



Nuestra portada:

*Mapa del Idrisi (c. 1154).
Está orientado al sur e incluye las
Montañas de la Luna
y las Fuentes del Nilo.*

**Vol. XVIII - N.º 105
Julio-Agosto
2001**

DIRECTOR
Carlos Barrueso Gómez

*

CONSEJO DE REDACCION:

Junta de Gobierno del Colegio
Oficial de Ingenieros Técnicos
en Topografía

*

DIRECCION, REDACCION,
ADMINISTRACION Y
PUBLICIDAD

Avenida de la Reina
Victoria, 66, 2.º C
28003 Madrid
Teléfono 91 553 89 65
Fax: 91 533 46 32

Depósito Legal: M-12.002-1984
ISSN: 0212-9280

Título clave: TOPCART
Topografía y Cartografía

Fotocomposición e impresión:
ALBADALEJO, S.L.

Los trabajos publicados expresan sólo
la opinión de los autores y la Revista
no se hace responsable de su contenido.

Prohibida la reproducción parcial o total
de los artículos sin previa autorización
e indicación de su origen.

Esta revista ha sido impresa en papel
ecológico

TOPOGRAFIA y CARTOGRAFIA



TOPCART REVISTA DEL COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS TECNICOS EN TOPOGRAFIA

Sumario

Editorial	3
El Proyecto REGENTE José Regidor Gutiérrez, Juan F. Prieto Morín, J. Manuel Sanz Megía, Rafael Quirós Donate y Antonio Barbadillo Fernández	4
Método de validación del análisis SIG para la obtención de mapas de susceptibilidad a deslizamientos M. Rosario González Moradas y Y. Lima de Montes	12
Instrumentos Topográficos Históricos de la Región de Bohemia Pavel Hánek y Antonin Svejda	19
Aplicación de las Técnicas de Estimación Robusta en algunos problemas fotogramétricos: (y III) Detección de Errores en el Proceso de Formación de la Banda mediante el Método de los Modelos Independientes Ana Mª Domingo Preciado	30
Replanteo en tiempo real con GPS Francisco Armenteros Extremera y Carlos Enríquez Turiño	38
Desarrollo matemático de un interpolante cúbico y su aplicación a los Modelos Digitales del Terreno Rubén Martínez Marín, Francisco González Gámez, Carlos Gordo Murillo y Juan Carlos Ojeda Manrique	42
La toma de datos en el campo Modesto García Quintáns	50
Legislación	52
Novedades Técnicas	60
Bibliografía	68
Vida Profesional	70
Índice Comercial	79

Editorial



APROBADA LA MODIFICACIÓN DE LOS ESTATUTOS GENERALES DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS EN TOPOGRAFÍA

Por Real Decreto 743/2001, de 29 de junio, han sido aprobados los Estatutos del Colegio, habiéndose publicado en el Boletín Oficial del Estado el miércoles 18 de junio (pág. 25878 a 25884), entrando en vigor el día siguiente a su publicación.

Ha sido una gestión que ha durado varios años y quiero agradecer a los que han participado, su colaboración y esfuerzo en hacer posible lo que hoy es una realidad y por la que todos nos felicitamos.

Nuestros Estatutos fueron aprobados el 16 de junio de 1972 y ahora, para adaptarlos a la Ley 7/1997 sobre Medidas Liberalizadoras en Materia de Suelo y de Colegios Profesionales así como adecuarse a otros cambios legislativos, una serie de artículos han sido modificados.

Como se pone de manifiesto en el preámbulo del Real Decreto 743/2001, las modificaciones introducidas por la Ley 7/1997 van encaminadas a garantizar que las profesiones colegiadas se desarrollen en régimen de libre competencia, a delimitar el carácter meramente orientativo de los baremos de honorarios y la voluntariedad de su percepción a través de los servicios colegiales, así como a evitar que el visado comprenda condiciones contractuales, cuya determinación se deja al acuerdo de las partes.

De forma inmediata integraremos lo antiguo con lo moderno y publicaremos los Estatutos que os haremos llegar pasados los meses de verano.

Nos hemos dotado de una norma de funcionamiento actualizada, que regula las actuaciones de los Ingenieros Técnicos en Topografía por sí mismos y ante la sociedad.

Tenemos opción de analizar en profundidad los nuevos Estatutos de manera que sepamos aplicarlos para dignificar nuestra profesión y poner al servicio de aquellos que los soliciten, los conocimientos técnicos de nuestra titulación, cada día más demandados.

Hoy comentamos una buena noticia pasado el periodo vacacional que espero a todos os haya resultado relajado, climáticamente bueno y personalmente feliz.

Saludos.

Miguel Ángel Muñoz Gracia
DECANO DEL COITT

El Proyecto REGENTE

José Regidor Gutiérrez, Juan F. Prieto Morín, J.Manuel Sanz Megia, Rafael Quiros Donate, Antonio Barbadillo Fernández

SERVICIO DE PROGRAMAS GEODÉSICOS

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

Resumen

Con el fin de establecer una cartografía europea unificada, se hace indispensable la conversión de las coordenadas de los Marcos de los Sistemas Geodésicos Nacionales al Marco ETRF89, lo cual sólo es posible a través de la determinación de transformaciones y superficies de ajuste desde uno a otro marco. Tal determinación requiere el conocimiento de ambas clases de coordenadas en un número muy elevado de estaciones uniformemente distribuidas, debiendo este número ser tanto mayor cuantas más irregularidades presente el Marco local.

En el caso de la Península y Archipiélagos, el IGN decidió resolver el problema mediante el Proyecto REGENTE (Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales), consistente en el establecimiento de una densa red GPS de alta precisión con estaciones coincidentes con vértices de ROI y con clavos de las líneas NAP. La densidad media quedó fijada en una estación por Hoja del MTN 1:50.000, es decir, de una estación por cada 300 km². REGENTE quedará perfectamente enlazada con la red de referencia europea ETRF89 por medio de las redes ibéricas IBERIA95 y BALEAR98. REGENTE Canarias se apoya, como estación de referencia, en la estación GPS de Maspalomas, incluida en la red ITRF93.

I. ANTECEDENTES

I.1. El proyecto EUREF89 y su marco

Ante la gran diversidad de datums existentes en Europa y la consiguiente imposibilidad de unificar cualquier actuación de forma precisa sobre la cartografía continental y dada, por otro lado, la comprobada precisión y efectividad que la metodología GPS ofrecía a los geodestas, la primera actuación de la Subcomisión EUREF fue la planificación de una importante Campaña Europea GPS, conocida como EUREF89, donde participaron durante dos semanas 82 estaciones GPS, varias de ellas colocadas en las estaciones VLBI o SLR que se utilizaron como fiduciarias. España, a través del IGN, el SGE y el ROA, participó con 14 estaciones, entre ellas las fiduciarias Robledo (VLBI) y San Fernando (SLR).

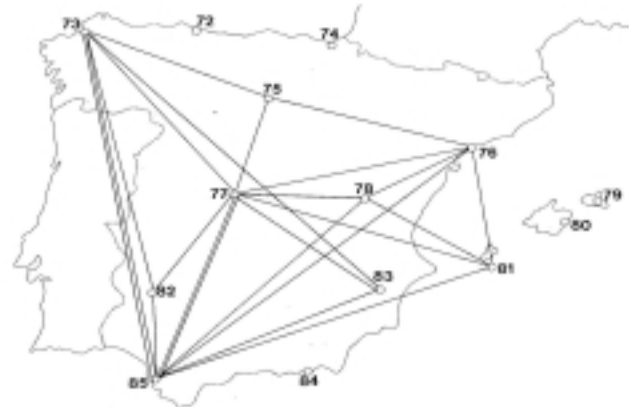
Tras la compensación en bloque de todas las observaciones, realizada manteniendo fijas las coordenadas de las estaciones SLR y VLBI del marco ITRF89 del International Earth Rotation Service, IERS, se obtuvo una red europea de alta precisión en GRS80, cuyas estaciones pasaron a formar parte del Marco Europeo EUREF89, en el que apoyar todos los posteriores trabajos de densificación GPS.

Los resultados finales obtenidos para EUREF89 se hicieron públicos en 1992, estableciéndose una serie de consideraciones sobre la precisión real de la red obtenida. Además, la Subcomisión detectó pronto que, a escala mundial, EUREF89 no proporcionaba la precisión deseada para una red continental, consecuencia de la escasa constelación NAVSTAR existente en 1989, la mala configuración geométrica orbital y del ruido

elevado de los receptores, debido a la poca adecuada recepción de la frecuencia L2 en gran parte de los equipos GPS de cuadratura en aquel momento desarrollados y utilizados en la observación. Los resultados finales de EUREF89, por tanto, no pueden calificarse de excelentes, y las estaciones situadas al Oeste y Sudoeste de Europa, en especial las de Portugal y España, quedaron establecidas con un grado de precisión ligeramente inferior al del resto de la red. Por ello, recomendó la densificación del nuevo Sistema Geodésico de Referencia, ETRS89, mediante nuevas estaciones

I.2. El proyecto IBERIA95

Como resultado de algunos proyectos GPS de precisión efectuados en España, como GEOBASE91, TANGO2, MAGIES93, EUROGAUGE93 y 94, se pudo constatar efectivamente que la exactitud de las coordena-





das EUREF89 no era tan elevada como una moderna red geodésica requiere, por lo que, al igual que en otros países europeos y siguiendo las recomendaciones de EUREF, se pensó en el establecimiento de una Red Geodésica Tridimensional de alta precisión que cubriese todo el territorio peninsular; densificación del marco ETRF89, definido por las estaciones fiduciarias europeas.

El IGN y el Instituto Portugués de Cartografía e Cadastro, IPCC, planificaron el Proyecto IBERIA95, consistente en el establecimiento de una red compuesta por 27 estaciones españolas y 12 estaciones portuguesas, regularmente repartidas por la Península, donde, durante 5 días, con 12 horas diarias, se efectuaron observaciones simultáneas GPS, utilizando al efecto receptores de última generación. En la red así formada quedaron incluidas seis estaciones ITRF que actuaron como estaciones de referencia, sobre las que se apoyaron todos los cálculos. El cálculo fue realizado en el IGN utilizando el programa *Bernese GPS Software*, versión UNIX4.0, obteniéndose las coordenadas finales en el sistema de referencia ITRF96 para la época 1995.4 y también en el marco de referencia ETRF89.

Posteriormente, en el año 1998, se llevó a cabo el proyecto BALEAR98 como ampliación de la red IBERIA95 al archipiélago balear. Esta red está constituida por 6 estaciones distribuidas 2 en cada isla de Mallorca, Menorca y Pitiusas.

2. EL PROYECTO REGENTE

Con el fin de establecer una cartografía europea unificada, se hace indispensable la conversión de las coordenadas de los Marcos de los Sis-

temas Geodésicos Nacionales al Marco ETRF89, lo cual es posible a través de la determinación de los siete parámetros de transformación (tres traslaciones, tres rotaciones y un factor de escala) desde uno a otro marco. Tal determinación requiere el conocimiento de ambas clases de coordenadas en un número muy elevado de estaciones uniformemente distribuidas, debiendo este número ser tanto mayor cuantas más irregularidades presente el Marco local.

En el caso de la Península y Archipiélagos, el IGN decidió resolver el problema mediante el Proyecto REGENTE (Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales), consistente en el establecimiento de una densa red GPS de alta precisión con estaciones coincidentes con vértices de ROI y con clavos de las líneas NAP. La densidad media quedó fijada en una estación por hoja del

MTN escala 1:50.000, es decir, de una estación por cada 300 km².

REGENTE quedará perfectamente enlazada con la red de referencia europea ETRF89 al ser los puntos de la red IBERIA95 y BALEAR98 puntos de REGENTE. REGENTE Canarias se apoya, como estación de referencia, en la estación VLBI de Maspalomas, incluida en la red ITRF.

2.1. Objetivos

La idea del proyecto REGENTE surge para alcanzar los siguientes objetivos:

- Materialización, observación y cálculo de coordenadas para toda España de una red geodésica básica tridimensional de Primer Orden, con precisión absoluta, fijada previamente para cada coordenada mejor o igual que 5 cm.
- Obtención de parámetros precisos de transformación entre el sistema de referencia de la Red Geodésica Nacional, ED50, y el de REGENTE, ETRF89.
- Facilitar datos válidos para la depuración del geoide español de precisión centimétrica. Se apoya el proyecto REGENTE con observaciones gravimétricas, por el método de relativas con gravímetros Lacoste-Romberg, en cada uno de sus puntos.
- Facilitar apoyo al elevado número de usuarios de la técnica GPS, de modo que un punto cualquiera del territorio nacional se encuentre dentro de un círculo de radio máximo de 15 km con centro en un vértice REGENTE.

2.2. Estructura

REGENTE quedará constituida por aproximadamente 1078 vértices en la Península y Baleares, uno por cada hoja del Mapa Topográfico Nacional, MTN, 1:50.000, lo cual supone una distancia media entre vértices de 20 a 25 km. En Canarias, REGENTE Canarias, REGCAN95, está constituido por 72 vértices repartidos entre las siete islas con un máximo en Tenerife de 21 y un mínimo de 5 en cada una de las islas menores de El Hierro y La Gomera.

Los vértices de REGENTE han de cumplir las siguientes condiciones:

- Pertener a la Red Geodésica Nacional, o ser una estación VLBI o SLR.
- Reunir características comunes a una estación GPS: Fácil acceso con vehículo, horizonte despejado por encima de 10°, alejamiento de elementos que puedan causar multirayectorias o interferencias.
- Dado que REGENTE constituye una red geodésica tridimensional con altitudes observadas elipsoidales referidas a GRS80 y que debe quedar perfectamente ligada a la Red Geodésica Nacional ED50, cuyas altitudes están referidas al nivel del mar, se ha establecido que más de un 10% de los vértices estén dotados de altitud ortométrica, con precisión subcentimétrica, a través del correspondiente enlace con la Red de Nivelación de Alta Precisión, NAP.
- Siempre que reúnan las características necesarias a una estación GPS, serán incluidos en REGENTE los puntos Laplace y las estaciones astronómicas de 2º orden pertenecientes a la Red Geodésica Nacional.
- Debido a que la red de apoyo para REGENTE es la red IBERIA95 con su ampliación BALEAR98, cada uno de los vértices de esta red pertenece a REGENTE.
- Servir de marco de referencia a redes locales utilizadas para controles geodinámicos o geofísicos en relación con movimientos relativos de fallas y placas tectónicas.

Del mismo modo, en REGENTE Canarias han sido incluidos los 12 vértices que integran la Red de Enlace de las Islas Canarias, observada inmediatamente antes que REGENTE, y cuyo punto fundamental es la Estación VLBI de Maspalomas, en Gran Canaria.

2.3. Reconocimiento y observación

El método utilizado en la observación de REGENTE es el estático, observándose simultáneamente bloques de 9 vértices, con 9 receptores de doble frecuencia con correlación cruzada de código P cuando éste está encriptado, constituyendo de esta manera polígonos adosados con 3 estaciones comunes, de manera que cada una de estas estaciones se observa en 2 bloques diferentes en distinta época.

Previamente se han seleccionado en gabinete los vértices que van a componer los bloques de REGENTE, atendiendo a los criterios ante-

riormente enunciados. Muy importante es la atención a la proximidad de al menos un vértice por bloque a una línea de Nivelación de Alta Precisión, NAP.

En un reconocimiento en campo se comprueba que los vértices cumplen las condiciones necesarias para una buena observación. Una vez seleccionado el vértice de manera definitiva, se procede a la instalación, en la cara superior del pilar de observación del vértice, de un dispositivo de centrado forzado estándar para la basada soporte de la antena del receptor; de forma que se elimine prácticamente el error de estacionamiento de la antena en las sucesivas sesiones de observación y, en su caso, en los diferentes bloques en que se ocupará el vértice en la misma o en futuras campañas.

La observación de cada bloque se realiza en dos sesiones diferentes, de tres horas de duración cada una, imponiendo que una de las dos sesiones sea matutina y la otra vespertina, para obtener, en cada una, geometrías de constelación distintas que garanticen una repetibilidad de los datos. Una semana normal de cinco días incluye la observación de tres bloques completos, con un total de seis sesiones de observación. Al principio, al final y durante la sesión, se toman datos de presión y temperatura, así como información sobre la constelación en vista e incidencias producidas, con el fin de ayudar en el cálculo posterior. La programación de las observaciones se introduce semanalmente en los receptores y, también semanalmente, se recogen los datos observados para su preanálisis y la documentación aneja a la observación.

En cada bloque, al menos un vértice está unido a la red de Nivelación de Alta Precisión mediante observación en dos clavos NAP, o clavos auxiliares unidos a éstos con un ramal de nivelación de alta precisión si no son estacionables los NAP. La distancia entre los dos clavos y el vértice no debe ser mayor de cuatro kilómetros. Esta observación de nivelación se efectúa simultáneamente con la observación de cada bloque, colocándose dos receptores monofrecuencia en cada una de las señales NAP o auxiliares.

Con todo ello se persiguen dos objetivos fundamentales:

- Disponer de una red de puntos que tienen precisión centimétrica en sus coordenadas geodésicas.
- Disponer de altitud ortométrica suministrada por la red NAP, como una herramienta muy eficaz para el control de un geoide gravimétrico de precisión o realizado por cualquier otra técnica.

Se podrá dotar a toda la red REGENTE, por medio de los apropiados algoritmos de interpolación, de valores ortométricos con precisión subdecimétrica y en conjunción con un geoide gravimétrico dar altitudes ortométricas a cualquier punto.

2.4. Cálculo y ajuste

Hasta pasadas dos semanas después de la observación no se dispone de la solución definitiva combinada de Efemérides de Precisión y durante

```

=====
                                REG96B05
GeoLab V2.4d                    WGS 84                    UNITS: m,GRAD                    Page 0024
=====
2-D and 1-D Station Confidence Regions (95.000 percent):
STATION          MAJOR SEMI-AXIS  AZ          MINOR SEMI-AXIS          VERTICAL
-----
18191             0.004  12          0.003                    0.006
21432             0.004  12          0.003                    0.006
21584             0.004  11          0.003                    0.006
21661             0.004  11          0.003                    0.006
25258             0.003  12          0.003                    0.006
25451             0.004  6           0.004                    0.008
29054             0.004  12          0.003                    0.006
29177             0.003  13          0.003                    0.006
NAPF625D         0.007  12          0.006                    0.013
NAPF631          0.009  22          0.007                    0.015
=====
    
```

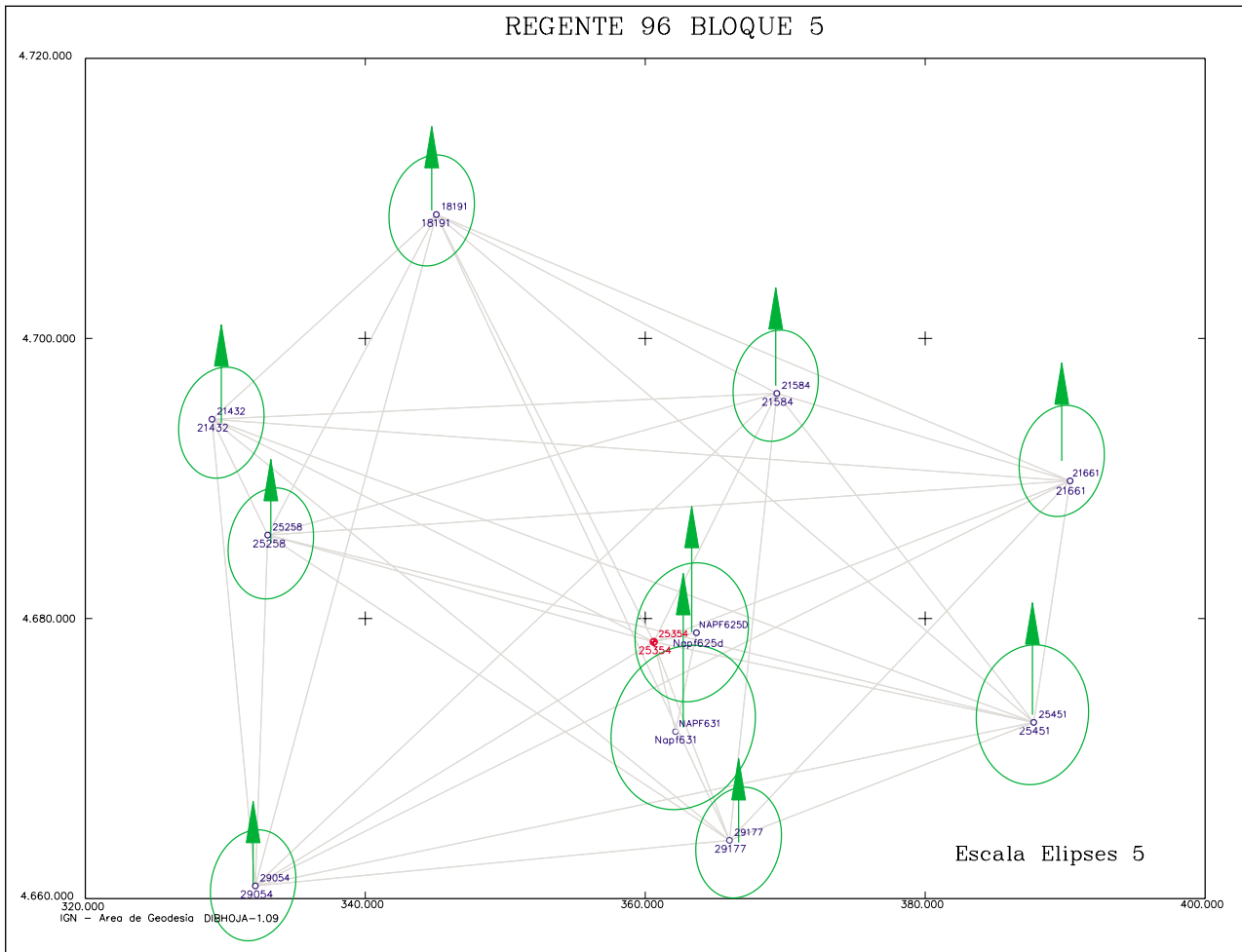


Figura 1. Resultados del ajuste libre del cálculo de bloque 5 de la campaña REGENTE96.

este intervalo de tiempo se hace un análisis previo de la calidad de la observación. El cálculo de los vectores se realiza con el programa *GPSurvey de Trimble* utilizando las Efemérides de Precisión obtenidas como solución combinada del IGS.

Se definen proyectos de cálculo coincidentes con cada bloque de campo observado. Estos proyectos se calculan en diferentes estaciones de trabajo, conectadas a un servidor. Las estaciones adquieren los datos brutos del servidor, generan los respectivos proyectos y devuelven los resultados a la red. El resultado final que cada estación deja en la red es un archivo *backup* completo de todo el proyecto, así como dos archivos

sumario, uno de los cuales recoge todo el informe del cálculo y el otro todos los archivos generados, uno por cada vector calculado, en que aparece el nombre del archivo, las estaciones enlazadas, la distancia geométrica, parámetros estadísticos de precisión y las alturas de antena. Este último sumario es el que se utiliza para seleccionar los vectores que entrarán en la posterior fase de compensación. Por último, se genera un archivo en el que se encuentran compactados todos los archivos de los vectores dispuestos para compensación.

El proceso de compensación, utilizando el programa *GeoLab de Geosurv Inc.*, comienza con una compensación previa por bloques como red li-

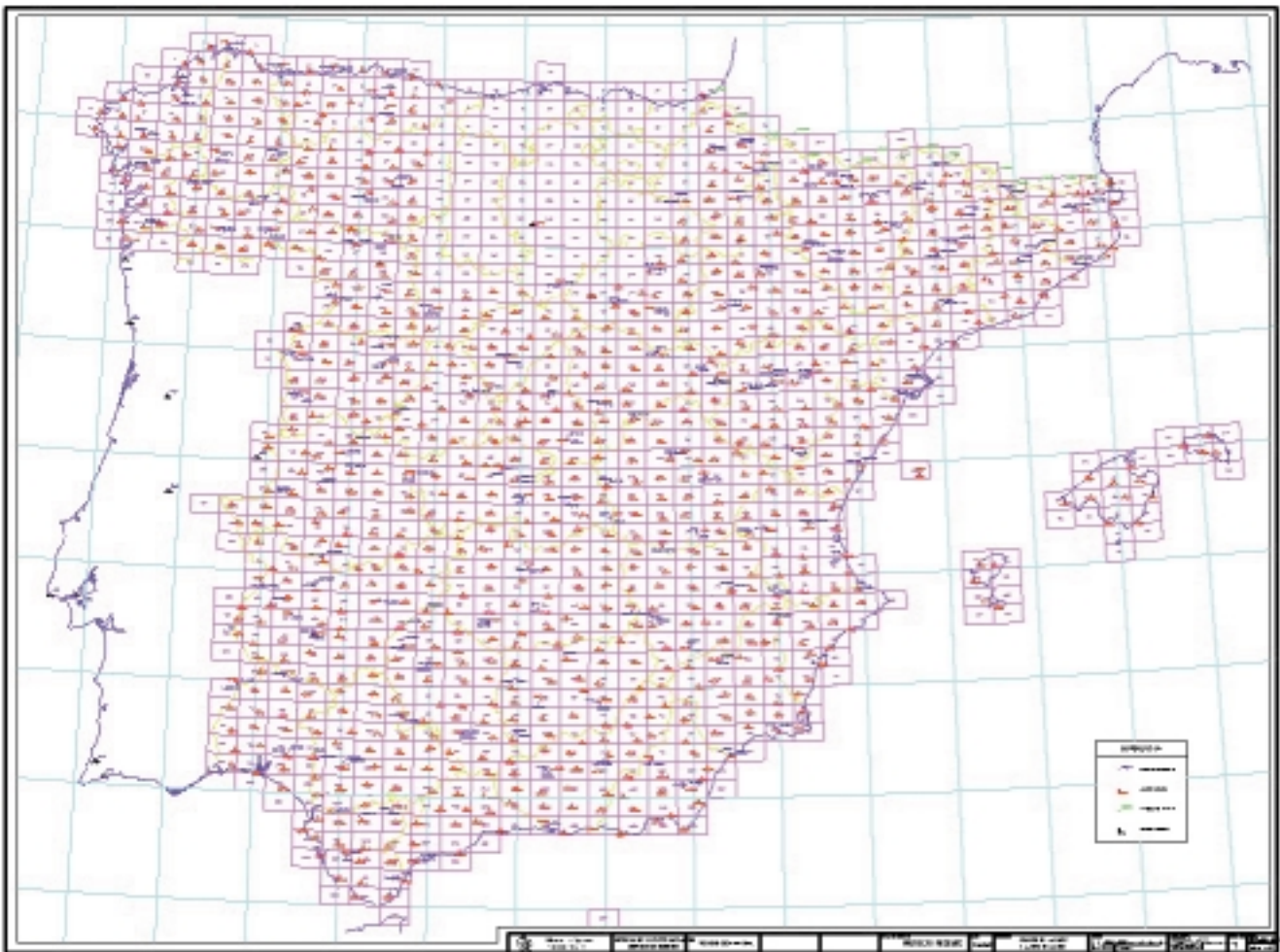


Figura 2. Estado de REGENTE a fecha 30 de junio de 2001.

bre, sin ningún tipo de restricciones. En ella se analizan la concordancia de las soluciones aportadas por las distintas sesiones y el cierre de los vectores y, finalmente, se les asigna su ponderación correspondiente. Como ejemplo, en la figura 1 se incluyen los resultados del ajuste libre del cálculo del bloque 5 de la campaña REGENTE96. En él se puede comprobar cómo las elipses de error, con un 95% de grado de confianza, están dentro de un orden de 4 mm en planimetría y 6 mm en altimetría para los vértices observados con aparatos de doble frecuencia. Se aprecia también cómo en los dos clavos de nivelación las elipses son mayores, al haberse observado con aparatos de una sola frecuencia.

Una vez depurada la observación en red libre, se procede al ajuste conjunto de todos los bloques que componen una campaña, manteniendo fijas las coordenadas de los vértices de IBERIA95 y de los vértices ya calculados en campañas anteriores. Al finalizar el proceso, se guardan en una base de datos las componentes de los vectores con su matriz de varianza-covarianza, el peso que se les ha asignado y las coordenadas calculadas. Asimismo se actualizan en la base de datos aquellos que figuran en la reseña de cada vértice.

De esta manera el usuario puede disponer ya de unas coordenadas, aunque no definitivas, suficientemente precisas hasta la finalización del proyecto, momento en el que se procederá a una compensación definitiva de toda la red.

2.5. Desarrollo

Los trabajos de campo de REGENTE, que comenzaron en el año 1994, debían, en principio, finalizar en 1997. Por ello se dividió el conjunto del proyecto en cuatro campañas anuales, aproximadamente iguales cada una en número de vértices y valoración económica.

Como puede apreciarse en la figura, la campaña de 1994 abarcó lo que se denomina REGENTE Centro, y comprende toda la zona central, 143 hojas, y REGENTE Canarias que comprende todas las Islas Canarias, 92 estaciones, 66 principales y 26 auxiliares, lo que permitió augurar una finalización del Proyecto en un plazo de unos 5 años. Pero ya en 1995, los presupuestos se recortaron de forma importante, por lo que la observación se redujo a 159 hojas con un total de 182 estaciones GPS. En 1996, la reducción presupuestaria fue más drástica, limitándose la obser-

vación a 65 nuevas hojas con un total de 88 estaciones GPS, 16 de ellas en Francia para enlace con la Réseau Géodésique Français, RGF, equivalente francés de REGENTE. En 1997, el recorte económico fue total, por lo que no se llevó a cabo observación alguna de REGENTE.

En el año 1998 se volvió a retomar el proyecto, observándose 218 hojas con 234 estaciones GPS en la Península y las Islas Baleares, con 15 vértices observados. El año 1999, se observaron 218 hojas con 203 estaciones GPS. En el año 2000, se llevó a cabo la observación de 171 hojas con un total de 209 estaciones GPS.

Visto el desarrollo de los trabajos, se puede vaticinar para este año la conclusión de esta red tan importante para los futuros proyectos de cartografía nacional. Téngase en cuenta que la cartografía de la OACI para navegación aérea debía haber estado disponible en SGR80 antes de final de siglo y el propio Grupo de Trabajo VIII de CERCO ha recomendado que las cartografías oficiales de los países miembros estén referidas a ETRF89 en un plazo de 10 años, con objeto de que toda la cartografía europea quede unificada, bajo la responsabilidad de MEGRIN. Por otro lado, otros organismos demandan la definición de un sistema de este tipo, como pueden ser la Red de Señales Marítimas en navegación, las radiobalizas y demás elementos de navegación aérea, la georreferenciación de concesiones mineras, etc., debido precisamente al uso de sistemas que operan asistidos mediante GPS.

La conclusión de REGENTE influye de forma muy importante en dos trabajos de gran interés:

- La determinación precisa de un escalado del geoide gravimétrico peninsular (M. Sevilla et al.).
- La determinación de los parámetros de transformación y superficies de interpolación entre los marcos ETRF89 y ROI ED50 más adecuados para diversas zonas de la Península e Islas Baleares.

2.6. REGENTE Canarias

Las observaciones REGENTE Canarias han servido como base fundamental para el establecimiento de la nueva Red Geodésica Canaria, datum REGCAN95, sustitutoria de la anterior, definida en el datum PICO DE LAS NIEVES. En el caso de Canarias, la densidad de vértices REGENTE es superior a la de la Península, obteniéndose, en el caso más desfavorable, Islas de Gran Canaria y Fuerteventura, una distancia media entre puntos de trece kilómetros.

Con el fin de poder apoyar las diferentes redes GPS geodésicas insulares, se proyectó una red de unión de todas las islas, de forma que en

cada una de dichas redes se dispusiera de, al menos, dos vértices de dicha Red de Enlace de las Islas Canarias, REIC. Esta red quedó constituida por 12 vértices.

Se han definido las siguientes redes GPS insulares:

- | | |
|--------------------------------------|-------------|
| • Red GPS de Lanzarote-Fuerteventura | 20 vértices |
| • Red GPS de Gran Canaria | 12 vértices |
| • Red GPS de Tenerife-La Gomera | 26 vértices |
| • Red GPS de La Palma | 9 vértices |
| • Red GPS de El Hierro | 5 vértices |

Para definir el nuevo Sistema de Referencia de las Islas Canarias se han utilizado las coordenadas del vértice INTA-Maspalomas en el marco ITRF93, época 93.0 (Publicación Técnica del IERS nº 18, oct. 94, tabla 5), transportadas a la época de observación 94.9 por medio de su campo de velocidades (misma publicación, tabla 6) y las Efemérides de Precisión generadas en aquel momento por el Centre of Orbit Determination in Europe, CODE, integrante del IGS, en el mismo sistema y para la misma época, 94.9.

Se observaron también dos sesiones, pero de dos horas y media, a diferencia con la Península. Se consideró que esta reducción de tiempo no afectaría a la precisión final de la red, dada la menor distancia entre vértices comparada con la red peninsular. En todo lo demás el sistema de observación se desarrolló de igual manera que se efectúa en la Península.

En cuanto al apoyo de nivelación, hay que decir que en el momento de la observación (año 1994) de todo el archipiélago, sólo en Tenerife existía un anillo de NAP que rodea la isla por la costa. En esta isla, quedaron incorporados en REGENTE cuatro vértices que están incluidos en ese anillo y disponen de clavo NAP. En el resto de las islas, fueron dejados clavos que actuaron como puntos de apoyo para nivelación y que están siendo nivelados en las campañas que se están llevando a cabo. Esta nivelación tuvo una primera fase en septiembre de 1997, con la nivelación de las islas orientales, y la segunda fase final en el 2000 comprendiendo, además de la nivelación de los anillos con niveles e instrumental de precisión, la determinación de la gravedad en todos los clavos, así como la determinación del posicionamiento, a través de GPS, de cada uno de ellos.

Las diferentes redes GPS insulares fueron compensadas fijando los correspondientes vértices de REIC. Cada una de estas redes sirvió para ajustar de nuevo las observaciones clásicas de la ROI en cada una de las islas. Apoyadas en las estaciones REGENTE Canarias, se compensaron las observaciones convencionales de un total de 204 vértices, quedando establecido el marco ROI REGCAN95, base de toda la nueva cartografía que se está formando actualmente en el Archipiélago. ■

Método de validación del análisis SIG para la obtención de mapas de susceptibilidad a deslizamientos

M. Rosario González Moradas

DEPARTAMENTO DE EXPLOTACIÓN Y PROSPECCIÓN DE MINAS, ÁREA DE CARTOGRAFÍA, GEODESIA Y FOTOGRAMETRÍA.
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Y. Lima de Montes

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
UNIVERSIDAD DE ORIENTE, VENEZUELA

Resumen

En el presente artículo se presenta un método con el que validar el mapa de susceptibilidad a los deslizamientos, obtenido tras un conjunto de análisis SIG en la Zona Central de Asturias. En cualquier mapa obtenido por medio de análisis espaciales a partir de mapas que han sido digitalizados y con escalas distintas, es necesario conocer la calidad de los mismos, no sólo porque afecte a los propios datos sino porque los errores se propagan en los procesos de modelado propios de los SIG.

El trabajo presenta una breve revisión de los métodos existentes con los que poder realizar un seguimiento de la exactitud y el control del error final tras los procesos. Así mismo se aborda metodología completa utilizada en este caso. El método de validación es estadístico, consistente en analizar el mapa de susceptibilidad final y contrastar su calidad mediante un test estadístico sobre una muestra de datos de comprobación. Se basa en el cálculo de los factores de seguridad, de un conjunto de perfiles ubicados en laderas naturales. Se han obtenido buenas correlaciones entre la pendiente y el factor de seguridad, lo que ha permitido generar un mapa de factores de seguridad con el que realizar la comparación entre éste y el de susceptibilidad. Se ha observado coherencia entre los datos procedentes de ambas fuentes.

Abstract

The present paper shows a method to validate the landslide susceptibility map obtained after a GIS analysis in the Central Area of Asturias. On any map, obtained by means of space analysis, beginning with maps that have been digitized and having different scales, it is necessary to know their quality, not only because it affects the data itself but also because the errors are spread in the modelling processes of the GIS.

The work presents a brief revision of the existing methods to carry out a pursuit of the accuracy and control of the final error after a process. At the same time, a complete methodology is covered as used in this case. The validation method is statistical; it consists in an analysis of the final susceptibility map and to contrast its quality by means of a statistical test on a sample of confirmation data. The method is based on the calculation of the safety factors on a group of profiles located in natural hillsides. Good correlations between the slope and the safety factor have been obtained, which has allowed to generate the safety factor map with which to make a comparison between itself and that of susceptibility. At the end, coherence in the data coming from both sources has been observed.

INTRODUCCION

Tras un amplio estudio realizado en la Zona Central de Asturias y utilizando análisis SIG, se han obtenido los mapas de susceptibilidad y riesgo a los deslizamientos (Lima de Montes, 1999). En el mapa de susceptibilidad (figura 1) se representa la probabilidad de aparición del fenómeno. Pero esta probabilidad no constituye un riesgo hasta que implique daños, bien sea en vidas

humanas o en pérdidas económicas, es por ello que a partir del mapa de susceptibilidad y teniendo en cuenta la actividad antrópica, se ha generado el mapa de riesgo (ver figura 2).

Han sido estudios que se iniciaron con la catalogación de los deslizamientos presentes en el área, para lo cual se han utilizado desde métodos fotogramétricos, que permiten ubicar, de forma aproximada, el deslizamiento y definir sus límites, hasta trabajos de campo para

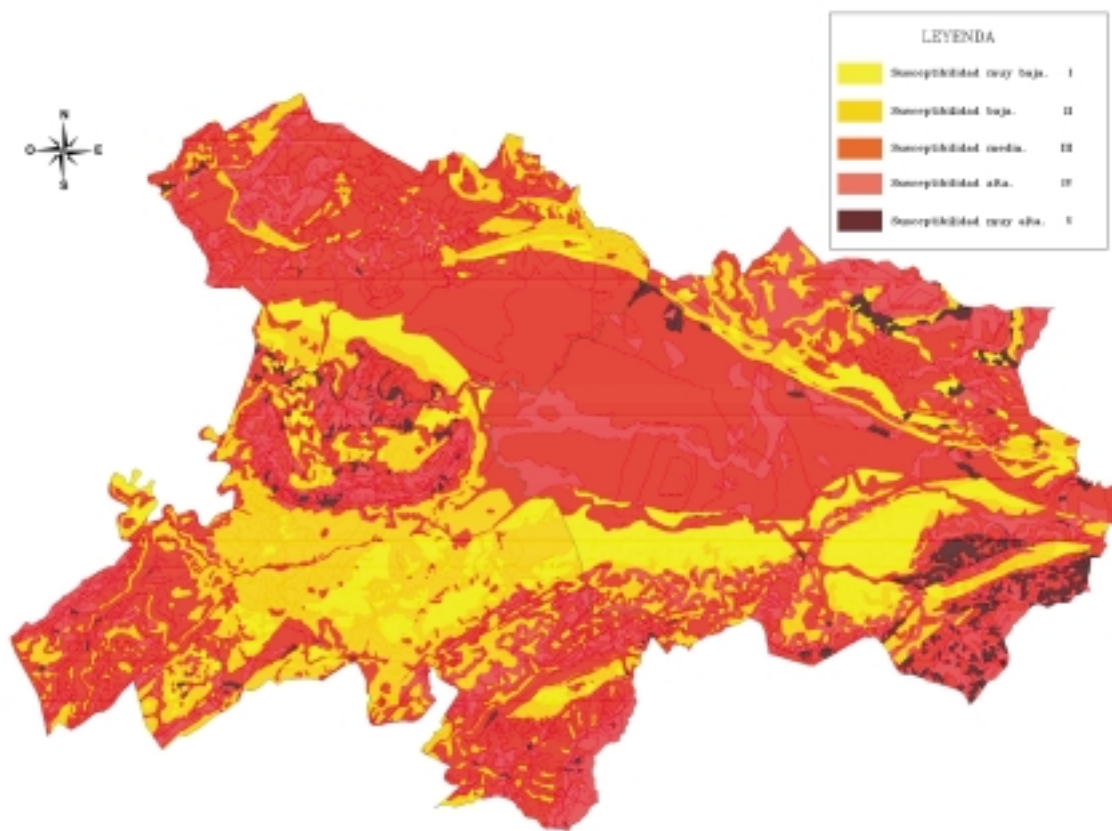


Figura 1. Mapa de susceptibilidad a los deslizamientos de la Zona Central de Asturias. Escala original del mapa 1:50.000.



Figura 2. Imagen del mapa de riesgo a los deslizamientos para los concejos de Oviedo, Llanera, Siero y Noreña. Escala original del mapa 1:50.000.

determinar tipo de deslizamiento, ubicación, elementos a los que afecta, etc. Parte de los trabajos de campo han consistido en la realización de levantamientos taquimétricos a escala 1:500, en los que se han empleado métodos clásicos y con instrumentación tradicional, como estaciones totales, y métodos más sofisticados, como puede ser el GPS, para dotar a un conjunto de vértices de coordenadas GPS, con las que, posteriormente, se han calculado las coordenadas UTM. Todos los resultados ha sido introducidos en un Sistema de Información Geográfica.

Paralelamente, se han digitalizado y obtenido los mapas requeridos en los análisis de susceptibilidad y riesgo, entre ellos cabe citar: el geológico, geotécnico, climatológico, hidrológico y topográfico. De ellos se han obtenido las variables consideradas como más importantes en cada análisis (Favre et al., 1998), así para determinar la susceptibilidad a los deslizamientos se han empleado cinco variables, a saber: litología, resistencia de los materiales, precipitaciones medias anuales, permeabilidad y pendiente. Para determinar el riesgo se han introducido dos variables más: densidad de población y de vías de comunicación.

Una vez obtenidos estos mapas, es necesario conocer la calidad de los mismos (Leroi, 1996, 1997). En cartografía, calidad, exactitud y error son términos íntimamente relacionados. El conocimiento de la calidad de una base de datos es fundamental, pero no sólo porque afecte a los propios datos sino porque los errores se propagan en los procesos de modelado propios de los SIG.

Existen varias formas de hacer el seguimiento de la exactitud: estimación de experto, estudio de la coherencia interna, comparación con fuentes de mayor exactitud, evaluación de tipo deductivo. De todos estos métodos, únicamente el último de los citados se puede aplicar a los resultados de los análisis.

En cuanto al error final tras un proceso, existen dos formas básicas de determinarlo, a saber: la *física* que consiste en estudiar todos y cada uno de los procesos, intentando acotar el error que se produce en cada uno de ellos; y la *estadística*, consistente en analizar el resultado final y contrastar su calidad mediante un test estadístico sobre una muestra de datos de comprobación que se consideran representativos, con total despreocupación de lo que ocurre dentro de los procesos (Reziz et al. 1996; Favre et al., 1998). El presente trabajo describe un método estadístico de validación del mapa de susceptibilidad.

METODO DE VALIDACIÓN

La monitorización de laderas naturales es uno de los métodos clásicamente utilizados tanto en la obtención de mapas de susceptibilidad como, más modernamente, en la validación de los análisis multivariados con los que se obtienen dichos mapas. Pero la monitorización de deslizamientos es una labor larga en el tiempo y costosa económicamente, por requerir técnicas sofisticadas (GPS, fotogrametría, estudios geofísicos, etc.). Proporciona información valiosa de un deslizamiento en curso, así aporta datos relativos a: velocidad del



Figura 3. Ubicación de perfiles en el Concejo de Oviedo en zonas de susceptibilidad media.

deslizamiento, dirección de los movimientos, etc., pero no comprueba realmente la eficacia del método con el que se ha obtenido el mapa de susceptibilidad y por tanto no sirve para validar datos predictivos.

El problema ha residido en encontrar un método comparativo alternativo. En este caso, la metodología se ha basado en el cálculo del factor de seguridad de laderas naturales. Hasta ahora éste sólo se utilizaba en teledetección (Gómez et al., 1999; Greenbaum, 1995) para conseguir modelos con los que obtener los mapas de susceptibilidad a pequeña escala, sin embargo en este trabajo se ha empleado como comprobación de resultados. La metodología empleada se ajusta al siguiente esquema.

Ubicación de puntos de control

El mapa de susceptibilidad está dividido en cinco categorías (ver figura 1). Para cada grado de susceptibilidad se realiza un muestreo aleatorio con el que obtener un conjunto de puntos sobre los que se van a apoyar los perfiles. Se han definido aproximadamente unos 20 puntos de control por cada grado de susceptibilidad (ver figura 3), independientemente de la superficie ocupada por ésta.

Definición de perfiles

Una vez que se conoce dónde se va a calcular la estabilidad, es necesario definir los perfiles. Para ello se utiliza el mapa topográfico del Principado de Asturias a escala 1:5.000. Todos los perfiles han de cumplir las siguientes condiciones: que no se encuentren ubicados en centros urbanos, que estén totalmente incluidos en una categoría concreta de susceptibilidad, han de ser perpendiculares a las curvas de nivel y con longitud mínima de 100 metros.

Cálculo del factor de seguridad

De todas las características del terreno, el modelo geológico, las propiedades geotécnicas y las hidrológicas del macizo son las que determinan el comportamiento de un talud. Todas ellas han de ser conocidas para calcular el factor de seguridad (Abramson, 1996). En cada perfil se ha definido el modelo geológico y se asigna los valores de densidad (γ), ángulo de rozamiento interno (φ) y cohesión (a) a cada uno de los materiales presentes. Estos datos han sido recopilados de informes inéditos y publicaciones. Debido a que las características hidrológicas del macizo dependen, en gran medida, del régimen pluviométrico, se ha optado por definir un grado de saturación constante; éste viene representado por el coeficiente de presión intersticial (r_u) igual a 0,6.

Para la obtención del factor de seguridad (F_s) se ha empleado el método del equilibrio límite, concretamente el de Bishop modificado, y se asume que la rotura es circular y poco profunda. Los cálculos se han realizado con el programa comercial *Slope/W* (1997) que obtiene,

además del F_s mínimo, la curva de rotura crítica correspondiente considerando los valores medios de las propiedades del terreno.

Análisis estadístico y zonación según factores de seguridad

El análisis estadístico consiste, en líneas generales, en establecer las relaciones que existen entre el F_s y la pendiente dentro de cada rango de susceptibilidad, para así correlacionar los atributos de cada polígono (procedentes de la superposición de los mapas en el análisis inicial) y su factor de seguridad.

Paralelamente, se crea un mapa de factores de seguridad que será reclasificado atendiendo a criterios geotécnicos. Como los mapas de susceptibilidad no se elaboran para estudios muy precisos del terreno sino mas bien para dar una idea global del mismo, en este trabajo sólo se tendrán en cuenta cuatro intervalos de valores del F_s :

- Menor a 1 para zonas estables
- Entre 1 y 1,3. Define zonas de estabilidad intermedia.
- De 1,3 a 1,5. Zonas estables pero sobre las que habrá que tener ciertas precauciones según el tipo de obra.
- Mayor a 1,5 para zonas estables.

Confrontación de mapas

La comparación entre el mapa de susceptibilidad y el de factores de seguridad, también mediante técnicas estadísticas, dará idea de la bondad del mapa de susceptibilidad y permite, en cierta medida, ajustar los coeficientes de ponderación utilizados a la hora de obtener el mapa de susceptibilidad.

RESULTADOS

Se han calculado los F_s para un total de 104 perfiles. De ellos, 15 se han ubicado en zonas de susceptibilidad muy baja y sobre materiales del Devónico, Carbonífero o Cretácico; un total de 22 en zonas con susceptibilidad baja, sobre materiales de diversas edades: Devónico, Carbonífero, Cretácico, Terciario y Cuaternario. En áreas con

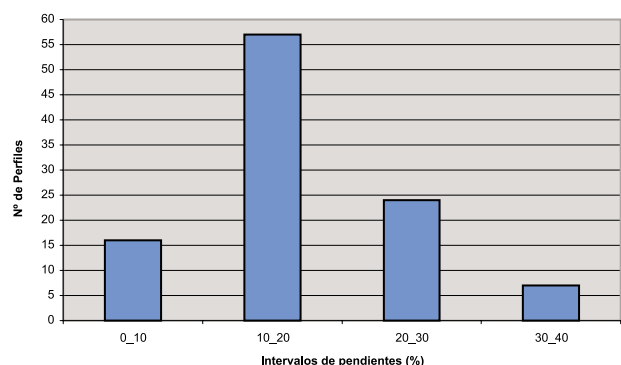


Figura 4. Distribución de perfiles según pendiente de la ladera.

susceptibilidad media se han situado 18 perfiles sobre materiales del Devónico, Carbonífero y Terciario. Las zonas con susceptibilidad alta vienen representadas por 26 perfiles situados sobre materiales esencialmente del Devónico y del Carbonífero. Son sobre materiales del cuaternario donde se han localizado los 23 perfiles correspondientes a las zonas de susceptibilidad muy alta.

Todos los perfiles ubicados en zonas con la misma susceptibilidad no poseen la misma pendiente, si bien existe una preferente. Del total de perfiles, la mayor parte de ellos poseen pendientes comprendidas entre el 10 y el 20%, como puede observarse en el histograma de la figura 4.

Es evidente que existe una relación de tipo potencial entre el **Fs** y la pendiente (ver figura 5), pero las correlaciones son tanto mejores si se realiza el análisis en cada intervalo de susceptibilidad. En todos los casos las funciones que mejor se ajustan son las de tipo potencial, como se puede observar en la tabla 1 y en la figura 6.

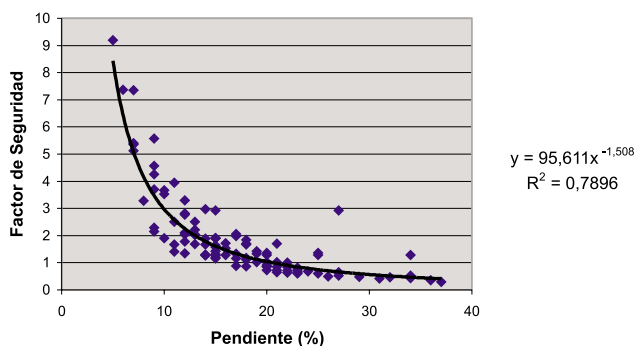


Figura 5. Gráfica que correlaciona la pendiente y el factor de seguridad. Número total de puntos: 104.

Susceptibilidad	Función	R ²
I	$y = 152,48x^{-1,625}$	0,95
II	$y = 75,487x^{-1,3846}$	0,81
III	$y = 65,066x^{-1,431}$	0,86
IV	$y = 53,515x^{-1,3857}$	0,85
V	$y = 16,099x^{-0,7773}$	0,32

Tabla 1. Coeficiente de correlación.

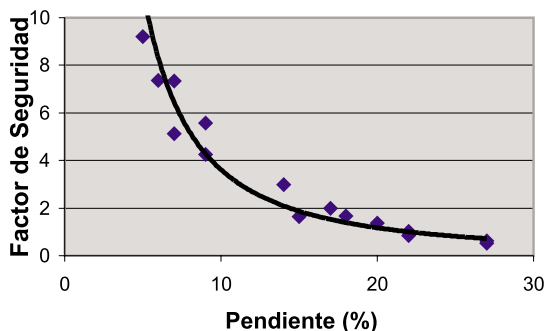


Figura 6. Correlación entre el **Fs** con la pendiente para el grado de susceptibilidad I

La única excepción a lo anteriormente expuesto lo constituyen los resultados provenientes de las áreas de mayor susceptibilidad a los deslizamientos, para los que no se ha encontrado buena correlación (ver figura 7). Este comportamiento anómalo también se observa si se consideran los valores medios de los **Fs** en cada tipo de susceptibilidad, según se aprecia en la figura 8. Los anómalos resultados pueden ser debidos a que son zonas donde se han producido, a lo largo del tiempo, numerosos movimientos de tierra que llegan a estabilizar las laderas; como es sabido, los movimientos de laderas conducen generalmente a un estado de equilibrio de las mismas.

El mapa de susceptibilidad estaba constituido por un conjunto de polígonos. Para cada uno de ellos se ha deducido el factor de seguridad

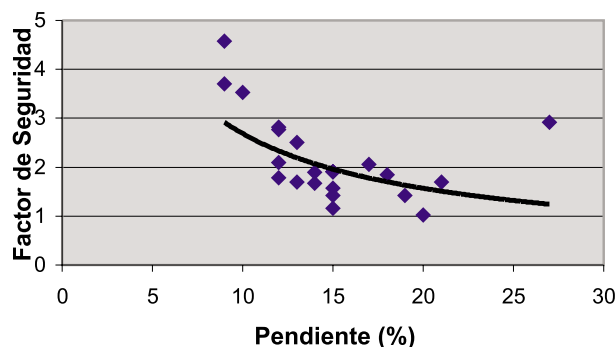


Figura 7. Factor de seguridad versus pendiente para perfiles en zonas de susceptibilidad muy alta.

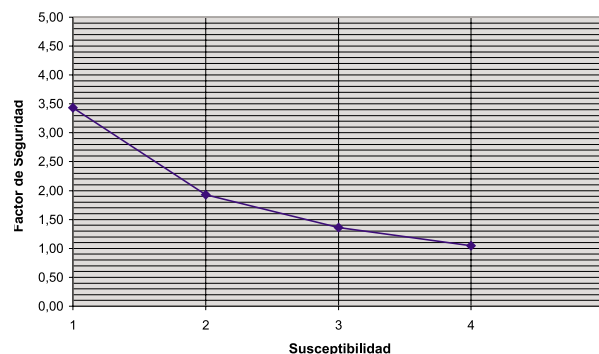


Figura 8. Factores de seguridad medios en cada grado de susceptibilidad.

en base a los resultados anteriores y se ha reclasificado el mapa según los criterios citados en el apartado metodológico. El mapa resultante se observa en la figura 9. En líneas generales, las zonas de mayor inestabilidad se localizan en el Monte Naranco, en las inmediaciones de Trubia y en dos franjas: una al norte y otra al sur de la zona de estudio, como sucedía en el mapa de susceptibilidad.

Comparando ambos mapas y tal y como se aprecia en la figura 10, la totalidad de los polígonos con susceptibilidad baja poseen factores de seguridad mayores a 1,5 (que indican zonas estables). En los polígonos con susceptibilidad muy alta sucede algo parecido, la mayoría de los polígonos poseen factores de seguridad comprendidos entre 0 y 1, existiendo un 17% con valores mayores.

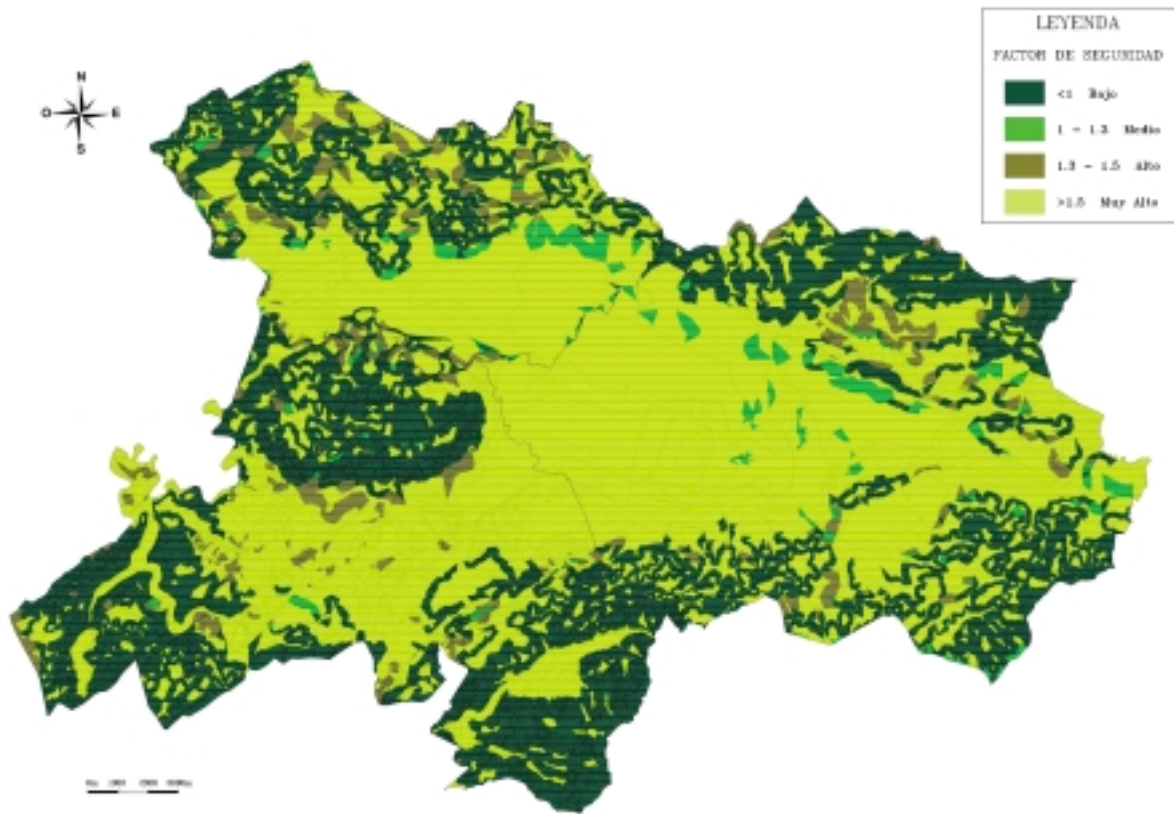


Figura 9. Mapa de factores de seguridad.

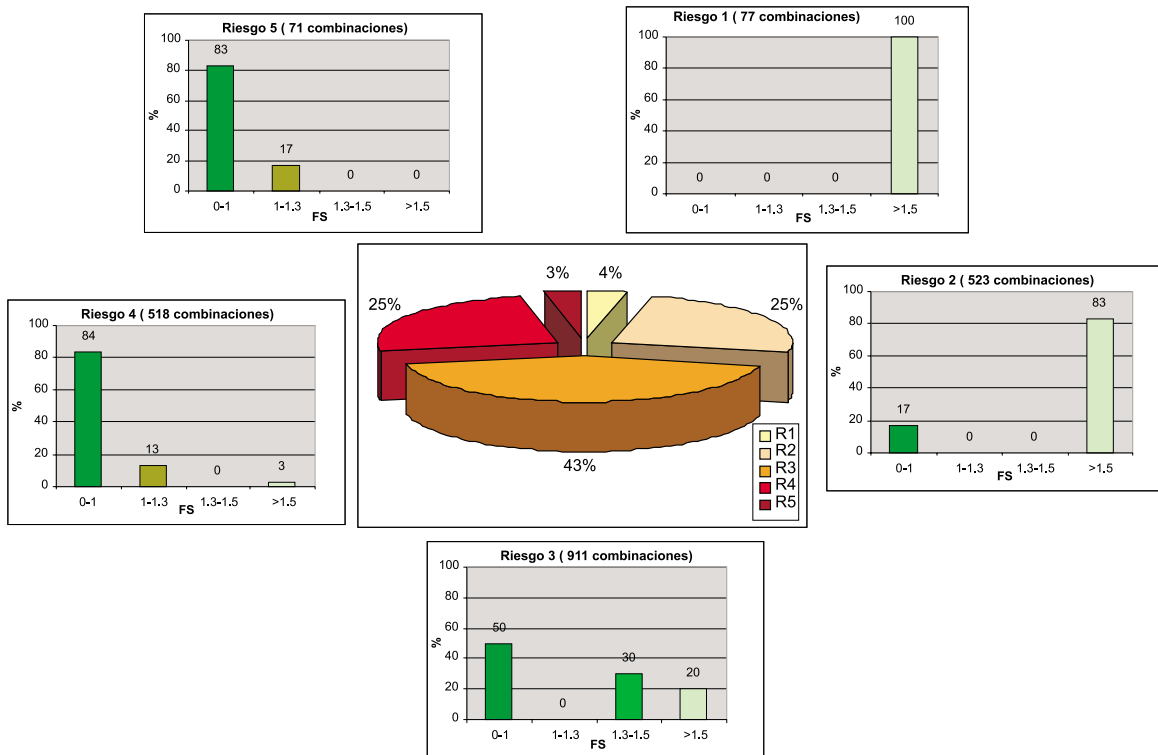


Figura 10. Comparación entre los resultados procedentes del mapa de susceptibilidad y el de factor de seguridad.

CONCLUSIONES

La dificultad de cuantificar y acotar los errores que se producen y propagan en cualquier análisis espacial, y concretamente en el requerido para generar mapas de susceptibilidad a los deslizamientos, obliga a realizar nuevos estudios (con diferente metodología) que corroboren los resultados obtenidos mediante análisis SIG. Para ello, tradicionalmente, se han requerido trabajos costosos económicamente y dilatados en el tiempo, fundamentalmente basados en el seguimiento de los deslizamientos con diferentes técnicas topográficas.

En este estudio se aborda el tema de forma diferente, adoptando métodos estadísticos sobre datos de partida de mayor precisión, concretamente mapas a escala 1:5.000. El procedimiento está basado en la cuantificación de la susceptibilidad a partir del factor de seguridad, que es un indicador de la probabilidad de deslizamiento en la ladera. La metodología permite no sólo estimar el grado de bondad del mapa de susceptibilidad, si no también ajustar los coeficientes de ponderación de las variables utilizadas a la hora de determinar el modelo.

Cotejando los resultados provenientes del mapa de susceptibilidad y del de factores de seguridad, y prescindiendo los errores observados en la definición del contorno del mapa al pasar de escalas 1:50.000, 1:25.000 y 1:10.000 a escala 1:5.000, se observa una coherencia de resultados por lo que se puede concluir que las variables utilizadas son las adecuadas y que los coeficientes de ponderación óptimos son: 30% para pendientes, 25% para la litología, 20% para la capacidad de carga, 15% para permeabilidad y 10% para las precipitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abramson, L. (1996): "Slope stability and stabilization methods". New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Favre, J. L.; Brugnot, G.; Gresillon, J. M.; Jappiot, M. (1998): "Évaluation des risques naturels. Une approche probabiliste". Techniques de l'Ingenieur, traité Construction.
- Leroi, E. (1996): "Cartographie du risque MVT á différentes échelles". VIII Int. Symp. on Landslides, special lecture. Trondheim.
- Leroi, E. (1997): "Landslide risk mapping: problems, limitations and developments". Landslide risk assessment. Cruden & Fell (ed.). Balkema.
- Rezig, S.; Favre, J. L.; Leroi, E. (1996): "The probabilistic evaluation on landslide risk". VIII Int. Symp. on Landslides, special lecture. Trondheim.
- Gómez, H.; Bradshaw, R. P.; Mather, P. M. (1999): "Monitoring the distribution of shallow landslide-prone areas using remote sensing, DTM and GIS: a case study from the tropical Andes of Venezuela".
- Greenbaum D. (1995): "Rapid methods of landslide hazard mapping: Papua New Guinea case study". Technical Report WC/95/27. Nottingham: British Geological Survey.
- Lima de Montes, Y (1999): "Generación de mapas de susceptibilidad y riesgo a los deslizamientos mediante un SIG aplicado a la Zona Central de Asturias". Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo. ■

"LA TIENDA VERDE"

C/. MAUDES, 23, TEL. 91 535 38 10 y MAUDES, 38, TELS. 91 534 32 57 - 91 533 07 91
FAX: 91 533 64 54
28003 MADRID

"LIBRERIA ESPECIALIZADA EN CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA"

- | | | |
|---|--------------------------|---------------------------------|
| - MAPAS TOPOGRAFICOS: S. G. E. I. G. N. | - MAPAS METALOGENETICOS. | - MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES. |
| - MAPAS GEOLOGICOS. | - MAPAS TEMATICOS. | - FOTOGRAFIAS AEREAS. |
| - MAPAS DE CULTIVOS Y APROV. | - PLANOS DE CIUDADES. | - CARTAS NAUTICAS. |
| - MAPAS AGROLOGICOS. | - MAPAS DE CARRETERAS. | - GUIAS EXCURSIONISTAS. |
| - MAPAS DE ROCAS INDUSTRIALES. | - MAPAS MUNDIS. | - GUIAS TURISTICAS. |
| - MAPAS GEOTECNICOS. | - MAPAS MURALES. | - MAPAS MONTAÑEROS. |

"VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA"
"SOLICITE CATALOGO"

Instrumentos Topográficos Históricos de la región de Bohemia

Pavel Hánek

UNIV. TÉCNICA CHECA DE PRAGA

Antonin Svejda

MUSEO TECNOLÓGICO NACIONAL DE PRAGA

Resumen

Con motivo de la Semana de Trabajo de la FIG-Praga 2000 se celebró, dentro del marco de actividades de Praga 2000-Capital Europea de la Cultura, una exposición titulada "Instrumentos Geodésicos Históricos de Bohemia" en el Museo Tecnológico Nacional, del 5 de mayo al 15 de julio del año 2000. La exposición se centró en los dos periodos asociados con los avances del desarrollo económico y político del estado checo: el reinado del emperador Rodolfo II y el final del siglo XIX y comienzos del XX.

Un aspecto importante en la preparación de esta exposición ha sido la comprobación de la calidad de los Instrumentos Históricos, usando modernos métodos basados en la norma internacional CSN ISO 8322 (1996), además de algunas pruebas que ya no están en uso. Estos resultados se han incorporado a varias tesis de diplomatura en Geodesia, propuestas en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Checa (CTU) de Praga.

Abstract

On the occasion of the FIG Working Week Prague 2000, exhibition of "Historical Surveying Instruments from Bohemian Region" take place in the National Technical Museum in the period of 15.5. - 15.7.2000 within the action Prague 2000-European City of Culture. The focus of the exhibition was in accordance with the economic and political development of the Czech state: the time of the rule of Emperor Rudolph II and the turn of the XIX and XX centuries.

The part of preparation was a verification of surveying instruments quality in accordance with the international standard CSN ISO 8322 (1996), with a completion of parameters, which have already been nearly forgotten. The verification was an objective of some diploma works conducted at the Department of Special Geodesy and defended at the Faculty of Civil Engineering, CTU Prague.

I. INTRODUCCIÓN

Con motivo de la Semana de Trabajo de la FIG-Praga 2000, se inauguró una exposición de Instrumentos Geodésicos Históricos de Bohemia en el Museo Tecnológico Nacional, del 5 de mayo al 15 de julio del 2000, dentro del marco de actividades de Praga 2000-Capital Europea de la Cultura.

Los autores de este artículo, que fueron también los responsables de la exposición, ya informaron en el XXI Congreso de la FIG de Brighton (Hánek y Svejda, 1993) a la comunidad científica acerca de la historia de la fabricación de instrumentos topográficos en el territorio checo. La exposición se complementó con una muestra de la producción de instrumentos y herramientas fotogramétricos. La parte principal de la exposición estaba enfocada en dos periodos: el reinado del emperador Rodolfo II y finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, que fueron unas de las épocas de mayor desarrollo económico y político del estado Checo.

Las piezas expuestas fueron cedidas, además de por el Museo Tecnológico Nacional, organizador de la exposición, por el Museo Técnico de Brno, la Universidad Técnica de Ostrava, la Facultad de Minas, el Departamento de Geodesia de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Praga y también por coleccionistas privadas.

Un aspecto importante en la preparación de esta exposición fue la comprobación de la calidad de los Instrumentos Históricos, usando modernos métodos basados en la normativa internacional CSN ISO 8322 (1996), además de algunas pruebas que ya no están en uso, y determinando algunos de los parámetros que ya estaban casi olvidados. Dicha verificación fue objeto de algunos trabajos de diplomatura efectuados en el Departamento de Geodesia Especial y presentados en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Praga. Al final de este artículo se da una breve relación de los mismos.

2. HISTORIA DE LOS ARTESANOS Y FABRICANTES

2.1. La época de Rodolfo II

Una de las más altas cotas del florecimiento de las ciencias en el estado checo, que coincide en parte con la producción de instrumentos topográficos, se alcanzó durante el reinado del gobernante renacentista y amante de las artes Rodolfo II (1552-1612). En 1583 trasladó su corte a Praga, que se convirtió en una importante metrópolis europea, atrayendo a especialistas de todos los campos. En esta corte imperial trabajaba el notable científico y doctor Tadeas Hajek, también conocido como autor de la primera triangulación realizada en el área de Praga. Por él fueron a Praga los renombrados astrónomos Tycho Brahe y Johannes Kepler, que también cooperaban en la construcción de instrumentos. Alrededor de 1612 Kepler diseñó un tipo de telescopio astronómico que fue ampliamente utilizado incluso en Geodesia. Además de estos científicos, también trabajaban en la corte importantes mecánicos europeos. Muchas de sus piezas maestras pronto se dispersaron o perdieron en la Guerra de los Treinta Años (1618-1648).

El famoso Jost Burgi (latinizado como Iost Byrgi, 1552-1632), de origen suizo, trabajó en la corte de los duques de Hessen, que constituía uno



Brandeis

de los centros científicos europeos más prominentes. Desde 1602 sus trabajos habían estado protegidos por privilegios imperiales, en cierto modo un antecedente de la protección por patente. En 1604 se convirtió en el relojero real. Un instrumento suyo para dibujar en perspectiva, basado en el teodolito, está fechado también en el año 1604. En 1609 Jost Burgi hizo un preciso instrumento de triangulación para el Duque de Hessen, basado en el principio de la semejanza de los triángulos, y que hoy es el orgullo de la colección del museo de Kassel. En 1610, Jost Burgi confeccionó unas tablas de logaritmos, según J. Kepler, que las utilizó. Aunque se adelantó a John Napier, estuvo dudando el publicarlas durante diez años, por lo que John Napier las publicó antes que él.

Otro eminente inventor fue Erasmus Habermel (¿-1606). Fue el autor de varios teodolitos, de instrumentos de nivelación, instrumentos de triangulación y de topografía de artillería, que pertenecen, en su mayoría, a colecciones repartidas por todo el mundo. El funcional y artísticamente perfecto reloj de sol ecuatorial con altímetro forma parte de la mundialmente renombrada colección de instrumentos gnomónicos que posee el Museo Tecnológico Nacional de Praga. La colección de instrumentos matemáticos que se exhibió (círculos graduados, niveles de construcción, compases e instrumentos de dibujo), fabricados para el médico del emperador Franciscus Paduanus de Forlì, también procede del taller de Habermel.

Otro decorativo instrumento de la exposición fue el teodolito de bronce dorado con reloj solar acimutal y con una extensa colección de funciones matemáticas (funciones goniométricas, longitud de los lados de triángulos, etc.) datado en los años 1608 al 1613. El autor fue Heinrich Stolle, colaborador del mencionado J. Burgi.

Los mencionados instrumentos fueron verdaderamente excepcionales teniendo en cuenta su finalidad. Sin embargo, la práctica topográfica alcanzó unos excelentes resultados, lo que evidencia el



Fric

alto nivel de los instrumentos comúnmente utilizados. La construcción de un túnel de aguas, único en su género (el llamado Túnel de Rodolfo), terminado en 1593 tras once años de trabajos, es un ejemplo excelente. El rectilíneo túnel, con un perímetro interno de aproximadamente $(0,7-1,5) \times (3-4)$ metros, atraviesa en su mayor parte un lecho de roca natural, a 43 m de la superficie como máximo. Tiene 1,1 km de longitud, con una diferencia de cota en los extremos de tan sólo 1,12 m. Se comenzó a excavar simultáneamente desde ambos extremos y dispone en su trayecto de 4 pozos verticales que lo comunican con la superficie. Su construcción reunió a los ingenieros más destacados de la época. Justo antes de su finalización, un empleado de la corte, Isaac Phendler; dibujó un mapa del túnel a escala 1:540 (Hanek, 1994) para información del emperador:

2.2. Producción del siglo XVIII

Los sucesos de la Guerra de los Treinta Años poco a poco ocasionaron el colapso económico en el estado checo, la emigración de muchos intelectuales y una caída en el provincianismo, todo lo cual también afectó a los mecánicos de precisión. En los años que siguieron sólo se continuó la fabricación, en pequeños talleres, de pequeños instrumentos topográficos, cartográficos y de dibujo, o piezas únicas por encargo. Este periodo estuvo representado en la exposición por un instrumento de minería llamado "schinzeug", por un astrolabio de círculo completo y por el tablero de dibujo telescópico diseñado por Reitzenstein.

En este punto, es conveniente recordar que la Escuela Estatal de Ingeniería de Praga fue establecida en 1705 a iniciativa y demanda del ingeniero imperial Joseph Christian Willemberg (1676-1731). Esta institución, que fue la antecesora de la actual Facultad de Ingeniería Civil, fue fundada en base a una Cédula Real Fundacional, emitida por el emperador José I y escrita en checo. Los dos años de enseñanza que se impartían, abarcaban Aritmética, Geometría teórica y práctica, Geodesia e Ingeniería Militar. Un distinguido profesor de la Escuela de Ingeniería de Praga, Frantisek Linhart Herget (1741-1800), fue el topógrafo principal y el examinador del catastro estatal unificado, fundado en 1785 por el emperador José II (1741-1790). También extendió los certificados de los instrumentos topográficos diseñados.

2.3. Desarrollos del siglo XIX hasta mediados del siglo XX

En el siglo XIX se produjo una recuperación de los instrumentos y herramientas topográficos, debido a la Revolución Industrial y al Resurgimiento Nacional Checo. Este periodo se correspondió con la creciente influencia económica y el desarrollo de Bohemia bajo la monarquía de los Habsburgo. El primer taller mecánico fue fundado en 1808 por Josef Bozek (1782-1835), que desde 1805 había sido relojero y mecánico del Instituto Politécnico de Praga. Su hijo Frantisek (1809-1886) le sucedió en el taller y en sus funciones y también su hijo Romuald fabricó instrumentos. Ambos continuaron haciendo instrumentos científicos individuales y, a menudo, únicos, incluidos los topográficos. Los productos de la

firma Spitra destacaron por encima del promedio de la producción europea de su tiempo. Tres generaciones de la familia (Frantisek, Vaclav Michal y Otakar) estuvieron trabajando en Praga desde 1820 hasta finales del siglo. Alrededor del año 1840, otro destacado artesano, Mathias Richard Brandeis (1818-1868), ya estaba fabricando instrumentos topográficos. Tras su muerte, la firma Haase&Wilhelm se hizo cargo de su taller. Estos mismos fabricantes estuvieron representados en la exposición por una extensa colección de instrumentos de medición de ángulos, de nivelación y topográficos, así como por un heliotropo.

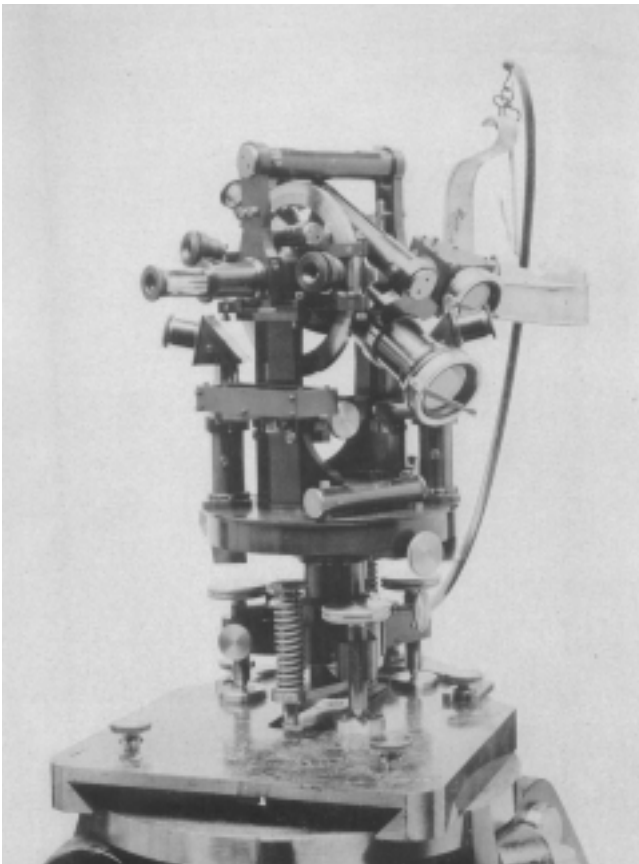
En 1890 existían en Praga, centro de la producción, 24 talleres que fabricaban instrumentos topográficos y a final de siglo ya había el doble. En lo que respecta a calidad, la firma Strejc&Dusek era la mejor entre las productoras de equipos para dibujo. De entre los diseñadores y fabricantes instalados fuera de Praga, la firma más notable fue la de Karl Gangloff (1809-1879), un importante ingeniero forestal de Rozmítal del Trensím. Fue el autor de muchas herramientas y ayudas para la llamada geodesia forestal, de varios tipos de dendrómetros y de planímetros en particular. En la primera mitad del siglo XX, la compañía Eichler tenía su sede en Ustí del Labe y su producción se encontraba representada en la exposición por un teodolito universal.

Muchos especialistas checos diseñaron instrumentos individuales, a menudo para compañías de Viena. Para nombrar al menos algunos: el hipsómetro diseñado por el distinguido profesor del Politécnico de Praga Karel Frantisek Edvard, caballero de Koristka (1825-1906), el instrumento de nivelaciones gráficas del profesor Frantisek Muller (1835-1900) o el taquímetro logarítmico del notable ingeniero forestal y topógrafo de ferrocarriles Dipl. Ing. Antonin Tichy (1843-1923).

El profesor del Politécnico de Praga Frantisek Muller y su sucesor, el profesor y rector Frantisek Novotny (1864-1918), fueron los autores del primer texto moderno sobre Geodesia en checo (en cuatro partes de gran calidad, aunque inacabado, y titulado *Compendio de Geodesia Superior e Inferior*, Praga 1884-1923).

2.3.1. La compañía J&J Fric

En 1883 surgió un nuevo punto de partida en la producción de instrumentos topográficos, cuando los hermanos Josef (1861-1945) y Jan (1863-1897) Fric fundaron en Praga "La Tienda de la Mecánica de Precisión". Las áreas de interés y la creatividad de ambos hermanos fueron muy amplias. Además del diseño y la producción de instrumentos en sus propios talleres, construyeron, entre otros, un polarizador y un analizador; además de un baroscopio para indicar la densidad de los jugos de azúcar. También diseñaron maquinaria para hacer las divisiones de los círculos graduados de los instrumentos topográficos, para pulir las lentes y otros muchos. Su participación en la Exposición Universal de Praga de 1891 fue un gran éxito. A partir de 1906, la firma J&J Fric fabricó un polarímetro que indicaba el contenido en azúcares y que fue aceptado para aplicar la normativa oficial en los EEUU.



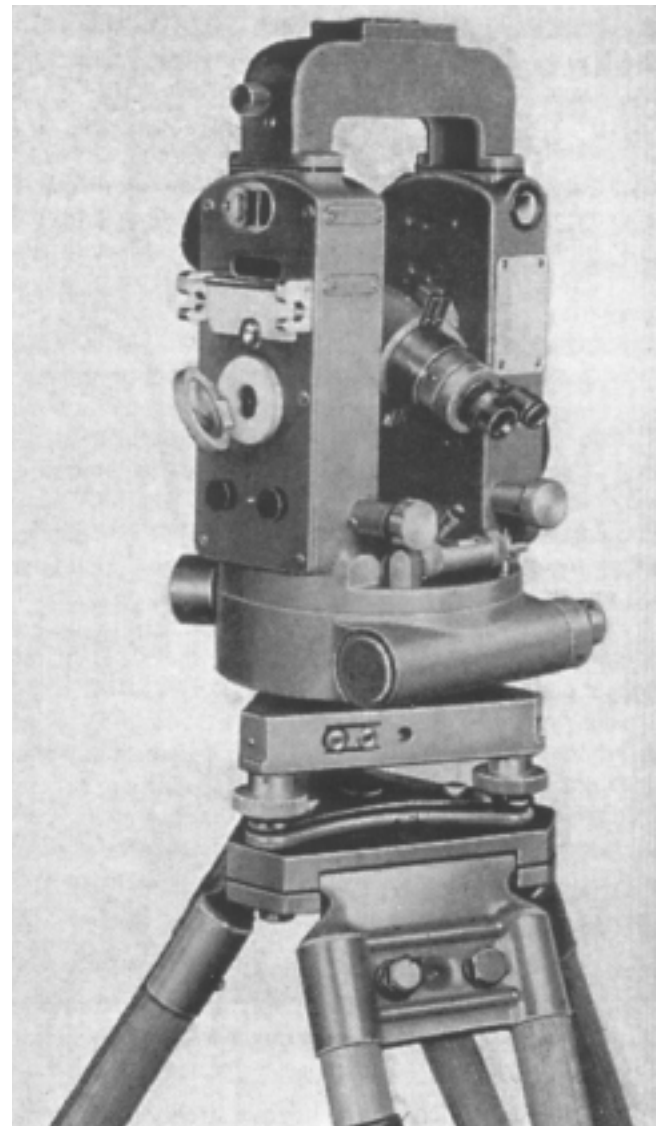
Fric Duplex

Durante su existencia, la empresa familiar de los hermanos Fric fabricó todo tipo de herramientas e instrumentos topográficos y cartográficos, incluyendo al prestigioso teodolito para triangulación "6R" con tornillos micrométricos y una estimación de lecturas de hasta 2", e instrumentos especiales para la medición de deformaciones en presas y para la construcción de túneles. Tras su nacionalización, la empresa cerró a comienzos de los años 1950, cuando, estando dentro de la empresa nacional Metra, se le cambió de línea de producción.

En 1884-85 fabricó una pequeña serie de teodolitos de minería "Dúplex", en los que, por primera vez en el mundo, se empleaba un anillo graduado de cristal. El anillo horizontal de 130 mm de diámetro estaba hecho con cristal de espejo de 8 mm de ancho. El borde superior se había dividido en grados mediante un butil de diamante y la numeración fue grabada con un pantógrafo del tipo "Milanese", con una reducción de 25x. La parte grabada se rellenaba con grafito en polvo. El anillo se iluminaba mediante una bujía en combustión, a través de una pequeña ventana en la parte inferior del recubrimiento del anillo. Los minutos de ángulo se leían directamente, con una estimación de 30", mediante dos microscopios opuestos, con una ampliación de 24x, y con el eje óptico desviado con un prisma. El teodolito era de uso universal para mediciones angulares (usando referencias astronómicas en la superficie y mediante poligonación y mediciones de pendientes bajo suelo) y también para nivelación. Para la construcción del instrumento de repetición de ajuste fino, los hermanos Fric se propusieron cumplir 17 condiciones im-

puestas por ellos mismos. Muchas de las mismas son de uso común hoy día (por ejemplo: trípode plegable, ajuste fijo y flexible, centrado nadiral y cenital, telescopio reversible con iluminación en el visor del campo visible, recubrimiento de los anillos y de otras piezas y la posibilidad de una rectificación completa de todas las relaciones axiales mecánicas). El "Dúplex" medía 28 cm de altura, incluido el nivel de estacionamiento, y 21 cm de ancho, lo que era apenas la mitad de las dimensiones normales en aquel tiempo. Para facilitar la puntería en los planos verticales se empleaban dos telescopios de longitud variable. En mediciones de gran pendiente, el eje del telescopio atravesaba el eje cóncavo de volteo de la parte superior del telescopio con el tubo de nivelación reversa, y estaba desviado en trayectoria rectangular en la parte del objetivo (sobre el lado opuesto del anillo de metal vertical con los nonios). En 1886 se publicó una descripción de su construcción en la prestigiosa revista "Zeitschrift für Instrumentenkunde" (Fric J&J. 1886).

En la Exposición de Bruselas de 1888 se presentó otra notable novedad, un compás colgante de círculo del tipo "Kassel" para mediciones de mi-



Meopta T 1°

nería, con un nonio de aguja. Las oscilaciones laterales de la aguja aplastada se reflejaban sobre un disco de mica de forma tan eficaz que podría haber estado equipada con nonios en ambos extremos. El círculo estaba dividido en las tradicionales 24 horas, teniendo la menor sección del anillo un valor de 2 minutos y una graduación del nonio 10 segundos, es decir 2'30" en divisiones sexagesimales.

La construcción de un instrumento astronómico geodésico circuncenital para la obtención de coordenadas geográficas por el método de las alturas iguales, se resolvió gracias a una idea brillante del Prof. F. Nusi. Su ventaja, en comparación con los astrolabios, era, entre otras, la división vertical de la imagen y la colocación del horizonte de mercurio en el centro del instrumento. En 1932 se construyó un micrómetro impersonal de acuerdo con el diseño del Prof. E. Bucher; cuyo modelo fue mejorado en los años 70 por el "VUGTK" (Instituto de Investigaciones de Geodesia, Cartografía y Topografía), que ahora se localiza en Zdiby, y que aun fabrica el instrumento bajo la denominación "1000/100". El mismo equipo construyó otros instrumentos astronómicos: los llamados instrumentos diacenitales y radiocenitales.

2.3.2. Las empresas Srb&Stys y Meopta

En 1919, al poco de la formación del estado independiente de Checoslovaquia, fue fundada en Praga la empresa óptico-mecánica Srb&Stys. La compañía se desarrolló rápidamente gracias principalmente a los encargos militares. La nueva empresa introdujo el moderno sistema de producción en cadena e incorporó a muchos y excelentes mecánicos de la compañía Hermanos Fric. Desde 1923 ha venido produciendo toda la gama de herramientas e instrumentos topográficos (jalones, planímetros, clinómetros, pantógrafos, conjuntos de instrumentos de dibujo).

También se han fabricado instrumentos para aplicaciones especiales, como, por ejemplo, para la medición del nivel del agua. Entre sus diseños

más afortunados se pueden mencionar el bonito teodolito de triangulación con microscopios de tornillo y con una precisión de lectura por estimación de 1"; el teodolito escolar "Th S"; el teodolito "TN25" y el instrumento de nivelaciones técnicas "NN25". También fue muy popular un adaptador para medición de distancias con dos imágenes.

A partir de 1945, tras la fundación del Departamento de Geodesia en la compañía Srb&Stys, se estableció la empresa nacional Meopta Kosire, que se encargó del programa de fabricación del anterior departamento. Muchos diseñadores de la vieja firma comenzaron a trabajar en la recién creada empresa, como por ejemplo A. Holy, Hoger y A. Dvorak, que en poco tiempo ayudaron a superar el retraso ocasionado por la guerra y alcanzaron una sólida posición en Europa. En el catálogo de 1961 se puede ver la versión modernizada del teodolito "TH 30" con anillos de metal y lectura con nonios de 30", y también la construcción del teodolito "Meopta T1", de 1955, con anillos de cristal y lectura mediante un sencillo micrómetro óptico, que permite la estimación de 2 mgon (2cc). Para el ejército se le equipaba con un periscopio. En el catálogo también encontramos un teodolito de globo (meteorológico), un equipo topográfico, una barra para medición de bases, un instrumento para nivelación en la construcción, el "NK 30x", con un anillo de cristal dividido en minutos, el pequeño (llamado de bolsillo) y más antiguo instrumento "KNK 8.8x" y el novedoso "MN 10x". También había un equipo de trazado cartográfico y el muy popular triple pentágono.

En 1961, el público profesional checoslovaco conocía el desarrollo de una nueva serie de teodolitos de excelente funcionamiento y diseño (del tipo "MT 0" de 15 aumentos, lectura de 5c, el "MT 10", de 28x y 1c, el "MT 11" con índice automático en anillo vertical, el "MT 20", de 28x y 10cc, y el "MT 30", de 34x y 1cc). La serie se complementaba con teodolitos y brújulas escolares y, como es lógico, con una línea completa de accesorios. Ninguno de estos instrumentos se usó en la práctica, ya que en 1963 se detuvo y suspendió su producción, que fue delimitada por



Schinzeug



Stolle

el Consejo de Ayuda Mutua Económica; la empresa y su nuevo programa de producción quedó incorporada dentro de la empresa "ZPA".

La situación de la producción de los instrumentos de nivelación fue algo mejor. El nuevo tipo "MN 20", con micrómetro, diseñado para la nivelación de precisión, y el "MN 10", diseñado para la construcción, fueron desarrollados y fabricados. El último modelo fabricado fue el elegante "MNK 20", para nivelaciones técnicas y con ajuste automático de la línea de medición mediante compensador.

2.4. Producción fotogramétrica y de otros tipos

La tradición fotogramétrica es muy rica en el territorio de Bohemia, que como dijimos fue parte del Imperio Austro Húngaro. Después de la formación de Checoslovaquia, se establecieron aquí notables empresas civiles: El Instituto Geográfico Militar Checoslovaco continuó el trabajo iniciado por el Instituto Geográfico Militar de Viena, la empresa Koula de Praga fabricó instrumentos fotogramétricos y de reproducción fotográfica de calidad. De 1930 a 1935, y por encargo del ejército, esta firma suministró cámaras aéreas automáticas y semiautomáticas de los tipos "A-I-25" y "A-II-30", con un tamaño de 13x18 cm, obturador tipo persiana y una distancia focal de hasta 500 mm. Además, disponían de pequeños instrumentos para efectuar una rápida evaluación de imágenes: espejos estereoscópicos y estereoscopos de dibujo. Haager, otra firma de Praga, suministraba al ejército una cámara aérea de mano del tipo "A-VII-38". Otras compañías de Praga, como A. Loschner y V. Kolar también diseñaron y fabricaron equipos fotogramétricos antes de la Segunda Guerra Mundial. El rectificador "Mahr-Kolar", con un eje óptico desviado y que conseguía una notable reducción de alturas, fue diseñado excelentemente pero sólo se quedó en prototipo. La compañía Zobrovka de Brno fabricó, en 1933, un estereo-autógrafo para la medición sobre imágenes terrestres de dimensiones 6x9 cm.

El profesor F. Svoboda diseñó y construyó con sus colaboradores una serie de instrumentos de geodesia y astronómicos en el Observatorio Astronómico de Praga (CTU). El más conocido es el llamado "almukan-

tar", de 1937, que es un instrumento de espejo para la medición de la latitud geográfica.

Después de la Segunda Guerra Mundial, además de la firma Meopta existían otros fabricantes menores. El mencionado Instituto de Investigaciones de Geodesia, Cartografía y Topografía, construyó los equipos de nivelación hidrostática "HYNI" controlados por ordenador, y produjo uno de los primeros prototipos de distanciómetros luminosos; suministró cintas de medición tipo invar y ha venido fabricando, hasta la fecha, un modelo adaptado del equipo llamado circumcenital. También la empresa Meopta ha fabricado reglas taquimétricas de anillo "Cirta", coordinatógrafos polares y sistemas de trazado ortogonal. En la actualidad también se fabrican en la República Checa prismas de reflexión para distanciómetros y otras pequeñas herramientas.

3. VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD Y PARÁMETROS DE LOS INSTRUMENTOS HISTÓRICOS

Del año 1996 al 2000 se han presentado en el Departamento de Geodesia Especial de la Facultad de Ingeniería Civil de Praga (CTU), seis tesis de diplomatura que trataban acerca de la verificación y determinación de los parámetros de los instrumentos checos, en especial de los de finales del siglo XIX y comienzos del XX, así como acerca de la determinación de su calidad, de acuerdo con la Norma Internacional Checa (CSN ISO 8322/1996). Aun cuando la verificación de las piezas expuestas no nos da una imagen exacta de sus propiedades en el momento en el que fueron utilizados en la práctica, suponemos que contribuirán considerablemente a la clasificación de la colección y al estudio y análisis de trabajos de ingeniería aun más antiguos.

Los requisitos previos a la verificación, de acuerdo con la norma CSN/ISO, son el realizar las mediciones con los instrumentos en prueba en dos días diferentes y siempre en una serie. En lo que respecta a los teodolitos, la serie consiste en la medición de 4 direcciones horizontales, dispuestas sobre todo el círculo horizontal, en tres grupos sin cierre, o en la medición de 4 ángulos verticales apuntando a puntos de diversa elevación. Los resultados que se manejan son las desviaciones estándar

Fabricante	Tipo	Año	Aplicación	Aumentos	Desviación estándar["]		Sensibilidad del nivel["]		Nota: constante de multiplicación
					s_{ϕ}	s_{ζ}	Alidada	Otros	
J. & J. Frič	6R	1907	Triangulación.	30x	5.8	-	19.6/93.5	Nivel "striding" no medido	Microscopio de tornillo
				40x	4.0	-			
				60x	5.8	-			
J. & J. Frič	9R	1910	Polyg.	30.0x	8.5	8.9	30.6/50.0	15.0 Nivel de burbuja	100.2±0.2
J. & J. Frič	13RN	1911	Tach.	sin detectar	31.8	No medido	22.4/4.1	-	100.2±0.1
Srb & Štys	No. 256	1927	Triang.	26.1x	3.6	-	17.9/16.2	5.0 strid.	Microscopio de tornillo
Srb & Štys	THN	1939	Polyg.	23.3x	10.3	7.2	34.7/37.8	22.0 Nivel de burbuja	100.4±0.1
Srb & Štys	THN	1947	Tach.	20.0x	14.6	8.2	53.3/40.6	23.6 Nivel de burbuja	100.0±0.1

Tabla 1 Teodolitos

Fabricante	Construcción	Año de fabricación	Sensibilidad del nivel de burbuja	Regla [mm]	Aumentos	Desviación estándar s_{km} [mm]
Spitra	Líquido Tabular	2. ^a mitad del siglo XIX	-	800	-	44.5
Božek	Dioptra de nivelación	1838	90	860	-	11.9
Spitra	Dioptra de nivelación	2. ^a mitad del siglo XIX	150	320	-	19.0
Haase & W.	Dioptra de nivelación	1880-98	46	310	-	18.5
J. & J. Frič	Dioptra de nivelación No 597	1899	34	315	-	10.7
Spitra	Dioptra de nivelación	1. ^a mitad del siglo XIX	25	-	10x	4.3
Haase & W.	Dioptra de nivelación	2. ^a mitad del siglo XIX	16	-	8x	6.3
J. & J. Frič	Dioptra de nivelación No 866	1902	16	-	44x	1.8
J. & J. Frič	Instrumentos de Nivelación No.1541	1908	21	-	17x	2.9
J. & J. Frič	Instrumentos de Nivelación, No.3630	1918-25	20	-	28x	2,6

Tabla 2 Instrumentos para la determinación de pendientes

dar de una dirección horizontal y de un ángulo vertical (cenital), y siempre con mediciones en las dos posiciones. Para los teodolitos equipados únicamente con un segmento del anillo vertical, las desviaciones angulares se refieren a una sola posición de medición. En los instrumentos de nivelación se determina la desviación estándar kilométrica de una nivela-

ción doble sobre un trayecto de 240 m con lentes estabilizadas y tramos de 20 m. Una de las series consiste en 5 mediciones en los dos sentidos. Los instrumentos atípicos, como por ejemplo el clinómetro de líquido tubular o la dioptra de nivelación, también fueron comprobados con este procedimiento. El aumento de los telescopios fue determinado

Fabricante	Construcción	Año de fabricación	Sensibilidad del nivel de burbuja	Regla [mm]	Aumentos	Desviación estándar s_{km} [mm]
Spitra	Líquido Tabular	2. ^a mitad del siglo XIX	-	800	-	44.5
Božek	Dioptra de nivelación	1838	90	860	-	11.9
Spitra	Dioptra de nivelación	2. ^a mitad del siglo XIX	150	320	-	19.0
Haase & W.	Dioptra de nivelación	1880-98	46	310	-	18.5
J. & J. Frič	Dioptra de nivelación No 597	1899	34	315	-	10.7
Spitra	Dioptra de nivelación	1. ^a mitad del siglo XIX	25	-	10x	4.3
Haase & W.	Dioptra de nivelación	2. ^a mitad del siglo XIX	16	-	8x	6.3
J. & J. Frič	Dioptra de nivelación No 866	1902	16	-	44x	1.8
J. & J. Frič	Instrumentos de Nivelación No.1541	1908	21	-	17x	2.9
J. & J. Frič	Instrumentos de Nivelación, No.3630	1918-25	20	-	28x	2,6

Tabla 3 Taquímetros universales (con burbuja sensible de nivelación)



Spitra

en los laboratorios del Departamento de Geodesia Superior. La constante del distanciómetro de cruz filar y su constante de adición fueron determinadas mediante nivelaciones en bases de longitud conocida. Su precisión va de 0,1 a 0,2 partes de la unidad, o de 1 a 2 cm respectivamente.

Se escogió del depósito del Museo Tecnológico Nacional (NTM) un juego básico de instrumentos angulares y de nivelación, así como los llamados instrumentos universales de nivelación, conocidos hoy en día como taquímetros (teodolitos) con tubo de nivelación. En las tablas 1, 2 y 3 se muestran los parámetros básicos de algunos instrumentos, escogidos de entre todo el lote, para caracterizar a cada uno de los grupos dados (Hanek, 1999). En las tesis de diplomatura también se citan las dimensiones, los pesos, la sensibilidad de los índices de los niveles, la longitud de los telescopios en las posiciones de enfoque, etc.

Los instrumentos fueron cuidadosamente limpiados y rectificadas antes de proceder a las mediciones, de acuerdo con los procedimientos originales. Debido a la falta de miras originales, hubo que hacer adaptaciones. Se emplearon barras comunes con divisiones, en los instrumentos de nivelación tales como el clinómetro tubular y las dioptras de nivelación, y se complementaron con una mira circular, dividida horizontalmente mediante colores que contrastaban. El nivel de sensibilidad se de-

terminó a partir de mediciones repetidas sobre una mira rectificada. En los niveles de alidada filar, la sensibilidad del nivel perpendicular a la línea de puntería figura en primer lugar y, a continuación, se da la sensibilidad del nivel longitudinal o de un nivel colocado sobre el telescopio. En la tabla 1 se da la sensibilidad de los niveles "striding" y de los niveles de burbuja de los teodolitos, indicándose el tipo en la columna "otros". En la tabla 2 se encuentran los instrumentos de nivelación dotados de telescopio fijo, a excepción del equipo "Spitra", que está dotado de un telescopio libre.

Los instrumentos de la casa Haase&Wilhelm no tienen números de fabricación, por lo que se les denomina mediante su número en inventario del Museo Tecnológico Nacional (MTN).

4. BIBLIOGRAFÍA

- Fric J. & J., 1886. "Der neue Grubentheodolit «Duplex»". Zeitschrift für Instrumentenkunde 6, c.7, s. 221-232 a c.9, s.305-308
- Hánek, P., 1994. "A Renaissance Period Front-View Map Depicting the Emperor Rudolph's Adit". Proceedings IX Congress ISM, Prague, p. 158-161
- The Czech Standard CSN ISO 8322, 1996. "Verification of Surveying Instruments Quality in Investment Construction. Part 3: Theodolites. Part 5: Levelling Instruments". (In Czech)
- Švejda, A., 1997. "Science and Instruments". En "Rudolph II and Prague". Prague's Castle Administration, Prague.
- Hánek, P. - Švejda, A., 1998. "To the History of the Production of Geodetic Instruments in Bohemia". XXI Congress FIG, Brighton. Papers from the ad hoc Commission History of Surveying, s. 59-67, Papers from commission I & II, p. 417-425
- Hánek, P., 1999. "To the History of Surveying Instruments v Bohemia". 7. Mine Surveying Conference - Current Problems of Mine Surveying and Geology. Association of Mine Surveyors and Geologists, Nov' Hrozenkov, p. 49-56. (In Czech) ■

Aplicación de las Técnicas de Estimación Robusta en algunos problemas fotogramétricos: (y III) Detección de Errores en el Proceso de Formación de la Banda mediante el Método de los Modelos Independientes

Ana M.^a Domingo Preciado
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Resumen

Con este artículo concluye la serie de tres artículos publicados en esta revista, en los que se trata de analizar las posibles aplicaciones de los métodos robustos en diversos procesos de ajuste fotogramétricos como contrapunto a la metodología clásica. Si en el primero se analizaba la aplicación y resultados de determinados métodos de estimación robusta en el problema fotogramétrico de la Orientación Relativa Analítica y en el segundo se procedía de la misma forma con la Orientación Absoluta Numérica, en este tercero y último se expone en primer lugar el problema general de la Formación de la Banda Fotogramétrica y a continuación se aplica un determinado estimador robusto y se muestran una serie de resultados contrastados con el método clásico de ajuste.

Abstract

With this article the serie of three published in this magazine finish The objective was to analyze the robust estimators applications in some photogrammetrics problems like alternative to classic methods. If in the first the Relative Orientation are studied and the second have posed the Numeric Absolute Orientation, here the author explains the Strip Formation from Independent Models with the application of the robust method. Finally several numeric results are showed and the final conclusions.

I. INTRODUCCIÓN

En este tercer artículo se estudia el problema de la Formación de la Banda utilizando el método de los Modelos Independientes, como otro caso particular de una Transformación Tridimensional de Semejanza en la que los sistemas de coordenadas implicados son dos sistemas de coordenadas modelo, el cual ha sido normalmente resuelto utilizando metodologías clásicas de ajuste.

Volvemos, por tanto, en este tercer caso a comprobar la eficiencia de determinados métodos de estimación robusta en la detección de errores groseros y a comprobar el comportamiento erróneo de los métodos clásicos de ajuste en estas mismas circunstancias.

En esta situación se considerarán dos casos de forma independiente. Dado que en la formación de la banda, como se verá a continuación, intervienen las coordenadas de los centros de proyección y dadas las especiales características de estos puntos, se han estudiado por separado las situaciones en las que exista algún tipo de error en las coordenadas de los puntos que intervengan en la transformación y no sean centros de proyección, para después analizar el efecto de errores de diferente magnitud en estos últimos.

Así mismo, se mostrarán algunas simulaciones de errores con un conjunto de datos reales, en las que se comparará la respuesta de los métodos propuestos frente al método clásico.

Dado que las experiencias realizadas con diversos tipos de estimadores han reflejado un comportamiento excelente en los problemas anterior-

mente estudiados, y con especial relevancia el llamado Método Danés, se ha optado en este caso por contrastar únicamente este estimador con la metodología clásica. Hay que señalar únicamente la necesidad, ya expuesta con anterioridad, de una adaptación de la formulación general del método al caso particular en el que se pretende aplicar:

2. EL PROBLEMA DE LA FORMACIÓN DE LA BANDA UTILIZANDO EL MÉTODO DE LOS MODELOS INDEPENDIENTES

Para poder generar el modelo estereoscópico para medir, es necesaria una serie mínima de puntos de control tanto verticales como horizontales. Estos puntos se utilizarán en el proceso de orientación absoluta descrito en la sección anterior. Todos estos puntos se pueden obtener por los métodos existentes en topografía. Pero existen varias técnicas en fotogrametría que permiten obtener las coordenadas de puntos de control horizontales y verticales por medios fotogramétricos basados únicamente en un marco de puntos de control topográficos. Todos estos métodos se incluyen dentro del término general Aerotriangulación Fotogramétrica.

Ciertos tipos de aerotriangulación están más relacionados con el establecimiento de un control a lo largo de una banda única, como es el caso de las carreteras, ferrocarriles o redes de transmisión. El aspecto de una banda formada por modelos individuales aparece en la siguiente figura.

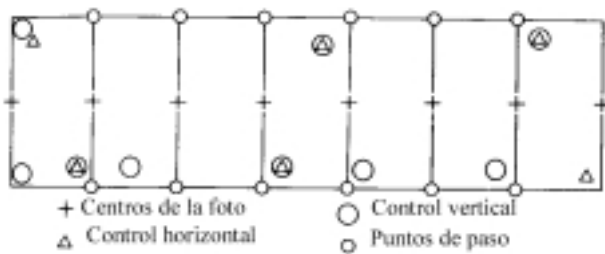


Figura 1. Banda formada por modelos individuales [según MOFF-80]

Los puntos de control topográficos existentes para esta banda son seis horizontales y nueve verticales. Se han elegido una serie de puntos de paso localizados en las esquinas, o en sus cercanías, de los modelos y comunes a dos modelos consecutivos. Se identifican en cada diapositiva y se transfieren a las diapositivas adyacentes.

El proceso de aerotriangulación determina las coordenadas terreno de estos puntos de paso, que se pueden utilizar para realizar la orientación absoluta en la fase de compilación. Este tipo de densificación del control se denomina triangulación de la banda. El ajuste de los resultados de la triangulación para adecuarlos correctamente al terreno se denomina ajuste de la banda.

Cuando el proyecto fotogramétrico incluye una serie de bandas solapadas de fotografías, como en la siguiente figura, el conjunto se denomina bloque.

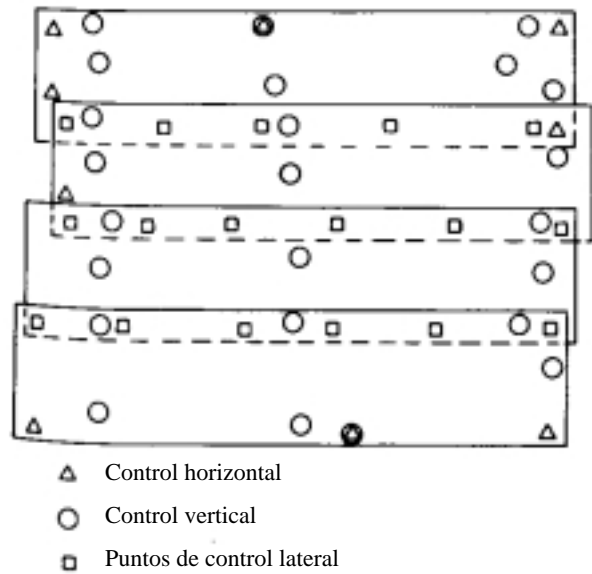


Figura 2. Bloque fotogramétrico con los diferentes puntos de control [según MOFF-80]

En esta situación hay que seleccionar una serie de puntos de unión que conectan las diversas bandas y marcarlos como los puntos de paso. Las coordenadas de los puntos de paso y de unión se determinan en el proceso llamado triangulación del bloque. Existen dos métodos distintos para realizar esta operación. En el *ajuste de bloque secuencial*, las series de bandas son trianguladas y a continuación unidas. En el *ajuste de bloque simultáneo*, cada fotografía o cada modelo estereoscópico en el bloque se considera una unidad separada. Estas unidades en el bloque se ajustan al terreno de forma simultánea.

Durante los diferentes pasos incluidos en la densificación del control, existen una serie de errores sistemáticos que aparecen en el sistema fotogramétrico. Estos incluyen la distorsión de la lente, la refracción y la curvatura de la tierra; las deformaciones de la película; errores de calibración; errores instrumentales inherentes a los proyectores; y ciertos errores aleatorios que se acumulan de forma sistemática. El resultado final es una serie de deformaciones en la banda de diferentes tipos.

En la siguiente figura aparece un esquema de una banda continua ideal de modelos, en la que se supone un terreno llano (a), y a continuación (b), (c), (d), y (e) muestran diferentes casos de deformación.

El efecto de un error sistemático en escala planimétrico se muestra en la figura (b). La escala aumenta de izquierda a derecha. Este tipo de error se denomina error en escala y su propagación tiene forma cúbica.

El error sistemático planimétrico de rotación produce los siguientes efectos en la figura (c).

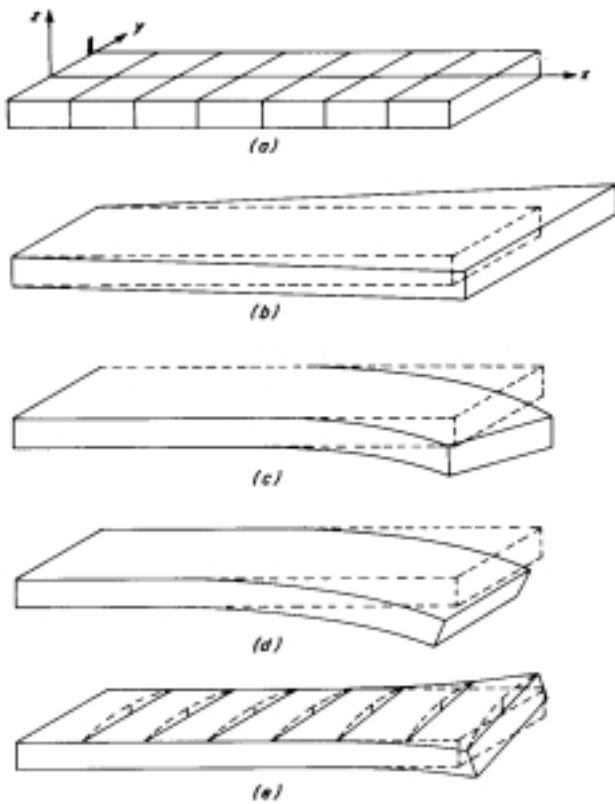


Figura 3. Posibles deformaciones de la banda [según MOFF-80]

La banda se inclina horizontalmente hacia el lector. Este es el llamado error de acimut o de inclinación en y . Su forma es normalmente cuadrática.

La caída sistemática gradual de la banda en dirección vertical aparece en la siguiente figura (d). Este tipo básico de error se denomina error en bx , o la curva bx y su forma es igualmente cuadrática.

Ciertos errores sistemáticos provocan una acumulación de inclinación en cruz como aparece a continuación en (e). Se denomina torsión o inclinación en cruz. Los elementos de la inclinación aparecen como líneas rectas en el esquema anterior.

El resultado final de todas estas deformaciones, superpuestas unas con otras en una banda, se puede aproximar matemáticamente por una serie de ecuaciones en x , y , z . Estas ecuaciones constituyen las bases del ajuste de la banda.

Existen tres métodos fundamentales para la densificación del control de manera fotogramétrica. Estos métodos se denominan *estereotriangulación analógica*, *triangulación por modelos independientes* y *aerotriangulación analítica*. El método de estereotriangulación es completamente instrumental; el método de los modelos independientes es parcialmente instrumental y parcialmente basado en cálculo; mientras que el método analítico se basa en cálculo completamente, excepto el proceso de medida de las fotocoordenadas en un comparador.

En la estereotriangulación se forman una serie de modelos instrumentalmente y se unen de la misma forma.

En el método de los modelos independientes, dichos modelos se forman instrumentalmente y se unen de forma numérica por medio de transformaciones tridimensionales de coordenadas. Estos modelos difieren ligeramente en su escala y orientación. La transformación igualará las escalas y orientará los modelos en una banda continua definida numéricamente.

Existen diferentes métodos de aerotriangulación analítica. La idea básica se muestra en la figura.

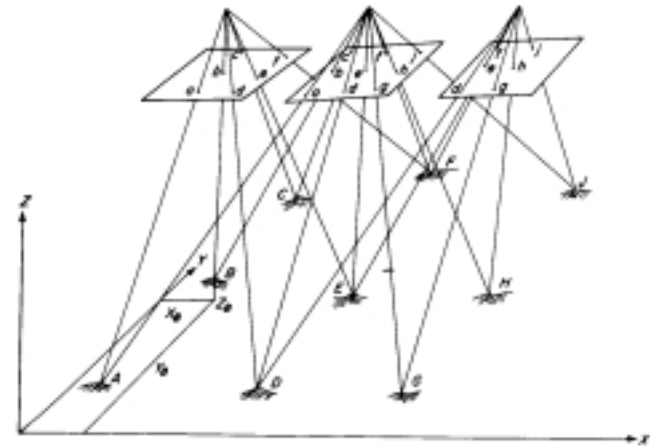


Figura 4. Método de los modelos independientes [según MOFF-80]

Los modelos se forman numéricamente, basados en la medida de las fotocoordenadas de un número limitado de puntos y, a continuación, se unen de forma numérica.

En el proceso de estereotriangulación instrumental un nuevo modelo se une a la banda por medio de la correcta orientación angular; la escala correcta y la posición correcta en la banda. Esto se consigue por medio de las seis rotaciones y traslaciones del proyector. En la triangulación por modelos independientes, cada modelo estereoscópico individual se puede formar instrumentalmente, sin embargo la escala se determina por medio de los componentes de la base, pero la orientación absoluta no se realiza en la triangulación por modelos independientes.

La figura 5 muestra dos modelos independientes en diferentes momentos, con respecto al sistema de coordenadas del instrumento. La diferencia en escala y orientación está exagerada a propósito para hacer énfasis en ello.

Hay cuatro puntos comunes a los modelos 1 y 2. Estos son los puntos de paso a y b , el punto p , que se trata como si fuera de paso, y los centros perspectivos R_1 y L_2 . Basándose en las coordenadas X , Y , Z de estos puntos comunes en los dos sistemas de coordenadas, el modelo 2 puede ser rotado, escalado y trasladado matemáticamente para conseguir su unión con el modelo 1. En la primera posición, el modelo 2 se ha rotado alrededor de los tres ejes para llevarlo a una orientación

paralela al modelo 1. En la segunda posición, la escala del modelo 2 se ha modificado para ajustar con el modelo 1. Y en la tercera posición el modelo 2 se ha trasladado a lo largo de los tres ejes del modelo 1 para conseguir la unión. Cada modelo sucesivo en la banda se transforma de la misma manera.

Como aparece en el esquema, el centro perspectico derecho del modelo 1 es el mismo punto que el centro perspectico izquierdo del modelo 2. Como dicho punto es utilizado en la transformación del modelo 2 en el modelo 1, las coordenadas X, Y, Z de estos dos puntos deben ser conocidas en ambos sistemas de coordenadas. Esto requiere que las coordenadas instrumentales del centro perspectico de cada proyector se deben determinar para cada modelo.

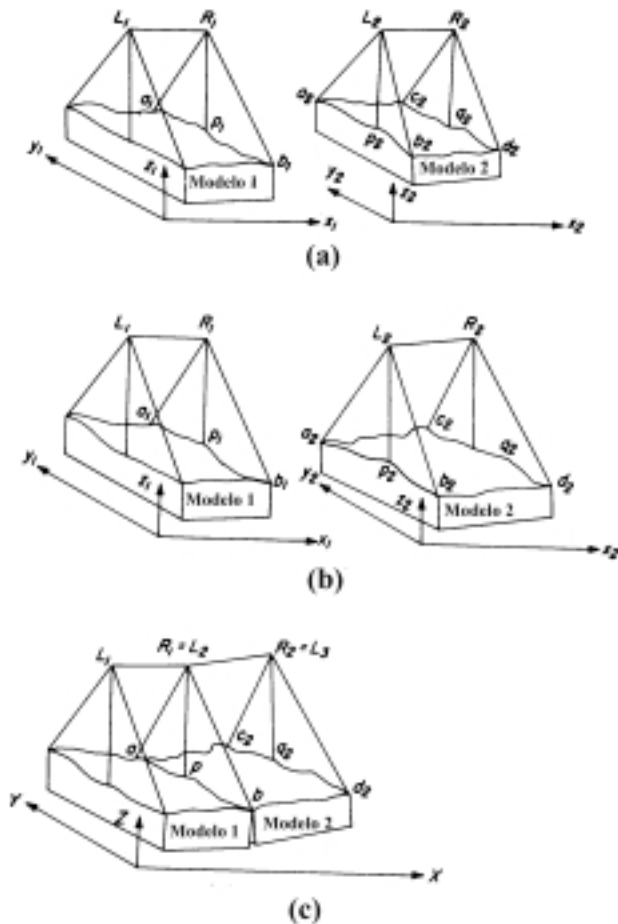


Figura 5. Triangulación por modelos independientes [según MOFF-80]

El primer modelo en una banda triangulada de modelos independientes define los ejes de coordenadas del sistema de la banda. Cada modelo sucesivo se transforma a este sistema por medio de una transformación tridimensional de siete parámetros para formar completamente la banda. Existen dos procedimientos para realizar esta transformación. El primero es una transformación conforme regular tridimensional o transformación de semejanza, que consiste en tres rotaciones, un cambio de escala y tres translaciones. El segundo método ha sido desarrollado por G.H. Schut para el National Research Council of Canada.

En la figura 5 los puntos R_1, a_1, p_1, b_1 y R_2, a_2, p_2, b_2 son puntos idénticos.

Si sus coordenadas fueran conocidas en el modelo 1 y 2, entonces el modelo 2 podría ser escalado, rotado y trasladado adecuadamente para llevarlo al sistema de coordenadas del modelo 1 por medio de la siguiente transformación

$$x_1 = sMx_2 + k$$

en la que:

- x_1 : representa las coordenadas de un punto en el modelo 1 o en el sistema de coordenadas de la banda;
- s : es el factor de escala que escala el modelo 2 al 1;
- M : es la matriz de rotación ortogonal cuyos elementos son funciones de los tres ángulos de rotación, que ya se analizó en la sección anterior;
- x_2 : representa las coordenadas de un punto en el sistema del modelo 2 y
- k : es el vector traslación que traslada el modelo 2 a la posición correcta.

Como hay siete parámetros a determinar, serían necesarias al menos siete ecuaciones. Si se conocen tres o más puntos en ambos sistemas, entonces el problema se puede resolver aplicando la técnica de los mínimos cuadrados. Este proceso ya se describió en la sección anterior.

Hay unas aproximaciones iniciales para plantear el problema que pueden ser las siguientes:

valores iniciales de los giros = 0 ,

$$s^0 = \frac{\text{distancia entre dos puntos en modelo 1}}{\text{distancia entre esos puntos en modelo 2}}$$

o

$$s^0 = \frac{\sum (d_1/d_2)}{n}$$

donde d_1, d_2 son las correspondientes distancias en los modelos 1 y 2, y n es el número total de dichas distancias.

Para el vector de translaciones:

$$\begin{aligned} k_1^0 &= X_{R1} - X_{L2} \\ k_2^0 &= Y_{R1} - Y_{L2} \\ k_3^0 &= Z_{R1} - Z_{L2} \end{aligned}$$

Después de la última iteración para la solución mínimo cuadrática, todos los puntos en el modelo 2 se pueden transformar al sistema de coordenadas banda x_1 incluyendo el centro perspectico delantero R_2 . Todos los puntos comunes a los dos modelos pueden tener dos conjuntos de coordenadas. Se adoptan como valores finales de las coordenadas banda las medias aritméticas correspondientes.

Como R_2 así como c_2, q_2, d_2 del esquema anterior están ahora en el sistema de la banda, sus coordenadas en el sistema del tercer modelo pueden utilizarse para transformar este modelo 3 al sistema de coor-

denadas de la banda. Estas series de transformaciones proporcionarán las coordenadas banda de todos los puntos de control medidos así como de los puntos de paso de la banda.

La transformación desarrollada por Schut se podría resumir de la siguiente forma. El primer paso en su método es referir todos los puntos de ambos sistemas a un origen común en los centros perspectivos R_1 y L_2 . Los vectores asociados a todos los puntos se transforman en vectores unitarios. Las coordenadas reducidas resultantes se utilizan para calcular los elementos de una matriz de rotación R de dimensión tres. A su vez, dicha matriz se utiliza para rotar los vectores sobre el centro perspectivo común hasta que los pares de vectores dirigidos a los puntos conjugados sean coincidentes con cada uno de ellos por medio de un ajuste mínimo cuadrático. El factor de escala λ se determina dividiendo las longitudes medias de los vectores en el modelo 1 por las correspondientes medias en el modelo 2. La transformación de todos los puntos en el modelo 2 se realizará por medio de

$$x_1 = \lambda R x_2 + x_{R1}$$

donde $x_{R1} = (X_{R1}, Y_{R1}, Z_{R1})^t$

La repetición de esta transformación proporcionará también las coordenadas banda de todos los puntos de los modelos.

En la estereotriangulación y en la triangulación por modelos independientes se construyen una serie de modelos instrumentales a partir de los cuales se calculan las coordenadas banda de todos los puntos de interés. En la aerotriangulación analítica, se forma una secuencia de modelos matemáticos a partir de los cuales se calculan las coordenadas banda. El modelo matemático se construye de tal forma que represente las relaciones geométricas entre el espacio objeto, los centros perspectivos y las imágenes fotográficas. En lugar de utilizar las fotos en un instrumento para formar los modelos, todos los puntos imagen se representan por sus fotocoordenadas, las cuales han sido medidas por medio de algún tipo de comparador y han sido refinadas para eliminar los errores sistemáticos.

Se utilizan técnicas numéricas basadas en las ecuaciones de colinearidad o en las de coplanaridad para manipular dichas coordenadas, junto con la información referente a la cámara y a los puntos de control. El resultado de estos cálculos son las coordenadas terreno y alturas de todos los puntos de paso y otros puntos de interés, los elementos de la orientación exterior de cada fotograma, y la precisión de las fotocoordenadas medidas así como de las cantidades calculadas.

