedición el uso de su último receptor GPS, Leica Viva GS14, fabricado para los medios más exigentes. Fue una oportunidad para Leica Geosystems de seguir probando la resistencia de Leica Viva GS14 en temperaturas extremas y condiciones climáticas y de realizar pruebas de la portabilidad compacta y ligera del dispositivo. Tres italianos de la asociación EvK2CNR, alpinistas de renombre internacional, Marcello Alborghetti, Maurizio Gallo, responsable de los aspectos técnicos del proyecto y Giorgio Poretti, responsable del soporte científico y coordinación de la expedición, fueron los primeros en presentar las antenas de Leica Geosystems y el receptor GX1230+ en Italia antes de llevarlo a Paquistán. Giorgio Poretti, catedrático de la Universidad de Trieste, organizó parte de la expedición concerniente a las mediciones GNSS, dirigió el progreso de Leica Viva GS14 junto con los investigadores paquistaníes Amir Asghar de la Universidad de Azad Jammu y

Kashmir y Hameed Fahad de la Universidad de Poonch (Rawalkot).

Rehmat Ullah Paquistán y Michele Cucchi de Italia consiguieron subir el receptor a la montaña y realizar mediciones de cada uno de los cinco campamentos diferentes y en la cima del K2, estacionaron el receptor en cada parada, y así se quedaban en cada zona unos 20 minutos para recoger la latitud, longitud y altitud de cada punto desde los satélites disponibles.

Uno de los receptores de referencia Leica GX1230+ fue colocado de forma permanente por Maurizio Gallo en el Monumento a Gilkey Puchot, una especie de santuario dedicado a los alpinistas que fallecieron en el K2, y que está situado cerca del campamento base del K2, y otro receptor Leica GX1230+ en Skardu, el destino final de los alpinistas antes de subir las cimas. El experto en informática Fida Hassain del Parque



Nacional Central Karakorum, ayudó en la instalación y el proceso de transferencia de los datos junto con otros compañeros, Asghar y Poretti. Gracias a esta red coordinada de dos estaciones GNSS permanentes, los datos se enviaban para su procesamiento con una precisión excelente y todavía hoy en día sigue en funcionamiento.

Después de devolver los instrumentos a Italia y a Leica Geosystems, se descargaron los datos desde los receptores y fueron analizados. Con estos resultados se demostró que después de utilizar la tecnología GNSS, al altura del K2 se redujo con respecto a su altitud anterior de 8.610,34 metros a 8.609,02 metros, con 1,5 metros menos de que se creía previamente.

La gran sorpresa fue el campamento cuatro del K2 en el Espolón de los Abruzzos, el lugar donde las expediciones de esta ruta comienzan la escalada final a la cima. En las mediciones anteriores se afirmó que la ruta comenzaba a 7.900 metros. Ahora los datos recogidos con Leica GS14 demuestran que la ruta comienza a 7.747,029 metros, los 150 metros de escalada tienen una longitud superior a los registrados previa-

mente. Supone una gran y exigente diferencia para alpinistas del K2, que luchan durante semanas con los efectos de la debilidad provocada por el vértigo y el estrés de mantener la atención.

El equipo ha planeado escalar el Monte Everest en un futuro cercano, donde se encuentra una estación base de Leica Geosystems, muy cerca del Laboratorio Internacional Piramidal de EVK2CNR en el lado nepalí del monte y esperan conseguir otra colaboración fructífera y exigente entre EVK2CNR y Leica Geosystems. ■

*Acerca de los autores:*

*Katherine Lehmuller es Licenciada en Bellas Artes por la Universidad Tufts de NY y trabaja como redactora para Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza.*  
*katherine.lehmuller@leica-geosystems.com*

*Marco Mozzon obtuvo su Licenciatura de Geología con especialización en geofísica en la Universidad Milán, departamento de ciencias de la tierra «Ardito Desio» y colabora con el gestor de servicio SmartNet EMEA para Leica Geosystems Italia.*

*marco.mozzon@leica-geosystems.com*



## K2, 60 años después

Los italianos cuentan con una larga historia en el mundo de la escalada con Paquistán, especialmente la colaboración de la asociación italiana EVK2CNR y el gobierno regional paquistaní de Gilgit-Baltistán. Si nos remontamos a hace sesenta años, ambos han colaborado muchas veces, con mayor importancia en tres expediciones históricas: el primer ascenso de éxito al K2 dirigido por Ardito Desio en 1954; cincuenta años después en 2004 para medir el K2 (esfuerzos de una expedición para colocar el receptor GNSS en la cima falló cuando se cayó un alpinista) y por último, sesenta años después, en 2014 con la expedición «K2, 60 años después» recogieron las mediciones más precisas conseguidas del K2 en toda la historia mediante tecnología GNSS.

# HISTORIAS FANTÁSTICAS EMPIEZAN AQUÍ

## PARTICIPE EN HxGN LIVE HONG KONG

Únase a **Leica Geosystems** para el **seguimiento de Geosystems** en **HxGN LIVE Hong Kong!** Por primera vez, la conferencia anual de Hexagon tendrá lugar en Asia, dándole así otra oportunidad para experimentar todo lo que hace que **HxGN LIVE** sea inolvidable.

Participe en las conferencias, sesiones, tecnologías y networking. Son tan intensas e innovadoras como todas las experiencias vividas en este evento de prestigio y referencia.

Nuestra historia fantástica puede cambiar el mundo y las historias fantásticas empiezan aquí.

**Regístrese hoy y participe en HxGN LIVE Hong Kong del 18 al 20 de noviembre.**



### CONFERENCIAS

INFORMACIÓN,  
INSPIRADORA Y  
PROFUNDA



### SESIONES

EDUCATIVAS,  
PRÁCTICAS,  
ATRATIVAS



### NETWORKING

¡MÉZCLESE,  
RELACIONESE Y  
ESTABLEZCA CONEXIONES!



### LA ZONA

¡LAS INNOVACIONES  
MÁS NOVEDOSAS  
E INTELIGENTES!



**REGÍSTRESE HOY PARA COMPARTIR  
SU HISTORIA EN HxGN LIVE!**

Visite [hxgnlive.com](http://hxgnlive.com)

# Leica Captivate

## Visión más allá de los datos



Simplifique su forma de trabajar en campo y oficina con las apps fáciles de usar de Leica Captivate y la tecnología táctil con la que ya está familiarizado. Convierta datos complejos en modelos 3D realistas y funcionales, tendrá un control completo de cualquier lugar de trabajo. Dé un paso más allá con los datos y tome mejores decisiones.

### Be Captivated

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

Las imágenes, descripciones y datos técnicos no son vinculantes. Todos los derechos reservados. Impreso en Suiza.  
Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Switzerland, 2015. 741807es - 08.15 - galledia

**Leica Geosystems AG**  
Heinrich-Wild-Strasse  
CH-9435 Heerbrugg  
Teléfono +41 71 727 31 31  
Fax +41 71 727 46 74  
[www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com)

- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems