

Reporter 65

La revista de Leica Geosystems



- when it has to be **right**

Leica
Geosystems



Editorial

Estimadas/os lectoras/es:

Este año nacerá el habitante número 7.000 millones. La ONU ha calculado que en el año 2025 la cifra llegará a los 8.000 millones y que en 2050 se superarán los 9.000 millones de personas poblando nuestro pequeño planeta. El eficaz aprovechamiento del espacio y de los recursos se convertirá así en un desafío cada vez mayor para el que los geodatos exactos adquirirán un papel determinante. En este contexto, también serán temas candentes el aumento de la demanda de energía, el suministro de alimentos y recursos a todos los habitantes y la explotación eficaz de las fuentes de energía nuevas y renovables.

Los geodatos actuales —en tiempo real y absolutamente fiables— son necesarios para hacer un uso óptimo del espacio, los recursos y la energía. Con nuevos enfoques e innovadores productos que ofrecen elevada calidad de datos, interoperabilidad y compatibilidad, como es el caso de la nueva serie Leica Viva, Leica Geosystems aporta su contribución para el futuro. En esta edición de la «Reporter» también encontrará algunos interesantes ejemplos, como los que han adoptado nuestros clientes sobre cómo hacer un mejor uso de los recursos, por ejemplo, para el levantamiento del Cumberland Trail con Leica Viva GNSS, el cálculo fiable de superficies de instalaciones fotovoltaicas con el Leica Builder, o el acceso a los datos de corrección GNSS en tiempo real mediante Leica SmartNet.

En la Intergeo que se celebrará en Nuremberg del 27 al 29-9 le presentaremos otros productos y soluciones nuevos e innovadores, como el Leica GR25 Reference Server, la Leica Viva TS15 Imaging Total Station y el receptor GNSS GS25. Estaremos encantados de recibir su visita en nuestro stand del pabellón 7A.

Jürgen Dold
CEO Leica Geosystems

ÍNDICE

- 03 Una nueva red para una ciudad rota
- 06 Prueba exigente superada
- 10 Investigación medioambiental con Leica GRX1200
- 12 La puerta al mundo GNSS
- 16 Récord para el JFK
- 18 Trabajando en equipo con el sol
- 20 Aplicaciones de escáner innovadoras
- 22 A 110 km/h a través del Cañón
- 25 Auscultación de la Union Station, Toronto
- 28 Auscultación por todos lados
- 30 Leica GPS1200 para robots
- 32 GNSS para el desarrollo sostenible de Etiopía
- 34 Leica Geosystems @ facebook

Nota editorial

Reporter: Revista para los clientes de Leica Geosystems AG

Edita: Leica Geosystems AG, CH-9435 Heerbrugg

Dirección de la redacción: Leica Geosystems AG, 9435 Heerbrugg, Suiza, Tel: +41 71 727 34 08, reporter@leica-geosystems.com

Responsable del contenido: Alessandra Doëll (Directora de Comunicación)

Redacción: Agnes Zeiner, Konrad Saal

Publicación: Dos veces al año en alemán, inglés, francés, español y ruso

La reimpresión y traducción, incluso parciales, sólo están permitidas con la autorización expresa del editor.

© Leica Geosystems AG, Heerbrugg (Suiza) septiembre de 2011. Impreso en Suiza



Una nueva red para una ciudad rota

por Karl-Friedrich Weber

La ciudad de Staufen en la Alta Selva Negra está literalmente rompiéndose: tras una fracasada perforación geotérmica, el terreno sobre el que se asienta el casco histórico con sus cerca de 7.800 habitantes, se ha elevado en los últimos tres años hasta en 40cm. Con consecuencias fatales, puesto que las grietas que están apareciendo en las viviendas de una población protegida por la declaración de monumento histórico, son de hasta diez centímetros de ancho. Por encargo de la ciudad, la oficina topográfica Weber ha elaborado una red de deformación geodésica con el fin de poder observar el desarrollo de la elevación.

A 18km al sur de Friburgo, al filo de la Selva Negra, la vista de Staufen está dominada por el castillo en ruinas que vela por el destino de la ciudad desde la Edad Media. Pero esta idílica vista de la pequeña ciudad es engañosa: con motivo del saneamiento general del histórico ayuntamiento y del posterior edificio

anexo, el consistorio decidió unánimemente calefactar ambos edificios con calor geotérmico. La solicitud necesaria para la realización de las perforaciones de suelo con una profundidad de hasta 140m fue presentada a la Presidencia de Gobierno de Friburgo, a la oficina para geología, explotación minera y materias primas, y a continuación autorizada por la autoridad competente de la prefectura de distrito. A principios de otoño del año 2007, una empresa especializada comenzó las perforaciones en siete puntos distintos próximos a los edificios del ayuntamiento.

267 edificios afectados

A finales de año aparecieron las primeras grietas finas en el ayuntamiento y en otros 179 edificios del casco histórico que después fueron aumentando de tamaño. En primavera de 2008, la unidad de topografía de la prefectura de distrito Breisgau-Hochschwarzwald, comenzó a controlar mensualmente el movimiento preciso de 26 cotas utilizando para ello un nivel Leica DNA03. Se constataron en el centro elevaciones de hasta 12,5mm al mes. Tres años después, las nivelaciones se habían ampliado a un total



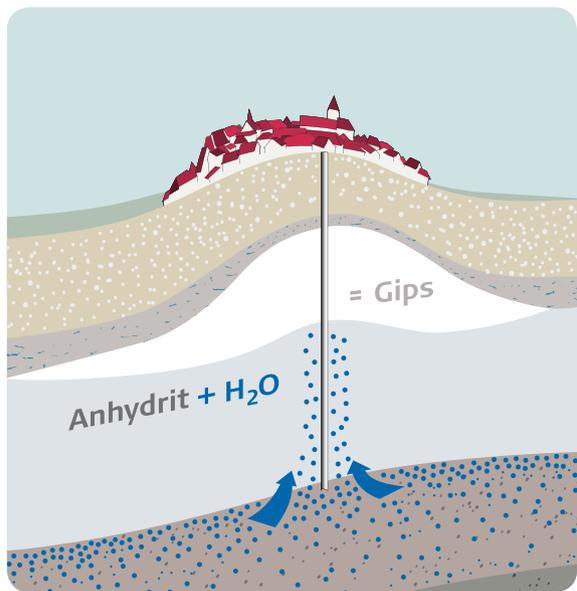
Situación de Staufen

Staufen está ubicada en la boca del valle de Müns-tertal, en ambas orillas del río Neumagen. Aquí, el valle de la Selva Negra, con una zona de cordillera secundaria algo menos pronunciada, se convierte en la llanura del Rin.

Mientras que en el norte de la boca del valle se erige el Schlossberg, en la parte sur comienza el paisaje montañoso de la región de Markgräflerland. Toda la demarcación está situada a una altura de entre 260m y 810metros sobre el nivel de altitud cero.

de 89 puntos a lo largo de toda la zona urbana. En un plazo de solo tres años se constataron daños en 260 edificios privados y siete edificios públicos. En el año 2011, el número de los edificios afectados se ha mantenido constante por primera vez.

En el año 2008, el tribunal regional de Friburgo presentó un primer dictamen del ingeniero nombrado por la institución. Éste llegó a la conclusión de que evidentemente había entrado agua en un estrato de yeso del Keuper y que por la reacción con la anhídrita, el yeso se había expandido provocando un aumento de volumen de aprox. el 60% . De modo simplificado: la capa de yeso situada debajo de la



■ La penetración de agua provocó que la capa de yeso se hinchase bajo Staufen.



ciudad se hincha como un pastel con levadura. Una perforación explorativa realizada en marzo de 2009 confirmó este dictamen.

Red de deformación geodésica

En el año 2010 los geólogos acordaron registrar también las modificaciones horizontales. Se convocó por la ciudad de Staufen —asistida por la prefectura de distrito/división de geodesia y el instituto geodésico del Karlsruher Institut für Technologie (KIT)— la elaboración y mantenimiento de una red de deformación geodésica. Nuestra oficina de ingeniería obtuvo el encargo de realizar la delimitación de los puntos de medición, así como las mediciones de red geodésicas con una combinación de observaciones GNSS en el procedimiento RTK y mediciones de orientación y de distancia mediante taquímetro de precisión. Utilizamos satisfactoriamente productos de Leica Geosystems desde hace años, también en la elaboración de redes geodésicas precisas en grandes proyectos de construcción. Por ello volvimos a confiar para este encargo en la precisión de la Leica TPS1201+ y del receptor GNSS Leica GPS1200+.



La red de deformación se compone de seis puntos estables (puntos de referencia) y 72 puntos objeto (puntos de no referencia). Se apoya en puntos de referencia catastrales, en puntos de cambio de la altimetría, así como en nuevos puntos fijos en bordillos y en edificios con pernos de espiga para prismas de precisión. La precisión de posición requerida en la red no delimitada se preestableció en ± 5 mm.

Máxima precisión con TPS y GNSS

La Leica TPS1201+ se comprobó antes del inicio de la medición en la base de calibración del KIT. Los valores de corrección así adquiridos que se tienen en cuenta en la compensación de red que sigue a la medición son imprescindibles para la precisión necesaria del encargo. Para lograr un resultado preciso y fiable, las mediciones debían realizarse con dos métodos distintos: modo terrestre y modo asistido por satélite (GNSS), así como en momentos distintos.

Para alcanzar una precisión aún mayor con el taquímetro, durante las mediciones se han tenido en cuenta la temperatura y la presión atmosférica. Para

la medición con el receptor GNSS se solucionaron en primer lugar las ambigüedades de fase, se memorizó la posición y, a continuación, se registró una nueva medición con una segunda posición. Después de la interrupción de todas las conexiones de satélite, se repitió este procedimiento y se guardaron así cuatro posiciones por punto de medición. Se respetó un intervalo de tiempo de mínimo 30 minutos entre dos observaciones.

Después de la preparación de los datos se evaluaron los resultados de medición en el KIT. Los datos terrestres se combinaron con las observaciones GNSS y se compensaron con el software de análisis del Instituto Geodésico de Karlsruhe. El error medio de posición logrado de 7 mm, así como la precisión resultante de aprox. 1 mm para las distancias en la dirección de los ejes de deformación principales pronosticados cumplían las exigencias de un análisis de deformación fiable y se situaban completamente dentro de la precisión de posición exigida de ± 5 mm. Este aspecto también fue confirmado por el KIT. La siguiente fase está prevista para invierno de 2011/2012.

¿Se encuentra Staufen estabilizada?

La dimensión completa de los daños aún no puede predecirse a día de hoy —no solo para el ayuntamiento saneado en el año 2007 y que resultó especialmente afectado—, sino tampoco para el casco antiguo protegido por la declaración de monumento histórico. Las estimaciones actuales arrojan unos daños en los edificios que van de los 42 a los 50 millones de euros. La oficina de urbanismo tuvo que ser desalojada por peligro de derrumbamiento y muchos edificios tuvieron que ser apuntalados por numerosos puntos. La grietas en las casas son de hasta diez centímetros de ancho, desde el interior de algunas viviendas sus habitantes pueden ver la calle a través de ellas, las elevaciones han llegado como media hasta los 40 cm.

Desde marzo de 2011, Staufen parece que al menos ha empezado a estabilizarse: después de realizar una segunda perforación de descarga para extraer el agua, las elevaciones se han reducido de los 12 mm mensuales a los cerca de 5,5 mm por mes. ■

Sobre el autor:

Karl-Friedrich Weber es propietario de la oficina de ingeniería del mismo nombre para técnica de medición en Müllheim. (info@weber-vermessung.de)

Prueba superada

por Brad Longstreet

«He pasado allí arriba unas tres semanas y la experiencia ha sido sensacional, pero debo admitir que también estoy contento de volver a casa», afirma el ingeniero topógrafo Shane Loyd. Su empresa RLS con sede en Chattanooga, Tennessee, fue fundada en 1999. En el año 2007, la empresa comenzó a prestar servicios en el sector del escaneo y desde entonces se ha labrado una reputación en lo que se refiere a la aplicación de los métodos y equipos más modernos en proyectos de medición. Para el proyecto Cumberland Trail se utilizaron sistemas Leica Viva GNSS que no podían ser más nuevos: «Acabábamos de adquirir dos sistemas y creo que fuimos la primera empresa del sur en recibirlos», explica. «No siquiera el personal de Allen Precision, el distribuidor de Leica Geosystems en EE.UU, estaba totalmente instruido, por lo que en algunos puntos tuvimos que ponernos al día nosotros mismos. Simplemente desembalamos los equipos y nos pusimos a trabajar. Una prueba realmente exigente para los nue-

vos sistemas que, no obstante, aprobaron con brillantez.»

El Cumberland Trail es un sendero de gran recorrido en Tennessee que se inspiró en el igualmente popular y muy visitado Appalachian Trail. El Cumberland Trail comienza en el Cumberland Gap National Historic Park y finaliza algo después de Chattanooga. Actualmente ya son transitables 188 de los más de 480 kilómetros de camino planificados. Las demás secciones parciales se irán finalizando al ritmo que lo hagan los trabajos de medición y construcción. El tramo medido por RLS, de unos 30km de longitud, recorre desde el parque hasta LaFollette.

La mayor parte del terreno que se debió adquirir para este tramo del recorrido pertenecía a la Molpus Timber Company, así como a algunos propietarios privados. Para la transmisión de la propiedad se han necesitado descripciones y mapas jurídicamente válidos. Además los equipos de RLS pusieron estacas, postes especiales y marcas de color para documentar el avance del camino. Las nuevas adquisiciones de terreno pertenecen temporalmente al organismo





privado The Trust For Public Land (TPL) antes de ser transferidas a las administraciones correspondientes. Todos los implicados queríamos reducir al mínimo el período de propiedad privada, lo que explica el escaso tiempo disponible para el levantamiento.



«Debido a las negociaciones, la fecha de inicio de nuestros trabajos se iba aplazando cada vez más, pero ello no suponía un cambio en el plazo de terminación establecido. Habíamos planificado originalmente seis meses para este proyecto de levantamiento, pero finalmente tuvimos que realizarlo solo en tres», explica Loyd guiñando un ojo.

¿Por qué en invierno?

Durante las once semanas que el equipo de RLS acampó y trabajó en las montañas de Tennessee cayeron un total de 152 cm de precipitaciones. La nieve no era agradable, pero la «lluvia era aún peor», explica Loyd, «porque tanto nosotros como nuestros equipos estábamos completamente empapados y además hacía un frío extremo también durante los días de lluvia. A veces el tiempo era tan frío e inhóspito que debíamos interrumpir el trabajo a medio día para hacer fuego y calentarnos.» Y puesto que los días son tan cortos en invierno, los equipos teníamos que cocinar, fundir agua y realizar tareas de medición también en la oscuridad. Ante esta situación surge inevitablemente la pregunta de por qué debía realizarse este proyecto necesariamente durante el invierno.



«A pesar del frío y la nieve, el invierno era la mejor opción», explica Loyd. «Debido a que se trataba de una zona de árboles de hoja caduca, podíamos ver mejor sin tener que retirar una enorme cantidad de ramas. Se trataba de un factor importante para nosotros, puesto que para poder cumplir con el plazo de finalización nos habíamos decidido por utilizar el sistema Leica Viva GNSS. Además, la zona es bien conocida por sus muchas serpientes de cascabel, víboras e incluso osos, que por suerte hibernan durante esta época. Teniendo en cuenta estos aspectos, el invierno seguía siendo pese a todo la mejor opción. Ello implicaba tener que realizar mediciones, cargar baterías, hacer cálculos, cocinar, dormir y todas las actividades relacionadas con la vida y el trabajo en situaciones realmente difíciles y alejados varias horas de la ciudad más cercana. ¡Un auténtico desafío para las personas y la técnica!»



Levantamiento del sendero

Las especificaciones del proyecto estaban claras: RLS tenía el encargo de calcular las parcelas y marcarlas, crear un corredor de aprox. 60m de ancho, marcar este corredor con estacas, postes especiales y colores, así como elaborar mapas y descripciones de vali-

dez jurídica del corredor. Este levantamiento de deslindes parece sencillo, pero además del severo clima y de la dificultad del terreno existían otros desafíos: «Las descripciones de parcelas de este terreno se remontan al North Carolina Land Grant de 1785. En aquel momento, Tennessee todavía no era un estado federado», explica Loyd. «Y los árboles a los que se hace referencia, simplemente ya no existen. Otras descripciones mencionan vagos puntos de referencia como «acantilados» o «cimas» y resulta muy difícil valorar con precisión cómo transcurren estas líneas hoy en día.»

Aunque no se trataba de un levantamiento topográfico, era necesario calcular estos puntos de referencia para la interpretación de las descripciones disponibles. «Con los numerosos y empinados taludes, la capa de nieve y el monte bajo, la medición de poligonales con estaciones totales hubiera sido totalmente imposible», opina Loyd. «Por eso, el sistema Leica Viva GNSS nos ha sido realmente útil. Lo hemos puesto a prueba y nunca nos ha decepcionado en lo referente a fiabilidad, precisión y robustez.» En un buen día, los equipos podían lograr divisorias de aprox. tres kilómetros, a veces arrastrándose a través de los arbustos de laurel para encontrar puntos despejados. En algunas zonas se disponía de una red de cinemática en tiempo real gestionada por las autoridades de transporte de Tennessee, en otras RLS trabajaba con levantamiento estadístico. «Siempre disponíamos de la cobertura que necesitábamos», afirma Loyd. «En el lado noroccidental de algunas crestas empinadas tuvimos algún problema que otro, pero averiguamos a qué horas del día podíamos trabajar y todo funcionó perfectamente.»

Loyd y el director de proyecto, el ingeniero topógrafo Scott Carter, compilaron también numerosa información oral para el levantamiento de deslindes. Los terratenientes venían los fines de semana en quads para encontrarse con los topógrafos e indicarles todo lo que sabían sobre los trazados de lindero. En muchos casos, conocían antiguos acuerdos sobre la posición precisa de vagas características topográficas o eran capaces de dar sentido a la mínima colocación de mojones existentes. «En los 30 kilómetros del levantamiento», rememora Loyd, «apenas había unos 20 puntos en los que realmente se pudiese confiar. Pero en combinación con las informaciones que habíamos recopilado, pudimos fijar un trazado de lindero fiable.»



Un sistema de medición completamente nuevo junto con la interfaz de datos hubiera podido ser problemático, pero el sistema Leica Viva resultó ser perfecto según Loyd. «Confiamos desde hace muchos años en los productos de Leica Geosystems. Por eso estábamos seguros de que podíamos confiar en el nuevo sistema.» Loyd y Carter estaban realmente satisfechos con la rapidez con la que los empleados se familiarizaron en el uso del sistema. «Solo una pocas horas bastaban para que cualquiera supiera utilizar de modo óptimo el equipo», afirma satisfecho Loyd. «Los menús y las teclas son fácilmente comprensibles, la detección de satélites se realizaba de modo extraordinariamente rápido y fiable, y los equipos resistían sin problema las condiciones atmosféricas de frío y humedad. Apenas existía curva de aprendizaje. No sé qué más hubiéramos podido esperar del Leica Viva GNSS.»

Puesto que una parte de la tarea consistía en la creación inmediata y el marcado del corredor, los equipos utilizaban la función Viva Field to Office con el enlace de comunicación para descargar los datos al final de cada día de trabajo. Un empleado de RLS permanecía hasta muy tarde en la oficina para descargar los datos, calcular un trazado y volver a cargarlos para los equipos in situ. Por la mañana los equipos se registraban, descargaban los datos y se ponían a trabajar. «Podríamos haber realizado los cálculos naturalmente también en campo», explica Loyd,

«pero entonces nos habría faltado este tiempo para el levantamiento y nuestras tareas de acampada. El enlace de comunicación ha funcionado muy bien y nos ha facilitado la vida considerablemente.»

Vida dura

El levantamiento del Cumberland Trail se parece de alguna manera a los días de los pioneros de la técnica de levantamiento. Los equipos pasaban semanas en el campo, renunciando a cualquier lujo y sufriendo a diario las condiciones más duras. En otros aspectos, este proyecto parecía estar más cerca de la ciencia ficción gracias al empleo de los más modernos sistemas GNSS, enlaces de comunicación y equipos de localización GPS personales. Gracias a la combinación de las habilidades tradicionales con la técnica más novedosa, RLS ha podido completar un proyecto del que se podrán beneficiar muchas generaciones futuras de excursionistas. ■

Sobre el autor:

Brad Longstreet trabaja como escritor autónomo y está especializado en temas de construcción y medición.



Investigación ambiental con Leica GRX1200

por Agnes Zeiner

En tres proyectos interdisciplinarios simultáneos –dos de ellos en el marco del Centro de Competencia para Medio Ambiente y Sostenibilidad (CCES)– el Instituto para Geodesia y Fotogrametría del Instituto Federal de Tecnología de Zürich (ETH) ha optado por los receptores de estación de referencia Leica GRX1200. El ámbito de los proyectos va desde la investigación de los movimientos tectónicos, al movimiento de glaciares de roca y la determinación del contenido de vapor de agua en la atmósfera. El denominador común son los estudios sostenibles en el ámbito de la energía y las catástrofes medioambientales, así como el programa Leica ATHENA.

«Los tres proyectos son un buen ejemplo de cómo se puede aplicar el GNSS en los distintos ámbitos de investigación. Se trata de la aplicación multifuncional de GNSS en la sismología geodésica y la tectónica, en la auscultación de amenazas y sin olvidar la investigación atmosférica», explica el profesor Alain Geiger del laboratorio de investigación de geodesia y geodinámica del Instituto para Geodesia y Fotogrametría. El objetivo es adquirir nuevos conocimientos y una mejor comprensión de determinados procesos naturales para poder predecir por un lado las catástrofes naturales y, por otro y, para poder evitarlas.

Investigación sísmica

En el proyecto COGEAR (COupled seismogenic GEohazard in Alpine Regions) del Dominio ETH, se utilizan en el cantón del Valais estaciones de referencia Leica GRX1200 de alta precisión para la determinación de la tectónica, es decir las secuencias de movimiento a largo plazo de la corteza terrestre, y para la detección de desplazamientos en caso de terremotos. «Para ello se necesita una red completa de este tipo de estaciones», explica Geiger. Se estudian los movimientos de la corteza terrestre y el equipo entorno a Geiger quiere mostrar zonas que están bajo elevado aumento de tensión. «Queremos estudiar los riesgos de terremoto en la zona alpina y con ello las dislocaciones asociadas que podrían provocar corrimientos de terrenos y desprendimientos de rocas», afirma Geiger.

Vapor de agua

Para el proyecto APUNCH (Advanced Process UNDERstanding and prediction of hydrological extremes and Complex Hazards) del Dominio ETH, se utilizan estaciones de referencia Leica GRX1200 para determinar la distribución del vapor de agua en la atmósfera. «Si se dispone de suficientes receptores en una red, las mediciones GPS altamente precisas se procesan de tal modo que se obtenga una imagen tridimensional de la distribución del vapor de agua», explica Geiger: «El vapor de agua y la lluvia están totalmente al

principio de una cadena que puede conducir a inundaciones, corrimientos y acumulaciones. Queremos descifrar qué cantidad de lluvia y cuándo va a caer considerando para ello toda la cadena al completo.»

Glaciares de roca

En el tercer proyecto X-Sense del Nationalfonds Programm Nano-Tera se llevan adelante trabajos de investigación, entre otros, en el glaciar de roca Dirru en el Mattertal. «Aquí se trata del estudio del movimiento detallado de glaciares de roca y de determinar el potencial de amenaza por desprendimiento, puesto que los glaciares de roca derretidos representan un peligro para la población», afirma Geiger, que junto con el Dr. Philippe Limpach y algunos estudiantes de doctorado, da soporte a este proyecto en lo referente a GNSS. Para ello se utilizan en el glaciar y como referencias locales receptores low-cost de un tercer proveedor, mientras que los receptores GNSS Leica GRX1200 se utilizan como referencias regionales. En el proyecto X-Sense participan, además del equipo de Geiger, el Instituto para Informática Técnica y Redes de Comunicación del ETH Zúrich, el Instituto geográfico de la Universidad de Zúrich, la Oficina Federal de Medio Ambiente y la empresa GAMMA Remote Sensing.

El tiempo de ejecución de los tres proyectos es de casi seis años. «No obstante, las estaciones GNSS, que se utilizan para los tres proyectos y que podríamos decir representan la «red vertebral», se seguirán conservando después. Trabajamos además estrechamente con la Oficina Federal Suiza de Topografía, cuya red AGNES podemos utilizar como red de referencia principal y por tanto también incluir sus datos, por ejemplo, para nuestra investigación atmosférica», explica Alain Geiger.

El programa Leica ATHENA

La utilización de las estaciones de referencia de alta precisión GRX1200 ha sido posible en el marco del programa ATHENA de Leica Geosystems. ATHENA es el acrónimo para «Advanced Technology for Higher-Education and Nonprofit Associations». El objetivo es apoyar a organizaciones académicas y de investigación con la tecnología GNSS y de auscultación más avanzada. ■

Sobre la autora:

Agnes Zeiner es Director Corporate Messaging para Leica Geosystems en Heerbrugg/Suiza. (agnes.zeiner@leica-geosystems.com)



- Estación de referencia sobre un sistema de pilar «swisstopo» sobre la zona de desprendimiento de rocas de Randa (cantón del Valais, CH). En el lado opuesto del valle, el glaciar de roca Dirru

El Dominio ETH y el CCES

Además de las dos escuelas técnicas superiores, ETH Zúrich y EPF Lausanne, el denominado «Dominio ETH» también incluye cuatro instituciones de investigación federales:

- Paul Scherrer Institut (PSI),
- Instituto Federal de Investigación sobre el Bosque, la Nieve y el Paisaje (WSL)
- Instituto Federal de Investigación para Ciencia de Materiales y Tecnología (Empa)
- Instituto Federal Suizo de la Ciencia y Tecnología del Agua (Eawag)

El consejo del ETH apoya desde 2006 cuatro centros de competencia especializados para investigación interdisciplinar en el que colaboran estrechamente las instituciones activas en las áreas correspondientes. Forman una plataforma para la interconexión de la investigación básica y la aplicada con el fin de aportar impulsos innovadores a la economía y la sociedad, y representan un punto de contacto para consultas externas. Uno de ellos es el Centro de Competencia para Medio Ambiente y Sostenibilidad (CCES).

La puerta al mundo GNSS



por Mark Burbidge

Hace diez años, las mediciones RTK solían exigir dos receptores GPS (una estación base y una móvil), gran cantidad de baterías y cables, dos equipos de radio, un trípode, un bastón de plomada y además una mochila para transportarlo todo. Actualmente, los usuarios pueden elegir entre un receptor GPS y uno GNSS, así como un equipo de radio y un teléfono móvil, y puede llevarse todo en el propio bastón de plomada. Mediante la instalación de redes RTK, los usuarios pueden trabajar también dentro de estas redes con una estación móvil RTK en lugar de instalar su propia estación base. La Leica Geosystems SmartNet ofrece a los usuarios un sencillo acceso a datos de corrección precisos, así como la mejor disponibilidad, fiabilidad y rastreabilidad mediante normas internacionales reconocidas. Y todo a ello con tarifas y opciones de suscripción flexibles y asequibles que se corresponden con las exigencias de los mercados correspondientes.

Antes los usuarios de equipamiento GPS preciso colocaban una estación de referencia (estación base) sobre un punto conocido y transmitían, a menudo a través de UHF, las correcciones relativas a su estación móvil. El problema de este procedimiento con solo una estación base era que la solución rápida

de las ambigüedades de fase con una distancia cada vez mayor de la estación móvil es cada vez más difícil. Está relacionado con los errores dependientes de la distancia en las mediciones de GPS, p. ej. con la refracción ionosférica y troposférica y los errores de órbita de los satélites.

Sin embargo, mediante la utilización de la red de estaciones de referencia con estaciones que están alejadas entre sí a 70km, pueden mitigarse estos errores. Cuando la estación móvil GPS está conectada con el centro de control de la red, puede operar dentro de toda la red independientemente de estas limitaciones debidas a la distancia. Esto significa también que los receptores de estación móvil, gracias a los más recientes desarrollos tecnológicos de Leica Geosystems, son capaces de trabajar con los datos brutos o las correcciones de modelo en toda la red.

Hace más de diez años que Leica Geosystems tuvo la visión de interconectar completamente el mundo mediante una red GPS. Actualmente se dispone de numerosos servicios SmartNet de Leica Geosystems en gran parte de Europa, en Norteamérica incluida Canadá y en Australia. Con una amplia gama de servicios por internet y en tiempo real, SmartNet se ha convertido en el estándar de facto para servicios de red GNSS. Incontables grupos de profesiones confían en la SmartNet de Leica Geosystems para el cumplimiento eficaz de sus tareas diarias, por ejemplo en



topografía, ingeniería civil, en agricultura y control de maquinaria, en medición de cables, tubos y conducciones, en arqueología, para aplicaciones de auscultación, en investigación criminalística y mucho más.

La historia de la SmartNet: Un pequeño viaje en el tiempo

Leica Geosystems inició la época GPS cinemática ya en 1991. El procedimiento se demostró como un exitoso complemento de los métodos de medición empleados hasta el momento. Fue en 1996, durante la construcción del puente Øresund de casi 8 km de largo que une Dinamarca y Suecia, cuando se empleó por primera vez un sistema RTK de red de Leica Geosystems.

Con la introducción del sistema 500 en el año 1999 comenzó un rápido desarrollo de aplicaciones para la gestión a distancia de estaciones de referencia GPS. Originalmente basadas en conexiones seriales directas, se crearon aplicaciones de control para la utilización de enlaces de comunicación conmutados a través de la red fija (PSTN) y posteriormente de protocolos TCP/IP en redes LAN o WAN. Pero fue a partir del desarrollo de internet y de la aparición del NTRIP (Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) cuando fue posible la implementación de un gran número de soluciones innovadoras para usuarios finales.

Los servicios telefónicos móviles comenzaron a hacer competencia a los equipos de radio UHF en la transmisión de correcciones GPS desde una estación de referencia directamente a la estación móvil en el campo. En junio de 2000, Leica Geosystems ya era consciente del enorme potencial de internet en la transferencia de datos en tiempo real: por primera vez, Leica Geosystems desarrolló aplicaciones basadas en internet para la transferencia de datos GPS con baja latencia a una red de demostración situada en Atlanta. El objetivo era mostrar las ventajas de internet para aplicaciones con reducido ancho de banda y elaborar las posibilidades para la transmisión fiable de datos en tiempo real entre equipos de radio en zonas sin contacto visual.

En 2001 se instaló en el estado de Michigan la primera gran red de referencia de Leica Geosystems. También en 2001 presentaron Leica Geosystems y Geo++ una publicación sobre RTCM SC104, que contenía una propuesta de norma para correcciones de red, que solucionaría los problemas relacionados con los enfoques existentes y del sector de la medición en su conjunto. El Master-Auxiliary Concept propuesto por Leica Geosystems y Geo++ ha sido perfeccionado desde entonces mediante las contribuciones de otros fabricantes.

Continuando con una intensa actividad de investigación y desarrollo, Leica Geosystems lanzó al mercado



«Gran Bretaña – Pionera de la nueva revolución»

El primer país en implementar el nuevo concepto SmartNet de Leica Geosystems fue Gran Bretaña. Leica Geosystems UK anunció el 20 de diciembre de 2005, que sería la primera empresa en realizar y poner a disposición de los usuarios una solución de red GPS comercial en toda Gran Bretaña en colaboración con la autoridad británica de cartografía Ordnance Survey. La red se componía de 130 estaciones, que pertenecían principalmente a la OSNet del Ordnance Survey y que se completaron mediante las estaciones adicionales de miembros de la Survey Association, de universidades y de Leica Geosystems UK. El Institute of Engineering Surveying and Space Geodesy de la Universidad de Nottingham realizó comprobaciones de control e integridad independientes desde la perspectiva del usuario. Actualmente, más de 1.000 usuarios utilizan estos servicios.

En 2008, se le adjudicó a Leica Geosystems el encargo del Ordnance Survey para la actualización de toda

la red con las estaciones de trabajo GNSS y antenas GNSS más modernas para trabajar con todas las señales GNSS actuales y futuras. De este modo podían prepararse inmediatamente completas correcciones GPS y GLONASS para los usuarios.

Entretanto, en muchos países ya se trabaja con redes RTK, entre ellos, en el Reino Unido e Irlanda, Alemania, España, Hongkong y partes de América, Canadá y Australia. Las redes RTK pueden ser muy distintas en cuanto a su tamaño: desde unas pocas estaciones de referencia hasta decenas de estaciones de referencia distribuidas por todo el país.

- *Europa:* <http://smartnet.leica-geosystems.eu>
- *Norteamérica y Canadá:*
<http://smartnet.leica-geosystems.us>
- *Australia:* <http://smartnetaus.com>

en 2004 el Leica GRX1200: el primer receptor de referencia GPS con mapa de red integrado que podía conectarse directamente con internet. Con él sería sencillo conectar el receptor de referencia al streaming continuado de datos brutos en una conexión a internet.

En diciembre de 2005 se lanzó SmartNet en Gran Bretaña (véase el cuadro). El nombre comercial unía

«La conexión con el servicio RTK de red GNSS SmartNet se realiza automáticamente con el Leica Viva NetRover. El registro y localización de las líneas de suministro son muy sencillos, pero sobre todo eficaces y precisos.»

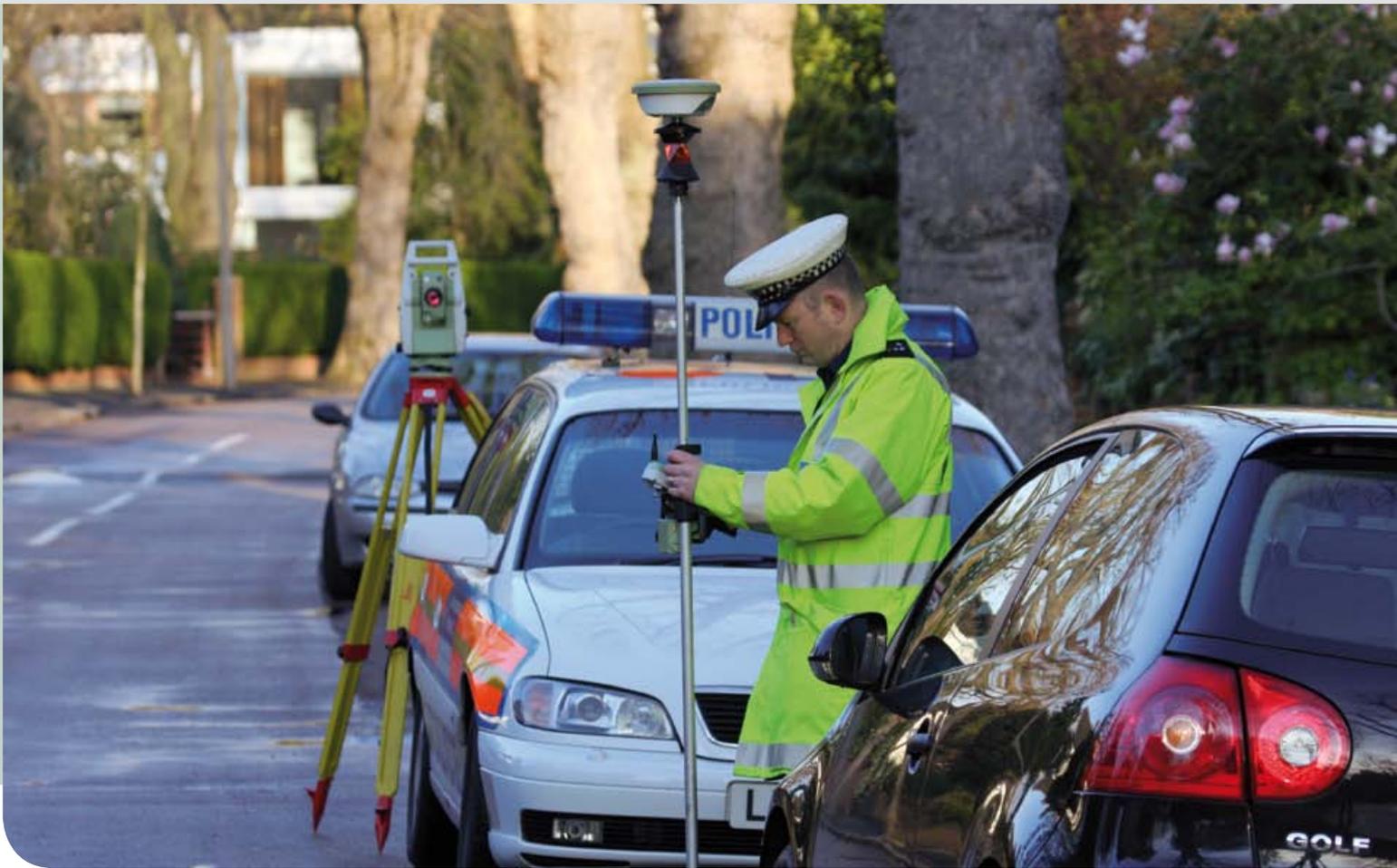
*Peter Eimansberger,
servicios públicos de Bad Tölz*

bajo un mismo techo todas las innovaciones de hardware y software de Leica Geosystems de los cinco años anteriores. Leica Geosystems se convirtió así en el primer proveedor de una solución RTK de red comercial y de gran eficacia en Gran Bretaña.

Servicios y calidad

Dentro de una solución RTK de red deben adaptarse entre sí multitud de factores. Entre ellos las señales de satélite, los flujos de datos brutos de todas las estaciones de referencia a través de internet, el software de red y la comunicación móvil entre los usuarios y el centro de control. Por último, todos los procesos deben desarrollarse en pocos segundos. Para ofrecer al cliente un servicio de alta calidad, todos los componentes del sistema deben funcionar de modo absolutamente fiable las 24 h de los 365 días del año.

La red de estaciones de referencia es la columna vertebral de cualquier servicio de red GNSS y la disponibilidad de las estaciones es de importancia decisiva para el servicio. Por eso, Leica Geosystems pone a disposición potentes receptores de referencia GNSS como GRX1200+, GR10 y GR25, así como antenas de estación de referencia AR10/AR25. En combinación con los sistemas de estación móvil GNSS más modernos de Leica (Leica GPS1200, Leica Viva, Leica Zeno GIS) se ofrecen a los usuarios servicios de calidad óptima.



Todos los servicios de red RTK con el sello «powered by Leica Geosystems» son compatibles con numerosos productos de tiempo real, entre ellos Leica MAX (basado en el RTCM-Master-Auxiliary-Concept) —el primer y único estándar internacional RTK de red desarrollado por Leica Geosystems y otros miembros de la comisión RTCM— i-MAX, estaciones de referencia virtuales y FKP. SmartNet ofrece además distintos servicios de valor añadido como la descarga de datos RINEX y datos RINEX virtuales, un cálculo de coordenadas online y mucho más.

Mirando hacia el futuro

Las posibles aplicaciones GNSS siguen aumentando, especialmente en los ámbitos de la agricultura, el control de maquinaria y la minería. En paralelo, la SmartNet se sigue ampliando mundialmente y equipándose con las más recientes tecnologías de Leica Geosystems. Leica Geosystems y sus socios se han puesto como objetivo la constitución de la red de estaciones de referencia más moderna y amplia del mundo. En este momento, la SmartNet se compone tanto de receptores GPS como de receptores con capacidad GNSS. No obstante, debe ampliarse a la cobertura GNSS completa (GPS y GLONASS) y compatibilizarse a largo plazo también todas las futu-

ras señales del sistema europeo Galileo y del chino Compass. ■

Sobre el autor:

Mark Burbidge es SmartNet Manager en Leica Geosystems en Milton Keynes, Reino Unido. (Mark.Burbidge@leica-geosystems.com)



Powered by Leica Geosystems

La adición de «powered by Leica Geosystems» en el logotipo de SmartNet significa que el sistema es plenamente compatible con las innovaciones de Leica Geosystems en cuanto a hardware y software, por ejemplo el Leica System 1200, los nuevos productos Leica Viva, Leica SpiderNet, Leica SpiderQC y Leica CrossCheck.



Récord para JFK

Los efectos de esta obra podían percibirse, literalmente, en todo el mundo. El Bay Runway, la pista de despegue y aterrizaje más importante del John F. Kennedy International Airport (JFK) de Nueva York, necesitaba un saneamiento. Los responsables buscaban el método óptimo para la mejora o incluso restauración de la pista. Los retrasos en los vuelos a causa de un cierre completo del Bay Runway tendrían un efecto potencial en los planes de vuelo de todo el mundo, puesto que el movimiento anual del JFK es de 48 millones de pasajeros y de 440.000 vuelos, y a lo largo de la próxima década estos números aumentarán un 20 por ciento. Aproximadamente un tercio del tráfico aéreo anual, entre ellos más de la mitad de todos los despegues, se desarrolla en el Bay Runway. Con la reparación de la pista de despegue y aterrizaje se reducirán los retrasos un total de 10.500 horas estimadas.

La rápida y eficaz renovación de la Bay Runway se sitúa en el punto medio de las fases de preplanificación del proyecto. La pista debía ampliarse de 46m a 61m. Además, debía construirse un nuevo sistema de desagüe, nueva infraestructura eléctrica y pistas de rodaje para la reducción de los retrasos, y lograrse espacio para futuros servicios auxiliares de navegación. La Tutor Perini Corporation de Sylmar, California, obtuvo la adjudicación para el proyecto y exactamente 120 días de tiempo para la mayor parte de la realización. Los empleados de la empresa empezaron a buscar inmediatamente los medios auxiliares más fiables y eficaces para todas las fases de la reparación.

Para el acabado de encofrado deslizante de hormigón se tomaron en consideración los sistemas de Gomaco y Leica Geosystems. «Hemos invertido mucho tiempo para planificar cada aspecto de este proyecto», recuerda Damon Petrillo, el director de proyecto en Tutor Perini. «Teníamos incluso planes alternativos para nuestros planes alternativos. En el marco del contrato tenían que pavimentarse 168.202m³ de hormigón.» El tren de pavimentación principal se componía de una pavimentadora Gomaco y un distribuidor frente al acabador de encofrados deslizantes de cuatro pistas con Auto-Float®, controlado mediante Leica PaveSmart 3D. Una máquina de estructura y acabado Gomaco completó la pavimentación.

Antes del inicio de los trabajos en la Bay Runway se creó una zona de ensayo. Se trata de una nueva pista de rodaje KC: de 305m de longitud, 30,5m de ancho y 51cm de espesor. Esta pista de rodaje presentaba las mismas exigencias que la gran pista de despegue y aterrizaje, entre ellas excavación, fresado, pavimentación de asfalto y más. De este modo, las autoridades y Tutor Perini podían probar su mezcla de hormigón y su procedimiento de pavimentación bajo las condiciones reales. «Por primera vez hemos renunciado a los hilos de plomada y en lugar de ellos se trabaja con un control de maquinaria 3D. Nos ha servido para adquirir alguna experiencia. Gomaco y Leica Geosystems nos han apoyado de la mejor manera posible de modo que todo ha funcionado prácticamente a la perfección. El trabajo en la zona de ensayo nos ofrece la posibilidad de aprender todo lo que debíamos saber», explica Petrillo.



El calendario preveía una pausa de tres meses y medio entre la terminación de la zona de ensayo y el cierre de 120 días de la Bay Runway. Durante este período, se celebraron varias reuniones, en las que se discutieron los conocimientos adquiridos a partir de la zona de ensayo y se perfiló el plan de trabajo para la gran pista de despegue y aterrizaje. Además, Tutor Perini dio tiempo para llevar suficiente material de construcción, agregados, cemento y otras materias primas para la futura obra.

El 1 de marzo de 2010 se bloqueó la Bay Runway oficialmente durante 120 días. A mediados de marzo ya se empezó con la pavimentación de hormigón. «Todo salió a la perfección», dice Petrillo satisfecho. «Respetar la fecha prevista en estos trabajos era el factor decisivo para el éxito de todo el proyecto. El uso del sistema Leica PaveSmart 3D ha aportado además una importante contribución.»

Las acabadoras de Gomaco hormigonaron bandas de 7,6m de ancho. Eran necesarias ocho pasadas para construir los 61m de ancho de la pista de despegue y aterrizaje. En los recorridos más largos se trabajó con luz diurna con un acabador de encofrados deslizantes GP-4000. Por la noche,

mientras se limpiaba y repasaba el GP-4000, una GHP-2800 pavimentaba el hormigón en las secciones más cortas y las secciones intermedias.

Las especificaciones de lisura de la pista exigían un índice de perfil con un valor de dos décimas de 347 mm/km o menos. Un valor de 237 hasta 347 mm/km hubiese implicado una deducción financiera por parte del cliente, por encima de los 347 mm hubiese sido necesario un trabajo de repaso. Las especificaciones de nivelación permiten una divergencia de inclinación de ± 6 mm a 152,4m. Tutor Perini alcanzó y superó todas las especificaciones con facilidad.

La Bay Runway comenzó a funcionar de nuevo el 28 de junio, es decir, antes del final del plazo fijado para el 1 de julio. Su longitud total es de 3.330m y se necesitaron 122.329m³ de hormigón. Gracias a la terminación antes de tiempo, Tutor Perini recibió una bonificación de 5 millones de dólares americanos. Los trabajos en los 1.112m restantes de la pista realizaron durante los meses siguientes y se concluyeron a mediados de noviembre de 2010, un año antes de la fecha acordada contractualmente. ■

Reproducido con permiso de la GOMACO Corporation.

Leica Geosystems y la Gomaco Corporation

Durante los últimos doce años, la exitosa colaboración entre Leica Geosystems y la Gomaco Corporation ha dado como resultado una solución 3D sin competencia para el acabado inalámbrico de carreteras, que se ha impuesto en el mercado debido a su extraordinaria calidad. En enero de 2011,

Leica Geosystems y Gomaco llegaron a un acuerdo de distribución OEM, que permite una cooperación aún más intensa. Para los clientes, aporta innovaciones tecnológicas con las que se inicia una nueva era en el acabado inalámbrico de carreteras.

Socios para el sol

por Frank Schmidt

La cuestión sobre los métodos alternativos para la obtención de energía se hace cada día más apremiante al existir una mayor consciencia sobre el cambio climático, causado por las emisiones de CO₂ en todo el mundo, y por la discusión recientemente reavivada sobre la seguridad de la energía atómica. Junto al viento y la geotermia, la fuerza gratuita del sol supone sin duda la energía más limpia. La técnica solar está más de moda que nunca. Las instalaciones fotovoltaicas presentan un auge permanente en Alemania, puesto que ya desde hace años la Ley Alemana sobre Energías Renovables (EEG) garantiza remuneraciones de suministro a la red durante 20 años para nuevas instalaciones de hasta 30 KW de potencia. La subvención estatal ofrece un incentivo adicional para la refinanciación de una instalación. Para optimizar el tamaño de las instalaciones fotovoltaicas y con ello su potencia, no solo se requiere la técnica solar más innovadora sino también una técnica de medición moderna. La empresa Elektro Staudt ofrece un servicio extraordinario a sus clientes con la estación total Leica Builder.

Elektro Staudt Installations-GmbH con sede en el municipio de Bruckmühl (Alta Baviera) fue fundada hace más de 30 años. Además de las clásicas instalaciones eléctricas, Staudt se ha forjado también una

reputación como instalador fotovoltaico regional con una capacidad de montaje de 2 megavatios anuales. En el pasado era frecuente que se colasen errores en la elaboración de ofertas debidos a los datos incorrectos de la superficie de tejado real.

Las superficies se medían de modo muy clásico: el cliente ponía a disposición planos que solo eran válidos en parte, ya que durante la construcción se habían realizado cambios o porque a lo largo del tiempo se habían hecho transformaciones o ampliaciones. La medición se había hecho lo mejor posible: haciendo una fotografía, contando las tejas y, sobre todo, haciendo una estimación de la superficie en lugar de un cálculo con precisión. Esto tenía consecuencias graves tanto en la fase de oferta con el cliente, como también en el posterior montaje después de la adjudicación del encargo.

El resultado era que a menudo se ofertaban paneles fotovoltaicos de más o de menos. «Con frecuencia dependía sólo de unos pocos centímetros si el módulo tenía sitio o no. La chimeneas molestaban, había instalaciones de satélite por en medio, etc. Todo ello acababa traducándose en mermas del rendimiento de la instalación ofertada» explica Staudt. Staudt buscó un sistema de medición con el cual se pudiese calcular la superficie realmente disponible de una manera sencilla, rápida y sobre todo fiable. Después de haber probado distintos métodos, se puso en contacto con Vermex, distribuidor de Leica Geosystems en Múnich.



Tras una presentación in situ en casa de uno de sus clientes, Staudt quedó impresionado de las posibilidades que ofrecía el Leica Builder. Ya en la propia obra pudo familiarizarse con el manejo sencillo y lógico del instrumento. Equipado con medición de distancia sin contacto y programas intuitivos para el usuario, bastaba con registrar los vértices del tejado desde el canalón a la cumbrera para obtener inmediatamente el cálculo de la inclinación del tejado.

Además, Staudt también puede utilizar el Leica Builder para medir otros objetos cercanos al tejado que se está midiendo. Por ejemplo, árboles altos, edificios o chimeneas que proyecten su sombra sobre la instalación fotovoltaica y que pueden provocar una reducción en la potencia de la instalación planificada. Staudt tiene en cuenta esta valiosa información y también la transmite a sus clientes. Incluso la altura de los árboles se mide de modo rápido y preciso mediante un programa de medición integrado, sin necesidad de trepar hasta el tejado. Josef Staudt: «La Seguridad en nuestra empresa se escribe con mayúsculas. Con el Leica Builder podemos medir desde el suelo y con Seguridad.»

Staudt guarda los datos adquiridos en el instrumento y puede transferirlos directamente a su Smartphone. Desde aquí los envía directamente a la oficina para poder elaborar una oferta a la mayor brevedad.

«El Leica Builder ofrece servicios excelentes desde el primer día, rápido, sencillo y seguro», dice Staudt satisfecho con el Leica Builder, que de momento debe compartir con sus dos hijos. Tienen prevista la adquisición de un segundo Builder muy pronto. Las ofertas pueden realizarse con seguridad y en función de las superficies reales, lo que facilita también la ejecución de los siguientes trabajos en el tejado. El pedido de un número insuficiente o excesivo de módulos pertenece ya al pasado. ■

Sobre el autor:

Frank Schmidt es director de Vermex, distribuidor autorizado de Leica Geosystems, con sede en Múnich. (info@vermex.de)

Aplicaciones de escáner innovadoras

por Geoff Jacobs

MegChem Engineering & Drafting Services (Pty) Ltd, Sudáfrica, es una empresa interdisciplinar de planificación y construcción con clientes en los sectores del suministro de aceite y gas, la generación de corriente y otras industrias vinculadas. La empresa se fundó en el año 1995, tiene certificación ISO 9001 y da empleo a más de 300 personas. MegChem utiliza desde hace varios años un escáner Leica HDS6100, así como los programas Cyclone y CloudWorx de Leica.

Las planificaciones para transformación o reequipamiento de instalaciones existentes son rutina diaria para MegChem y muchas empresas similares. Al principio, MegChem adquirió el escáner láser de Leica Geosystems para realizar mediciones precisas según ejecución de las partes de la instalación que debían transformarse o ampliarse. Gracias a la exactitud de los datos, los trabajos pueden planificarse con precisión y se logra un perfecto desarrollo de las tareas de transformación e instalación. La tecnología de escáner láser altamente precisa fue desarrollada originalmente para este tipo de aplicaciones. Actualmente, se emplea a diario en cientos de proyectos de este tipo para transformación de instalaciones.

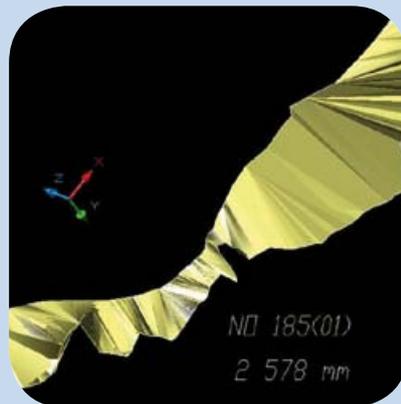
Junto con sus clientes, MegChem también emplea la High-Definition Surveying (HDS) para algunas otras soluciones muy innovadoras en el ámbito del funcionamiento y mantenimiento de instalaciones.

Documentación detallada de las instalaciones disponibles utilizando modelos 3D inteligentes

Uno de los clientes de MegChem elabora para parte de sus instalaciones, de las cuales algunas son muy antiguas, modelos informáticos 3D inteligentes con ayuda de High-Definition Surveying y del programa SmartPlant 3D de Intergraph. (Este proyecto se presentó en el marco de la conferencia internacional de Hexagon en junio de 2011 en Orlando, Florida). Estos modelos no solo incluyen geometrías precisas de objetos importantes en las instalaciones, sino también datos detallados sobre tipos de material, especificaciones, etc. de cada objeto, por este motivo también se los denomina modelos “inteligentes”. El propietario puede extraer informaciones actuales y planos 2D e isométricos de estos completos e inteligentes modelos 3D, que pueden servir como prueba para el cumplimiento normativo y como base para distintas tareas del personal de mantenimiento y servicio.

De lo antiguo surge lo nuevo: sustitución a medida

En muchos casos, durante el mantenimiento de las instalaciones se sustituyen piezas y tubos antiguos por otros nuevos a medida. Aunque no se trata de modificaciones o transformaciones, la información según ejecución registrada con el escáner láser ha demostrado ser muy útil. Los datos de escaneo pre-



■ Un contenedor de carga destrozado: como fotografía, nube de puntos de escaneo láser y como vista 3D. De este modo puede calcularse la causa de la explosión.

cisos pueden poner de manifiesto pequeñas pero decisivas modificaciones de la geometría del objeto que se han originado a lo largo del tiempo por cargas térmicas y estáticas, por ejemplo, orientación de bridas y curvaturas de tubo.

Medición de la posición de costuras de soldadura internas

La comprobación regular de costuras de soldadura es una práctica regular en las plantas industriales. Para comprobaciones ultrasónicas externas de las costuras de soldadura internas, el tanque debe estar primero vacío para poder calcular la posición de las costuras de soldadura. Sin embargo, el interior de un tanque no está siempre accesible en la fecha de control programada. Si se escanea el interior de un tanque en un momento que esté vacío, puede constatar la posición de las costuras de soldadura internas y realizarse la comprobación ultrasónica desde fuera en el momento que se desee.

Medición y control del grosor de los recubrimientos de horno

High-Definition Surveying se ha demostrado útil para la medición y control del grosor de recubrimientos internos críticos de los hornos. El horno se escanea desde dentro y fuera. Para el cálculo del grosor del recubrimiento se superponen escaneos concéntricos georeferenciados. Estas mediciones de control pueden realizarse a intervalos regulares para determinar las tendencias de desgaste.

Análisis estático de la deformación de tanques abombados

Aunque las deformaciones en la parte externa de los tanques también pueden percibirse a simple vista, a menudo es difícil determinar con precisión su dimen-

sión. El personal de servicio debe saber si una deformación representa un riesgo de seguridad inmediato, si puede subsanarse y qué trabajo supondría, o si las paredes del tanque deben sustituirse. Con ayuda del scanner de Leica Geosystems se registran archivos de malla, que pueden analizarse estáticamente en un software de análisis de elementos finitos. Con ayuda de esta información precisa pueden tomarse decisiones razonadas.

Análisis forense de causas en caso de averías o fallos de materiales

Los accidentes en instalaciones industriales pueden tener graves consecuencias. Por eso, los titulares o propietarios deben buscar la causa para tratar de evitar estos sucesos. MegChem ha realizado con el escáner Leica HDS6100 un análisis preciso de las piezas de un contenedor de carga estallado. Se escanearon todos los fragmentos y se determinaron las áreas superficiales. Luego se analizaron los fragmentos para calcular las posibles causas de la explosión.

Aunque MegChem Engineering adquirió el Leica HDS6100 originalmente para aplicaciones relacionadas con la modificación o la reparación de instalaciones, se ha comprobado que esta tecnología también puede ayudar a sus clientes en el funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones. Estas prestaciones de servicio ofrecen al cliente un considerable valor añadido y representan un interesante recurso adicional para MegChem: una situación Win-Win para ambos. ■

Sobre el autor:

Geoff Jacobs es Senior Vice President Strategic Marketing en Leica Geosystems, Inc. (geoff.jacobs@hds.leica-geosystems.com)

■ Registro de la conducción de corriente de 64km de largo (línea naranja) a lo largo del Cañón.

A 110 km/h a través del Cañón

por Mary Jo Wagner

Cuando Gary Grigsby salió el pasado junio de Rifle en el estado de Colorado, con la misión de mensurar un cañón con su helicóptero en el que se había montado un sensor Leica ALS60 LiDAR y una cámara digital Leica RCD105, no estaba del todo seguro de si la tecnología estaría a la altura de una tarea tan exigente.

«Yo por principio confiaba en las capacidades del sensor LiDAR y del sistema de cámara, pero no estaba seguro de cómo se iba a lograr la elevada precisión de registro y la densidad de datos necesarias durante el vuelo agitado en helicóptero», recuerda el experimentado piloto, ingeniero y técnico de medición Gary Grigsby. Es el presidente de Western Research & Development (WR&D), una pequeña oficina de ingeniería, topografía y medición con sede en Cheyenne, Wyoming. «Pero funcionó a la perfección, y desde luego me sorprendió y me impresionó.»

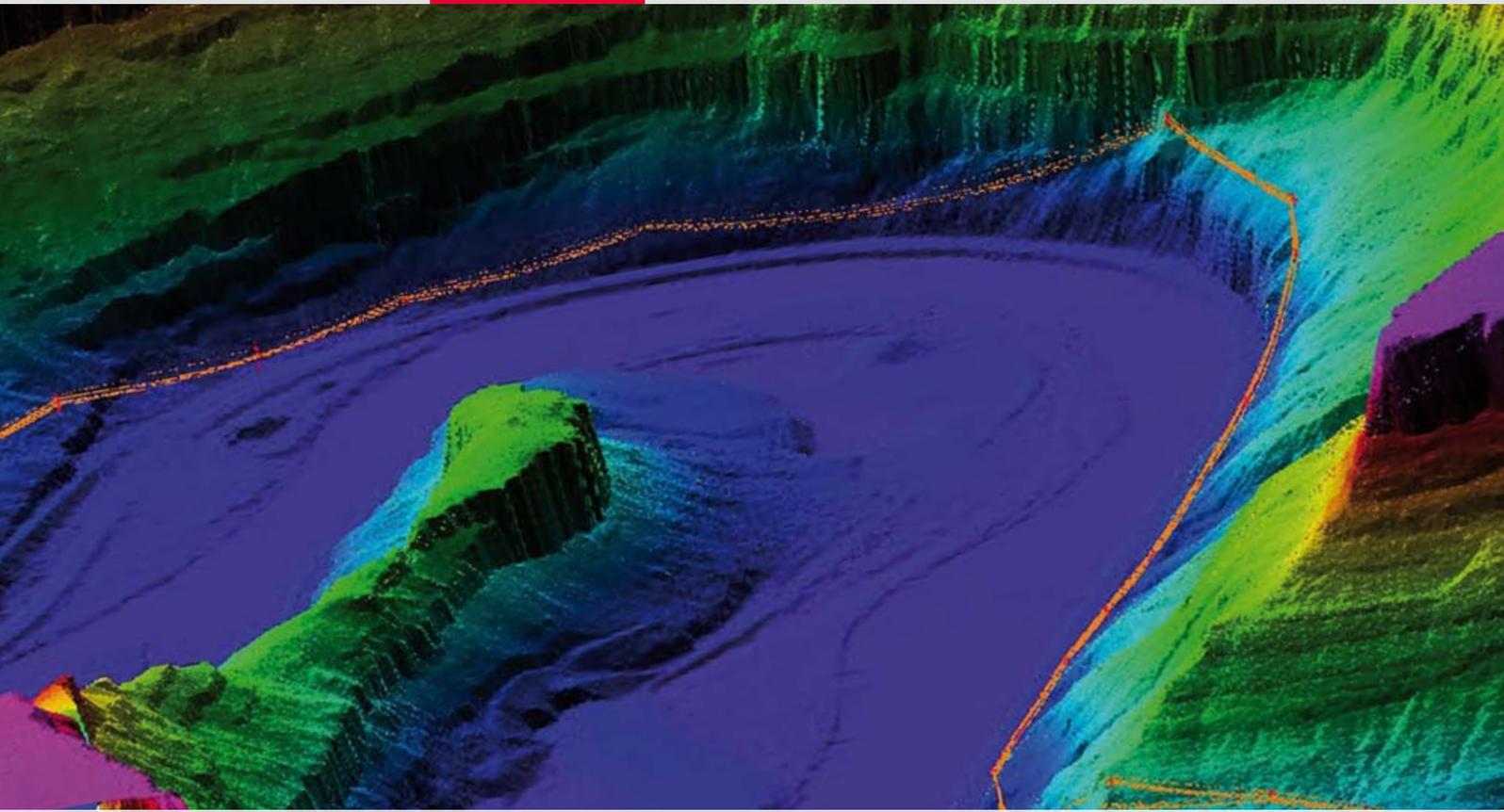
Los excelentes resultados obtenidos durante este proyecto de mensura fueron también un alivio para Grigsby, ya que justo un año antes había apostado por la adquisición de un sensor Leica ALS60 LiDAR y de una cámara digital Leica RCD105 para impulsar el crecimiento de su pequeña empresa. «En aquel momento ninguna otra empresa de la región poseía

un helicóptero que estuviese equipado con un sensor LiDAR o una cámara digital», explica Grigsby. «Naturalmente, se trataba de una interesante oportunidad de negocio, pero la inversión también era un gran riesgo para su pequeña empresa. Por ello me decidí por el sistema de adquisición aerofotográfica de Leica Geosystems. Yo sabía que nos reportaría un mayor crecimiento y nuevos encargos.»

Y así fue: a los pocos meses de haber equipado el helicóptero de WR&D, un Bell 206L Long Ranger, con el sensor Leica ALS60 y la cámara Leica RCD105, Grigsby y su ingeniero de proyecto, Alan Moore, ya pudieron poner en práctica el sistema. El encargo consistía en la medición de una conducción de corriente ya existente en el Cañón del Colorado. Para ello debía sobrevolarse el estrecho y tortuoso cañón, en parte a solo 61 m de distancia de sus paredes, a distintas velocidades, direcciones y alturas. El proyecto fue un gran éxito desde todos los puntos de vista. No solo demostró que la tecnología de Leica Geosystems había sido la decisión correcta, sino que también allanó el camino para WR&D como pionero en tecnología con una amplia oferta de servicios.

Tirando los dados

En sus inicios por el año 1983, WR&D realizaba sobre todo actividades en la investigación de desarrollo de instrumentos para aviones. Mientras que los traba-



jos de medición convencionales siempre se contaban entre la oferta de servicios de WR&D, las ofertas de fotogrametría y levantamiento LiDAR se confiaban en el pasado a otros proveedores. Y estoy convencido de que eso era un error, afirma Grigsby. «Como usuarios frecuentes de datos de fotogrametría y LiDAR sabemos exactamente cómo deben adquirirse estos datos y qué ventajas aportan a nuestros clientes», afirma Grigsby. «La adquisición de sistemas propios nos ha permitido ampliar nuestras ofertas centrales, cuestionar el status quo de los métodos de medición convencionales y experimentar con nuevas aplicaciones.»

Después de dos años de actividad con tecnologías LiDAR y de adquisición fotográfica digital, WR&D se decidió a comprar un escáner láser Leica ALS60 Airborne y una cámara digital Leica RCD105. Estos dos sistemas forman una versátil y potente plataforma plug-and-play para la adquisición de datos muy densos y de alta resolución. «Gracias a la baja velocidad y altura de vuelo del helicóptero podemos registrar hasta 150 puntos LiDAR por metro cuadrado y valores verticales con una precisión de hasta 9 cm», explica Grigsby. «Se trata de una precisión y densidad extremas. Y con la Leica RCD105 instalada en el exterior generamos datos gráficos georeferenciados con una resolución de 5 cm por pixel.»

El levantamiento del Cañón del Colorado, adjudicado por la empresa de arquitectura, construcción y medición Merrick & Company, fue una de las primeras pruebas para las dos tecnologías combinadas. Merrick encargó a WR&D el registro de la conducción de corriente disponible de 64 km de largo tanto con el Leica ALS60 como con la Leica RCD105, para realizar ortofotografías de muy alta resolución, curvas de nivel de 30 cm y un modelo digital del terreno LiDAR.

En el cañón

Como preparación para la adquisición de datos, Merrick encargó la cartografía del recorrido de la conducción de corriente a un equipo y puso a disposición de WR&D este mapa básico. Para lograr una mejor perspectiva del terreno, se determinó además el recorrido de la conducción de corriente en Google Earth y se comprobó mediante un mapa básico. Los puntos «ciegos», es decir, los lugares en los que no se podía definir con precisión el recorrido de la conducción en Google Earth o en el suelo, fueron marcados para prestarles especial atención durante la adquisición de los datos de vuelo. Con ayuda del software Flight Planning and Evaluation Software FPES de Leica, se elaboró el plan de vuelo más eficaz posible y se transmitió a un mapa de Google Earth. A mediados de junio, Grigsby y Moore volaron hasta Rifle para ponerse manos a la obra.



Durante cuatro días, un técnico de medición de WR&D colocó cada mañana dos estaciones base Leica GPS1200, mientras que Grigsby y Moore preparaban el sistema de adquisición de imágenes para el vuelo programado. En el aire, Moore asumía el control sobre la misión, supervisaba los datos registrados por el escáner y la calidad de las imágenes en tiempo real, mantenía a la vista la conducción de corriente debajo del helicóptero e informaba a Grigsby, cuando se necesitaban modificaciones de la ruta de vuelo. Según Grigsby la fiabilidad del sistema de Leica Geosystems era la única constante en la que se podía confiar en condiciones de cambio permanente.



«Estábamos volando un altiplano a 61 m de altura y de repente caía el terreno por debajo de nosotros a 300 m», recuerda. «Estos drásticos cambios de altura en la elevación provocaban vientos ascendentes y descendentes, así como saltos de viento, que a su vez modificaban la velocidad de nuestro vuelo y que a menudo exigían adaptaciones inmediatas. A pesar de todo, el sistema de Leica Geosystems funcionó perfectamente en todo momento. Compensaba nuestras distintas velocidades y alturas automáticamente y nos indicaba cuándo se había sobrepasado la velocidad admisible.»

Con una velocidad media de vuelo de 110 km/h y una altura de vuelo de 460 m sobre el río Colorado, el equipo de WR&D recopiló más de 250 GB de datos brutos LiDAR con 20 puntos por metro cuadrado y datos fotográficos de la conducción de corriente, que va desde Rifle a Grand Junction. Puesto que la cámara RCD105 registraba sus datos en paralelo al Leica ALS60, los registros se enlazaban geográficamente de modo automático desde el sistema de medición GPS e inercial de a bordo con ayuda de estaciones base GPS. Así no se necesitaban objetivos de medición en el suelo y se simplificaba el procesamiento posterior.

«A partir de los datos de la cámara RCD105 hemos desarrollado ortofotografías en colores naturales con una resolución de 8 cm», afirma entusiasmado Roger Hanson, el director técnico de Merrick con sede en Aurora, Colorado. «Se trata de imágenes con una resolución realmente elevada.»

«Fueron sin duda las habilidades, funciones y la muy elevada calidad de los equipos de Leica Geosystems los auténticos responsables del éxito de este proyecto», resume Grigsby. «Leica Geosystems nos ha proporcionado un completo y potente sistema de adquisición de imágenes digitales/LiDAR y lo ha completado mediante el mejor servicio.» ■

Sobre la autora:

Mary Jo Wagner es desde hace 20 años periodista freelance en Vancouver, se ha especializado en tecnologías de aerofotografía entre otros temas. (mj_wagner@shaw.ca)

Auscultación de la Union Station, Toronto

por Brad Longstreet

La Union Station en el centro de Toronto es la estación de ferrocarril más importante de Canadá: 65 millones de viajeros pasan cada año por ella. La estación, construida entre 1915 y 1920, es considerada una obra maestra de la arquitectura Beaux-Arts. Así lo testifican sobre todo la amplia columnata de la fachada frontal del edificio y el «Grand Hall» de 76 x 27 metros con su célebre suelo de mármol, el techo abovedado de exquisita decoración y las ventanas de cuatro pisos de alto en los dos extremos.

A principios de 2010 comenzó la modernización y renovación de la Union Station. Los costes estimados son de 650 millones de dólares. Las partes en superficie del edificio histórico se están reacondicionando y está previsto que las tres plantas superiores del ala oeste sirvan como sede administrativa a la compañía de transporte regional Metrolinx. Además, se ha planificado una ampliación del vestíbulo hasta un total de 11.000m², el triple de su superficie actual.

Estas ampliaciones exigen un reforzamiento de los cimientos del edificio. Cada una de las columnas del nivel más inferior del edificio será apuntalada, recor-

tada para poder realizar trabajos en los cimientos, alargada mínimamente y colocada de nuevo. Dos factores complican la ya de por sí difícil tarea: la base histórica del edificio no debe dañarse y el tráfico ferroviario no debe interrumpirse.

Para garantizar la seguridad de los trenes y evitar decantaciones o movimientos indeseables de este monumento de más de 100 años, se necesita una auscultación en tiempo real altamente precisa. La empresa encargada de los trabajos en la cimentación también era consciente de ello. Solo unas pocas empresas son capaces de garantizar unas tareas de auscultación tan exigentes, una de ellas se encuentra en Toronto: Monir Precision Monitoring es una filial de la empresa de geotecnia, Isherwood Associates, con sede en Ontario. Monir es desde hace nueve años una empresa independiente con 17 empleados y con un crecimiento de aprox. el 20% anual.

Para el proyecto Union Station, la precisión y la velocidad eran valores fundamentales para Monir. Las empresas constructoras debían reconocer in situ inmediatamente si el movimiento de las columnas durante los trabajos en los cimientos sobrepasaba los valores preestablecidos. Los umbrales se pusieron conscientemente bajos: un movimiento de 2,5 mm ya



activaba una alarma, por encima de 3,0mm los trabajos se interrumpían inmediatamente. La auscultación se complicaba aún más por el paso continuo de trenes de gran tonelaje, los cuales provocaban movimientos que debían ser tenidos en cuenta por el sistema de auscultación.



- **En lugar de extensómetros se utilizaron estaciones totales para registrar los movimientos casi indetectables a causa de los trabajos de construcción y del tráfico ferroviario.**

Ventajas de las estaciones totales

Monir comenzó con la búsqueda de la instrumentación adecuada. Los contratistas de obras principales en el proyecto partían de la base de que solo los extensómetros serían lo suficientemente precisos, pero el ingeniero de medición de Monir, Thomas Gondo, era de otra opinión. «Los extensómetros son realmente precisos», explica, «pero miden el movimiento solo en una pequeña zona y luego realizan un cómputo aproximado. Este procedimiento presupone que las circunstancias son idénticas en toda la zona supervisada y nosotros no podíamos partir de esa base.»

En lugar de eso, Gondo quería utilizar una estación total que pudiese registrar todo el margen de medición junto con el entorno en el intervalo más breve posible. Pero para ello, Monir debía convencer primero a sus clientes de la precisión del equipo. El problema era la medición de distancia. «En la práctica», explica Gondo, «es suficiente la precisión de la

medición de distancia electrónica. Pero en nuestra aplicación superaríamos la especificación del fabricante y nadie quería asumir una responsabilidad de este tipo.»

Junto con Leica Geosystems, Monir desarrolló un método con el que se podía lograr la precisión exigida: Don Edgar de Leica Geosystems propuso fijar la distancia medida de algunos valores críticos para los trabajos en los cimientos. Para algunos valores de prismas durante el trabajo debía utilizarse una distancia medida anteriormente como constante y el movimiento se derivaría solo a partir de las mediciones angulares. Funcionó a la perfección porque las especificaciones del fabricante para mediciones angulares (en las distancias correspondientes) se mantenían de modo fiable dentro de las tolerancias especificadas.

El equipo de Monir instaló 23 prismas sobre y alrededor de las columnas en las que se iba a trabajar. En los tres prismas principales (uno directamente sobre la columna y dos cerca de ellas) se midió, como se describe arriba, con una distancia especificada, los demás se trataron del modo normal. Para las mediciones se empleó una estación total Leica TS30, colocada a una distancia segura del área de trabajo.

Para obtener y procesar los resultados en tiempo real, Monir utilizó el sistema de auscultación de deformaciones Leica GeoMoS que controlaba a la Leica TS30 durante la adquisición automática de una serie de mediciones. Cada siete minutos y medio se apuntaba a los 23 prismas y se media, mientras que en los tres prismas principales la medición se realizaba a intervalos de 1 minuto.

GeoMoS también se utilizó para la integración de los datos de los sensores de presión absoluta que medían la presión en los puntales que soportaban las columnas. Estos datos, junto con los valores de medición de la TS30, se mostraban en la pantalla de GeoMoS. «Podíamos seguir en la pantalla la modificación en cada objetivo de medición y la presión», explica Marcelo Chuaqui, el director general de Monir. «Resultaba práctico poder leer y mostrar al mismo tiempo la información importante.»

Para excluir los errores al apuntar a causa del polvo y los gases de escape, algunas de las tareas de auscultación críticas comenzaban a las 3 de la madrugada



cuando el aire estaba limpio y la estación prácticamente vacía. Para la consideración de los movimientos provocados por los trenes, Monir utilizó los horarios de los trenes y los datos de medición recopilados con anterioridad para la determinación de una base de medición. Leica GeoMoS relacionó los horarios de los trenes y los datos básicos de modo que los movimientos provocados por los trenes no activasen ninguna alarma, al contrario que los trabajos de construcción.

Resultó que para nuestra sorpresa los trenes solo provocaban pequeños movimientos. «El mayor movimiento que registramos fue de 0,6mm», recuerda el director del área de medición de Monir, Colin Hope. «Nos costó que los ingenieros de obras creyesen en los datos, pero finalmente pudimos convencerles de que nuestros números eran ciertos. El edificio era considerablemente más estable de lo que todos habían supuesto.»

Mediciones redundantes con métodos distintos

«Para nosotros era importante realizar mediciones redundantes con distintos métodos independientes

entre sí», afirma Chuaqui. Monir, además de los sensores de presión absoluta, también recurrió a otros dos procesos: nivelaciones y mediciones según ejecución antes y después de la construcción.

Para las nivelaciones, Monir utilizó un nivel digital con miras para nivelación de precisión, con cuya ayuda se comprobaban los valores de medición de la estación total antes, durante y después de los trabajos de construcción. Los resultados confirmaron los valores de la estación total y tranquilizaron a los ingenieros de obras que esperaban movimientos más intensos durante la retirada y la recolocación de las columnas.

Los clientes, afirma Chuaqui, durante este proyecto de auscultación «estaban realmente sorprendidos de que pudiéramos aportarles resultados en tiempo real. Toda la información necesaria estaba legible en todo momento desde una única pantalla. Esto facilita el trabajo a las constructoras y les aporta una excelente sensación de seguridad.»

Impresión con autorización de la publicación especializada «Professional Surveyor».



Auscultación completa

por Agnes Zeiner

Un puente sobre el Rin, cerca de Diepoldsau, una población cercana a la sede principal de Leica Geosystems AG, es uno de los mejor auscultados de toda Suiza pese a que no se puede describir como una infraestructura crítica. La razón es que la oficina de ingeniería civil cantonal ofreció a Leica Geosystems la posibilidad de instalar en este puente colgante un gran número de sensores para convertirlo en «objeto de ensayo». No solo supone un beneficio para el cantón, sino sobre todo para clientes (potenciales), estudiantes universitarios y, por supuesto, los especialistas de producto de la empresa.

«No existe nada más aburrido que auscultar una infraestructura totalmente estable, incluso a modo de ensayo», afirma Michael Rutschmann, Product Manager Structural Monitoring en Leica Geosystems, encantado de que él y su equipo tuviesen la posibilidad desde principio de 2011 de utilizar el Rheinbrücke en Diepoldsau como «objeto de investigación». «Este puente de 250m de largo y situado muy cerca de nuestra empresa es utilizado a diario por cerca de 20.000 vehículos, cosa que lo hace ideal para nuestros objetivos.»

En los meses pasados se elaboró por parte del equipo de auscultación liderado por Michael Rutschmann un concepto detallado que no solo incluía los sensores más distintos, sino también suministro de energía, comunicación y procesamiento de datos. En la primera fase se instalaron sensores geotécnicos (inclínómetro Leica Nivel220) además de receptores GNSS Leica GMX902 y antenas GNSS AR10 que miden los movimientos del puente y su influencia en los pilares del puente. Los sensores meteorológicos dan información sobre las influencias del clima, los sensores de temperatura miden los cables oblicuos y se utilizan ultrasonidos para medir el nivel del agua. «Los ingenieros de la oficina de ingeniería civil estaban seguros de que no se constataría ningún movimiento en la parte inferior de los pilares, pero la elevada precisión de las mediciones con el Leica Nivel220 realmente les sorprendió», se alegra Rutschmann.

En una segunda fase, se instalaron otros receptores y antenas GNSS en los dos pilares. Los especialistas en auscultación esperan así poder constatar movimientos intensos que puedan deberse sobre todo a las influencias del viento y las oscilaciones de temperatura. Más tarde se instalarán prismas y una estación total Leica TM30.



Los datos adquiridos mediante los distintos sensores permiten entender los movimientos del puente en su contexto, para ello se utiliza toda la gama de software de auscultación que va desde Leica GeoMoS a Leica GNSS. «Nuestra idea era instalar toda la cartera de productos de auscultación de Leica Geosystems en este puente, empezando por el hardware y el software y llegando a los equipos para comunicación y suministro energético», explica Rutschmann. De este modo pueden testarse, por ejemplo, otros equipos de suministro energético alternativos.

Los clientes no solo se benefician de la posibilidad de disponer de la solución de auscultación en el puente de Diepoldsau «in situ» y de poder observarla personalmente, sino que los ingenieros de soporte de Leica Geosystems pueden acceder, en vivo y en tiempo real, en todo el mundo a los datos a través de Leica GeoMoS Web y acercar así directamente a los clientes las numerosas posibilidades. Rutschmann: «Así podemos explicar el potencial que tienen nuestras soluciones y con qué facilidad pueden adaptarse a las necesidades de los clientes.»

Puede accederse a Leica GeoMoS Web en <http://geomos.leica-geosystems.com>. Los interesados pueden solicitar los datos de acceso personales a su asesor de ventas Leica Geosystems. ■



Concepto de auscultación para el Rheinbrücke

Sensores:

- TPS:
Estación total Leica TM30 y prismas
- GNSS:
Antenas GNSS Leica AR10 y receptores GNSS Leica GMX902
- Geotécnicos:
Sensores de inclinación Leica Nivel220, extensómetros
- Otros:
Sensores meteorológicos, eólicos y de temperatura, ultrasonidos, webcams, registradores de datos

Software:

- Leica GeoMoS (software de auscultación)
- Leica GeoMoS Adjustment (análisis de datos)
- Leica GeoMoS Web (visualización)
- Leica GeoMoS HiSpeed (análisis de deformación de alta frecuencia)
- Leica GNSS Spider (estaciones de referencia)
- Leica CrossCheck (auscultación de deformación)
- Customer Care Packages (CCP)

Comunicación:

- Leica ComBox20



Leica GPS1200 para robots

■ El jardín botánico de Bratislava en formato Open Street Map, registrado con el Leica GPS1200.

por František Duchoň, Marián Klúčik, Ladislav Jurišica, Anton Vitko y Dušan Kaštan

Los robots son omnipresentes en el mundo actual. Incluso aunque no seamos conscientes influyen en nuestra vida: compramos mercancías que han fabricados los robots, los utilizamos en ciencia y dejamos que exploren entornos desconocidos. Los robots no son máquinas "estúpidas", sino que solucionan muchas tareas difíciles sin ayuda humana. «Viven» en nuestro mundo y pueden observarlo con sus sensores. Para que puedan moverse, los robots tienen que saber dónde están, dónde quieren ir y cómo pueden llegar. Estas tareas básicas de los robots se denominan localización y navegación. Para este objetivo se emplea un amplio espectro de distintas tecnologías y aplicaciones, desde métodos muy antiguos hasta procedimientos altamente avanzados de la aeronáutica y la ingeniería. Uno de ellos es el Leica GPS1200, que se ha probado hace poco en el Instituto para Informática de Control e Industrial de la Universidad Técnica de Eslovaquia en Bratislava.

La mayor parte de los robots de hoy en día para aplicaciones externas utiliza para la localización un GPS independiente que permite una determinación de la posición horizontal a aprox. 20m. Esta precisión es suficiente, por ejemplo, para la navegación con automóvil, pero es insuficiente para la robótica donde el éxito o el fracaso es cuestión de centímetros. Las soluciones de software y hardware pueden

mejorar la precisión del cálculo de posición. Muchos robots utilizan procedimientos matemáticos complejos para aumentar la precisión de la localización GPS. Los receptores modernos pueden solucionar este problema utilizando otros sistemas GNSS (p. ej. GLO-NASS y en el futuro Galileo), realizando mediciones de fase DGPS o aplicando modelos complejos de la superficie terrestre. Otros están preparados también para mediciones RTK. Estas posibilidades permiten una determinación de posición horizontal con un precisión de centímetros.

Nuestro equipo del Instituto para Informática de Control e Industrial de la Facultad de Electrotecnia e Información de la Universidad Técnica de Eslovaquia en Bratislava buscaba una solución para el problema de la localización. En el curso de la misma se probaron varios receptores GPS, que no provenían del sector de la medición, pero los resultados no fueron satisfactorios. Primero intentamos mejorar la calidad de la estimación con ayuda de procedimientos matemáticos (filtro Kalman y promedio móvil). Así se aumentó la precisión de la estimación de posición, pero no bastaba para una localización precisa del robot. En este punto decidimos intentarlo a continuación con un receptor GPS de alta calidad. Finalmente nos decidimos por un Leica GPS1200. Aunque éste se había utilizado habitualmente para aplicaciones geodésicas, queríamos probarlo en el sector de la robótica; y nos sorprendió. La determinación de la posición con precisión centimétrica del GPS1200 solucionó totalmente nuestro problema de localización al aire libre y podía utilizarse en los modos más distintos.

Nuestra primera prueba con el Leica GPS1200 fue la estimación de posición de nuestro robot externo móvil. Este robot está equipado con numerosos componentes de hardware como un sistema visual rotatorio, giroscopio, codificadores ópticos, telémetros ultrasónicos, escáner láser y GPS. La adquisición de los datos de todos estos sensores es muy laboriosa. Además, existen otros métodos de procesamiento de datos que utilizan cálculos complicados. El receptor GPS, ajeno al sector de la medición, ni siquiera logró una estimación razonable de la posición con ayuda del filtro de Kalman. Por el contrario, el Leica GPS1200 no solo logró la estimación de posición, sino que mejoró también el tiempo de cálculo en el procesamiento de datos.

La segunda prueba del Leica GPS1200 tuvo lugar en el marco del concurso internacional «Robotour 2010» (www.robotika.sk). El concurso consiste en que los robots deben orientarse de modo autónomo en los



■ El robot exterior con Leica GPS1200.

caminos pavimentados de un parque. En los años anteriores se registró detalladamente el entorno antes del concurso. Se trataba de registros sencillos de la distancia (navegación por estima) y dirección

(brújula) recorridas, pero también de un análisis de imágenes no trivial para la memorización de puntos de orientación a lo largo del camino. Para el concurso, los robots solo recibían un mapa y las coordenadas del objetivo. No conocen su posición de inicio precisa y las intervenciones del usuario se reducen a la introducción del destino. El objetivo es que los robots lleguen al destino introducido y de este modo demuestren sus habilidades de navegación utilizando el mapa proporcionado.

Antes del concurso se cartografió el parque Botaničká záhrada de Bratislava con ayuda de nuestro receptor Leica GPS1200. Los datos registrados se transformaron al formato Open Street Map y se publicaron en internet. Todos los participantes de la Robotour 2010 utilizaron este mapa. Pese a que los equipos obtuvieron resultados distintos, podemos afirmar orgullosos que el Leica GPS1200 ha proporcionado un mapa preciso del parque.

El Leica GPS1200 es un sistema extremadamente potente que ofrece una solución absolutamente satisfactoria para la localización, así como una solución parcial para la navegación en la robótica. Existen numerosas aplicaciones posibles para este equipo, pero hasta ahora solo lo hemos empleado para la localización de nuestro robot móvil exterior y como sistema de cartografía para el Robotour 2010. Después de la mejora de nuestros algoritmos de control, el Leica GPS1200 se utilizará en los robots móviles exteriores y completamente autónomos que estamos desarrollando.

Queremos aprovechar la oportunidad para agradecer a Erik Frohmann de Geotech, socio de Leica Geosystems, su compromiso en el marco de nuestro proyecto. ■

Sobre los autores:

František Duchon, Marián Kl'účik, Ladislav Jurišica, Anton Vitko y Dušan Kaštan trabajan en el Instituto para Informática de Control e Industrial en la Universidad Técnica de Eslovaquia, en Bratislava. (frantisek.duchon@stuba.sk)

A group of people, some carrying equipment on their heads and backs, are walking across a rocky riverbed. The scene is set in a mountainous, hilly area with sparse vegetation. The title 'GNSS para la sostenibilidad en Etiopía' is overlaid in large white text on the image.

GNSS para la sostenibilidad en Etiopía

por Hugh Anderson y Jacques Malaprade

El Nilo ha permitido la vida en el Norte de África desde hace milenios. Este poderoso río es un recurso importante del que se han beneficiado los habitantes de Egipto. Pero en las fuentes del Nilo Azul, Etiopía no dispone de la infraestructura que le permitiría explotar las posibilidades que ofrece este recurso natural. Para cambiar esta situación, el Ministerio de Agua y Energía de la República de Etiopía ha sacado a concurso un estudio de viabilidad para tres proyectos de irrigación de un total de 80.000 hectáreas de terreno. En el marco del estudio deben examinarse 170.000 hectáreas de terreno en la cuenca etíope del Nilo. El proyecto será financiado por el Banco Mundial y ejecutado por la empresa de consultoría en infraestructuras Halcrow.

Las áreas de trabajo estaban situadas sobre todo en idílicos paisajes de montaña. El mayor de los proyectos de irrigación se encuentra en el valle del Alto Beles en la parte occidental del lago Tana. El equipo podía sentir el aumento de la temperatura al avanzar por la sinuosa carretera hacia la parte inferior del valle. Durante el trabajo existía el peligro de enfermar de malaria o de parásitos como tenias y giardias; las serpientes y los escorpiones estaban por todas partes. Otro importante desafío era llegar hasta los terrenos por registrar a través del paisaje montañoso

del Alto Beles. Los equipos debían recorrer a menudo en un solo día 25 km, con cambios de cientos de metros en la altitud y con temperaturas de hasta 40°C. Los alojamientos en la selva eran muy básicos y el equipo pronto empezó a echar de menos cosas que todos consideramos esenciales, como la corriente eléctrica, el agua potable, la ducha y el baño.

En estas condiciones, el equipo no quería tener que preocuparse también de la fiabilidad de sus aparatos de medición, y realmente no tuvo que hacerlo. El Leica GPS1200 y el Leica GPS900 eran plenamente funcionales en todo momento. Normalmente para el levantamiento de un área tan grande y de puntos de tan difícil acceso se hubiera recurrido al Airborne LiDAR o a sensores de aerofotografía clásicos. Pero, por un lado, hubiese resultado caro y, por otro, se habrían necesitado autorizaciones de vuelo para el espacio aéreo etíope, que habrían dificultado la empresa por obstáculos burocráticos.

La búsqueda de métodos de levantamiento de áreas extensas e inaccesibles nos llevó al uso de fotografía por satélite estereofotogramétrica con una resolución de 0,5 m. Con este método puede calcularse la altura del terreno con una precisión de menos de 0,32 m. Esto significaba que el proceso de levantamiento debía adaptarse más tarde, puesto que en las zonas seleccionadas se utilizarían los puntos de control de suelo para lograr una intersección inversa



Halcrow

Con más de 6.000 empleados en 98 sedes de todo el mundo, Halcrow es una empresa de asesoría global multidisciplinar que suministra prestaciones de servicio en los sectores de la planificación de edificios e infraestructuras, cartografía topográfica, hidrografía costera, análisis GIS y soporte de software.

El proyecto de la cuenca del Nilo es uno entre varios proyectos de envergadura que Halcrow ha realizado recientemente en Etiopía. Por ejemplo, la empresa ha trabajado en el proyecto de protección contra crecidas y gestión del agua en la cuenca del Awash y en el plan de desarrollo para los lagos en el Valle del Rift.

Más información en: <http://www.halcrow.com>

precisa de las posiciones de los satélites. Después del registro de una zona de ensayo con este método y la comparación de los resultados con las alturas de terreno medidas anteriormente, se decidió adquirir datos gráficos para todas las áreas necesarias.

Además se decidió que los datos registrados debían completarse con métodos terrestres utilizando GPS-RTK de largo recorrido (cinemática en tiempo real). Para las mediciones de control geodésicas se emplearon equipos Leica GPS1200 y Leica GPS900 en combinación con red IGS, datos locales y proyección cartográfica para poner a disposición puntos de control de suelo fotogramétricos para las imágenes de



■ Fotografía por satélite como referencia para el levantamiento GPS.

satélite estéreo. La elección recayó en los equipos GNSS de Leica Geosystems, ya que son los suficientemente robustos para un entorno difícil y a la vez son fiables y precisos, lo que resulta un criterio decisivo para trabajar en condiciones tan exigentes. Otra ventaja era la facilidad de uso de los instrumentos, lo que permitía formar en poco tiempo al equipo etíope.

Con este proyecto, el equipo de Halcrow ha podido recopilar muchas nuevas experiencias relacionadas con la cartografía fotogramétrica de fotografías por satélite, mientras que los técnicos de medición etíopes han ampliado sus conocimientos sobre sistemas GNSS de Leica. Pero los auténticos ganadores del proyecto han sido los habitantes de Etiopía, que podrán beneficiarse durante generaciones de las ventajas del sistema de irrigación planificado. ■

Sobre los autores:

El ingeniero topógrafo Jacques Malaprade es Land Surveying Project Manager en Halcrow.

El ingeniero topógrafo Hugh Anderson trabaja como experto técnico en Leica Geosystems Ltd. en Milton Keynes, Gran Bretaña.

(hugh.anderson@leica-geosystems.com)



Central

Leica Geosystems AG
Heerbrugg, Suiza
Tel. +41 71 727 31 31
Fax +41 71 727 46 74

Australia

CR Kennedy & Company Pty Ltd.
Melbourne
Tel. +61 3 9823 1555
Fax +61 3 9827 7216

Bélgica

Leica Geosystems NV
Diegem
Tel. +32 2 2090700
Fax +32 2 2090701

Brasil

Comercial e Importadora WILD Ltda.
São Paulo
Tel. +55 11 3142 8866
Fax +55 11 3142 8886

China

Leica Geosystems Trade Co. Ltd.
Pekín
Tel. +86 10 8569 1818
Fax +86 10 8525 1836

Dinamarca

Leica Geosystems A/S
Herlev
Tel. +45 44 54 02 02
Fax +45 44 45 02 22

Alemania

Leica Geosystems GmbH Vertrieb
Munich
Tel. + 49 89 14 98 10 0
Fax + 49 89 14 98 10 33

Finlandia

Leica Geosystems Oy
Espoo
Tel. +358 9 41540200
Fax +358 9 41540299

Francia

Leica Geosystems Sarl
Le Pecq Cedex
Tel. +33 1 30 09 17 00
Fax +33 1 30 09 17 01

Reino Unido

Leica Geosystems Ltd.
Milton Keynes
Tel. +44 1908 256 500
Fax +44 1908 256 509

India

Elcome Technologies Private Ltd.
Gurgaon (Haryana)
Tel. +91 124 4122222
Fax +91 124 4122200

Italia

Leica Geosystems S.p.A.
Cornegliano Laudense
Tel. + 39 0371 69731
Fax + 39 0371 697333

Japón

Leica Geosystems K.K.
Tokio
Tel. +81 3 5940 3011
Fax +81 3 5940 3012

Canadá

Leica Geosystems Ltd.
Willowdale
Tel. +1 416 497 2460
Fax +1 416 497 8516

Corea

Leica Geosystems Korea LLC
Seúl
Tel. +82 2 598 1919
Fax +82 2 598 9686

México

Leica Geosystems S.A. de C.V.
México D.F.
Tel. +525 563 5011
Fax +525 611 3243

Holanda

Leica Geosystems B.V.
Wateringen
Tel. +31 88 001 80 00
Fax +31 88 001 80 88

Noruega

Leica Geosystems AS
Oslo
Tel. +47 22 88 60 80
Fax +47 22 88 60 81

Austria

Leica Geosystems Austria GmbH
Viena
Tel. +43 1 981 22 0
Fax +43 1 981 22 50

Polonia

Leica Geosystems Sp. z o.o.
Varsovia
Tel. +48 22 260 50 00
Fax +48 22 260 50 10

Portugal

Leica Geosystems, Lda.
Moscavide
Teléfono +351 214 480 930
Fax +351 214 480 931

Suecia

Leica Geosystems AB
Sollentuna
Tel. +46 8 625 30 00
Fax +46 8 625 30 10

Suiza

Leica Geosystems AG
Glattbrugg
Tel. +41 44 809 3311
Fax +41 44 810 7937

Singapur

Leica Geosystems Techn. Pte. Ltd.
Singapur
Tel. +65 6511 6511
Fax +65 6511 6500

España

Leica Geosystems, S.L.
Barcelona
Tel. +34 934 949 440
Fax +34 934 949 442

Sudáfrica

Hexagon Geosystems Pty.Ltd.
Douglasdale
Tel. +27 1146 77082
Fax +27 1146 53710

Hungría

Leica Geosystems Hungary Kft.
Budapest
Tel. +36 1 814 3420
Fax +36 1 814 3423

EE. UU.

Leica Geosystems Inc.
Norcross, GA
Tel. +1 770 326 9500
Fax +1 770 447 0710

VAE

Leica Geosystems c/o Hexagon
Dubai
Tel. +971 4 299 5513
Fax +971 4 299 1966

Las ilustraciones, descripciones y datos técnicos no son vinculantes. Reservados todos los derechos. Impreso en Suiza.
Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2011. 741801de – IX.11 – RVA