Existen dos sistemas de triangulación analítica para densificar el control: uno de ellos es sólo aplicable en las bandas en las que se forma una unidad matemática cada vez y después todas las unidades son unidas secuencialmente en una banda; el otro método se aplica a bloques de unidades en los cuales una banda sería un caso especial de un bloque. En este último sistema, las unidades que construyen el bloque son o bien fotogramas individuales medidos en un comparador o modelos estereoscópicos individuales formados analíticamente o en un instrumento.

En este caso en el que las unidades básicas son los modelos, el método se denomina a veces como triangulación del bloque por modelos independientes.

3. ESTIMADORES ROBUSTOS APLICADOS

Para poder establecer la potencia de la estimación robusta para poder resolver el problema de la detección de los errores graves o groseros ("blunders") en los datos de entrada para un proceso de ajuste, se ha tratado de aplicar en el problema estudiado de las transformaciones tridimensionales de semejanza, aplicada en este caso a la Formación de la Banda. En este caso, como más adelante se analizará, se simuló una serie de errores de este tipo en los datos observados (coordenadas modelo) estudiando el resultado obtenido al aplicar el sistema clásico de ajuste mínimo cuadrático y el método robusto elegido.

Con el fin de contrastar la potencia y eficacia de la estimación robusta frente al método clásico de ajuste mínimo cuadrático, se ha aplicado el llamado Método Danés, comentado y estudiado en los artículos anteriores.

El problema que plantea este algoritmo, como ya se ha comentado, es que no existe un Método "general" Danés, por llamarlo de alguna forma. Dicho método ha de ser estudiado y modificado a las propias necesidades. Partiendo de la fórmula básica para la función de influencia y la función de pesos, se hicieron una serie de pruebas y experimentos simulados, hasta llegar al algoritmo más interesante para este caso.

Por otro lado, dado que las coordenadas de los centros de proyección intervienen en la transformación y, en general, dichas coordenadas respecto al resto de los puntos tienen una precisión superior, se optó por darles un peso igual al peso del resto de las observaciones multiplicado por el factor 100.

4. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES REALIZADAS

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos en la simulación de diversas situaciones de existencia de errores de diferentes magnitudes en las observaciones implicadas.

El conjunto de datos utilizado en las simulaciones está formado por dos modelos (12-13 y 13-14) de los que se conocen las coordenadas modelo de cinco puntos además de los centros de proyección.

COORDENADAS MODELO DE 12-13 (milímetros):

PUNTO N°			
1	1092,000	1000,000	1000,000
2	1093,234	905,279	859,705
3	1094,285	999,009	865,319
4	1093,717	1088,076	857,689
5	1094,731	1041,882	862,791
6	1094,701	1041,779	862,522

COORDENADAS MODELO DE 13-14 (milímetros):

PUNTO N°			
1	1000,000	1000,000	1000,000
2	1001,501	906,091	858,504
3	1002,112	1000,092	864,931
4	1001,111	1089,468	857,981
5	1002,347	1043,110	862,726
6	1002,199	1043,008	862,496

NOTA: El punto denominado 1 indica siempre el centro de proyección.

OTROS PUNTOS DE 13-14 PARA TRANSFORMAR (milímetros):

PUNTO N°			
31401	1089,380	911,509	861,367
31402	1091,224	1002,115	858,079
31403	1093,245	1082,263	859,340
664	998,158	994,046	864,681
410	1015,925	923,618	858,829
398	1069,171	943,880	858,334
460	1070,831	1005,465	859,429
468	1080,529	1085,620	859,123

RESULTADOS DE LA TRANSFORMACIÓN SIN ERRORES

VALORES FINALES DE INCÓGNITAS:

Omega = -0,00808 = 0° 51' 43"

Phi = -0,00146 = 0° 09' 29"

Kappa = -0,00494956 = 0° 31' 50"

TX = 91,555503 TY = -0,046538 TZ = 9,578984 S = 0,996985

COORDENADAS TRANSFORMADAS DE LOS PUNTOS DE CONTROL (milímetros):

PUNTO 1	X = 1092,000	Y = 1000,011	Z = 999,993
PUNTO 2	X = 1093,237	Y = 905,266	Z = 859,692
PUNTO 3	X = 1094,294	Y = 999,012	Z = 865,325
PUNTO 4	X = 1093,737	Y = 1088,071	Z = 857,685
PUNTO 5	X = 1094,742	Y = 1041,882	Z = 862,789
PUNTO 6	X = 1094,654	Y = 1041,779	Z = 862,540

DIFERENCIAS CON LAS COORDENADAS ORIGINALES DE CONTROL (milímetros):

PUNTO 1	DX = 0,00085	DY = 0,01119	DZ = -0,00678
PUNTO 2	DX = 0,00367	DY = -0,01245	DZ = -0,01277
PUNTO 3	DX = 0,00999	DY = 0,00361	DZ = 0,00632
PUNTO 4	DX = 0,02059	DY = -0,00413	DZ = -0,00330
PUNTO 5	DX = 0,01188	DY = 0,00085	DZ = -0,00196
PUNTO 6	DX = -0,04698	DY = 0,00094	DZ = 0,01849

RESIDUOS DE LAS OBSERVACIONES (milímetros):

PUNTO 1	VX = 0.001	VY = 0.022	VZ = -0.013
PUNTO 2	VX = 0.007	VY = -0.024	Z = -0.025
PUNTO 3	VX = 0.019	VY = 0.007	VZ = 0.012
PUNTO 4	VX = 0.041	VY = -0.008	Z = -0.006
PUNTO 5	VX = 0.023	VY = 0.001	VZ = -0.003
PUNTO 6	VX = -0.093	Y = 0.001	VZ = 0.036

El esquema de las pruebas realizadas es similar al que se expuso en el estudio de la transformación tridimensional de semejanza. Únicamente hay que destacar un caso de especial interés en el cálculo de las coordenadas banda utilizando el método de los modelos independientes, que es el estudio de los resultados en el caso de existencia de errores en un punto tan característico como puede ser el Centro de Proyección.

Se ha utilizado como técnica de estimación robusta en este caso, el Método Danés ya analizado anteriormente.

Los casos analizados serán:

- 1) Error simulado en las coordenadas modelo **X, Y** de un punto distinto del Centro de Proyección.
- 2) Error simulado en las coordenadas modelo **X, Y** del Centro de Proyección.
- 3) Error simulado en la coordenada modelo **Z** de un punto distinto del Centro de Proyección.
- 4) Error simulado en la coordenada modelo **Z** del Centro de Proyección
- 5) Error simulado en las coordenadas modelo **X, Y** de dos puntos distintos del Centro de Proyección.
- 6) Error simulado en la coordenada modelo **Z** de dos puntos distintos del Centro de Proyección.
- 7) Error simulado en las coordenadas modelo **X, Y, Z** de uno o dos puntos distintos del Centro de Proyección.
- 8) Errores simulados en tres puntos

A continuación se mostrarán algunos resultados seleccionados del total de simulaciones realizadas con estos datos, en las que se han introducido una serie de errores de diferente magnitud y signo en las coordenadas modelo, con el fin de comparar la eficiencia de los métodos robustos frente a la metodología clásica de ajuste por mínimos cuadrados.

Por cada simulación, aparecerá una tabla que mostrará los residuos obtenidos mediante el ajuste clásico y mediante el Método Danés en las diferentes simulaciones de error realizadas.

Primera Simulación:

Error simulado: Error de 20 mm en (X, Y) del punto 2.

Nº	MMCC			M. Danés		
	VX	VY	VZ	VX	VY	VZ
CP	0,31	-2,04	6,42	0,00	-0,03	-0,02
2	3,70	10,3	-0,3	<u>19,9</u>	<u>20,2</u>	0,09
3	-6,80	-4,0	-0,56	-0,04	0,01	-0,04
4	4,86	-0,03	-2,54	-0,03	0,02	0,01
5	-1,08	-2,15	-1,49	-0,03	0,01	0,00
6	-1,00	-2,16	-1,54	0,09	0,01	-0,05

Segunda Simulación:

Error simulado: Error de -10 mm en (X, Y) del Centro de Proyección izquierdo.

Nº	MMCC			M. Danés		
	VX	VY	VZ	VX	VY	VZ
CP	-0,02	-4,51	0,20	<u>-0,02</u>	<u>-10,1</u>	0,20
2	-0,21	1,67	3,60	-0,16	0,17	-0,02
3	0,23	1,13	0,43	0,24	0,01	-0,09
4	-0,26	0,25	-2,30	-0,30	-0,09	0,07
5	0,08	0,74	-0,94	0,06	-0,04	-0,06
6	0,18	0,73	-0,97	0,16	-0,04	-0,09

Tercera Simulación:

Error simulado: Error de 10 mm en Z del Centro de Proyección izquierdo.

Nº	MMCC			M. Danés		
	VX	VY	VZ	VX	VY	VZ
CP	-0,06	-0,05	4,20	0,00	-0,05	<u>10,1</u>
2	0,02	3,70	-1,10	-0,01	0,02	0,06
3	-0,02	0,52	-1,03	-0,02	0,00	-0,01
4	-0,01	-2,40	-0,50	-0,04	0,02	-0,01
5	-0,03	-0,88	-0,80	-0,02	0,01	0,00
6	0,09	-0,87	-0,83	0,09	0,01	-0,04

Cuarta Simulación:

Error simulado: Error de -10,20 y 10 mm en Z de los puntos 2, 4 y 6, respectivamente

Nº	MMCC			M. Danés		
	VX	VY	VZ	VX	VY	VZ
CP	-0,10	7,60	-0,83	0,00	0,01	0,06
2	0,11	-0,60	-2,50	0,00	0,03	<u>-10,0</u>
3	0,01	-1,06	1,15	-0,02	-0,02	-0,03
4	-0,06	-1,70	15,3	-0,02	-0,11	<u>20,0</u>
5	-0,04	-1,83	-1,56	-0,03	0,01	-0,03
6	0,08	-2,41	-11,4	0,07	0,08	<u>-10,1</u>

5. CONCLUSIONES

En todos los casos analizados, el método Danés de estimación robusta muestra un comportamiento **claramente superior que el ajuste clásico**. En el intervalo estudiado, los residuos que asigna el estimador robusto a los diferentes puntos erróneos son prácticamente iguales a los errores introducidos (en signo y magnitud), sin incrementar en ningún caso el res-

to de los residuos. En cambio, el ajuste clásico introduce una gran cantidad de "ruido" en el resto de los puntos, así como en las diferencias de coordenadas (entre las coordenadas conocidas y las calculadas).

Los resultados mostraron también como el método robusto es capaz de detectar **un error** (tanto positivo como negativo) en las coordenadas **X** e **Y** del **centro de proyección**.

Únicamente hay que señalar que el error en la coordenada X no se ve reflejado en el residuo correspondiente. Este hecho es totalmente lógico, pues aumentar o disminuir la X del centro de proyección simplemente es una modificación de la base, que no tiene por que afectar a la formación del presente modelo.

Por otro lado, el residuo de la coordenada Y claramente indica la existencia de error en ella y además nos proporciona, en el método robusto, la magnitud y signo de dicho error en la forma del residuo correspondiente.

El comportamiento del método clásico sigue siendo claramente inferior al propuesto también en este caso, pues existen residuos en otros puntos (correctos) de magnitud parecida al del centro de proyección (erróneo).

En los casos de dos errores de distinto signo y magnitud en la coordenada Z de dos puntos distintos, el ajuste clásico parece en este caso intentar detectar el punto erróneo, pero incrementando el resto de los residuos altimétricos, haciendo de esta forma que la transformación ya no sea válida. En cambio, el **Método Danés no sólo marca con claridad el punto**, informando también de la **magnitud y signo del error**, sino que mantiene el resto de los residuos y diferencias en el orden de la centésima de mm, permitiendo por tanto que la transformación fuera válida, si no se quisiera considerar el punto erróneo. Por tanto, aún en este caso presenta ventajas claras frente al método clásico.

Por otro lado el error simulado en la coordenada Z del centro de proyección produce, en el ajuste clásico, un incremento indiscriminado del resto de los residuos, en cambio el método propuesto asigna el residuo de signo y magnitud que corresponde, al centro de proyección, sin aumentar el resto de los residuos.

Cuando los **puntos erróneos eran dos** se observó como los **errores completos en X , Y , Z** son detectados sin problema por el Método Danés, asignando a cada uno unos residuos acordes en magnitud y signo con los errores simulados. Por otro lado, no se incrementan el resto de los residuos, aunque en este caso la redundancia es menor que en los anteriores.

El **ajuste clásico** también asigna unos residuos algo mayores a estos puntos, pero incrementando también el resto (incluso el centro de proyección) **invalidando así la transformación calculada**.

Cuando los **errores son de diferente magnitud y signo en la planimetría de dos puntos**, el estimador robusto es capaz de detectar esas **dos observaciones erróneas** dentro del total y asignarles unos residuos, que, además, nos informan acerca del error introducido. Por el contrario, el método clásico incrementa también los residuos de los puntos correctos. Hay que señalar que el comportamiento de dicho método es me-

nos aceptable cuando los errores en los puntos son de menor tamaño.

Y si los **dos errores se simulan en la altimetría de dos puntos**, la detección por parte del **Método Danés es impecable**, mientras que el **método clásico aumenta los residuos planimétricos de puntos correctos** en este caso.

También se consideraron los casos de existencia de errores en **tres puntos, tanto en planimetría como en altimetría**. Éste es un **caso límite** dado el número de observaciones de las que disponíamos. En este caso la redundancia es mínima y las **conclusiones han de ser consideradas bajo estas consideraciones**.

Puede considerarse, por tanto, como resumen, que **las modificaciones efectuadas al Método Danés para este problema fotogramétrico, muestra resultados concluyentes con respecto a su eficacia frente al método clásico**.

A la vista de las conclusiones particulares extraídas de los resultados obtenidos al enfrentar una serie de métodos robustos modificados convenientemente con el método clásico, en tres problemas fotogramétricos tan representativos como los elegidos en los tres artículos publicados, se puede concluir, que en la mayoría de los casos estudiados, **dichos métodos superan en potencia y efectividad al método clásico a la hora de detectar una serie de errores de tipo I (o graves) cometidos en las observaciones**. Por ello se hace **altamente recomendable** su aplicación.

De estas conclusiones tampoco hay que deducir la obligatoria elección de un determinado método robusto, pues la **solución ideal** ha de ser, según lo investigado a lo largo de esta tesis doctoral, la construcción de un programa o conjunto de programas que permitan **aplicar de forma alternativa y según el interés del usuario una serie de métodos robustos** que hayan dado resultados positivos en diferentes casos probados.

6. REFERENCIAS

- Domingo Preciado, Ana. "Investigación sobre los Métodos de Estimación Robusta aplicados a la resolución de los problemas fundamentales de la Fotogrametría". Tesis Doctoral. Universidad de Cantabria. Febrero 2000.
- Kubik K., Merchant D., Schenk T. "Robust Estimation in Photogrammetry". Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Vol 53. Nº 2. 1987.
- Moffit, F. H., Mikhail E.M. "Photogrammetry" Harper & Row, Publishers, New York. 1980. 3ª edición
- Schut G. H. "Formation of Strips from Independent Models". Photogrammetric Engineering, 34. 1968. ■

Replanteo en tiempo real con GPS

Francisco Armenteros Extremera
INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA

Carlos Enríquez Turiño
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CARTOGRÁFICA, GEODÉSICA Y FOTOGRAMETRÍA
UNIVERSIDAD DE JAÉN

I. INTRODUCCIÓN

Aunque originariamente se concibió como un sistema militar, el Sistema de Posicionamiento Mundial (GPS) ha ido ganando, desde su implantación hace ya más de una década, terreno a las demás técnicas topográficas. Las principales razones de su éxito frente a las tecnologías clásicas son varias. Su utilización es más independiente de las condiciones orográficas y de la climatología, los costes de los equipos van disminuyendo a la par que aumentan sus prestaciones, su manejo es más sencillo, su mantenimiento menos complicado, etc.

La amplia gama de trabajos, cada uno con unas precisiones muy determinadas, que se pueden realizar con este tipo de equipos, hace que exista una amplia gama de receptores GPS, que van desde los económicos navegadores, cuyo coste ronda las 40.000 Ptas., hasta los equipos GPS bifrecuencia en tiempo real cuyo coste puede estar entorno a los tres millones.

Curiosamente, para la realización de este trabajo tuvimos que emplear los equipos situados en los dos extremos. Un navegador, amablemente cedido por la casa Leica, y dos receptores bifrecuencia con posibilidad de trabajar en tiempo real.

2. MATERIALES EMPLEADOS

2.1. Navegador

El equipo utilizado ha sido un GARMIN 12XL. Es un receptor de doce canales en paralelo, que permite seguir hasta un máximo de doce satélites simultáneamente, tiene capacidad para almacenar quinientos puntos

y treinta rutas. Puede presentar las coordenadas en diferentes formatos, incluyendo UTM y geográficas, y con diferentes datum (hasta 107), incluyendo uno que puede ser definido por el propio usuario. También admite la posibilidad de recibir correcciones diferenciales.

El procesado de los datos se ha llevado a cabo en un ordenador portátil Fujitsu C332, con 32 Mb de RAM y un procesador Pentium Celeron.

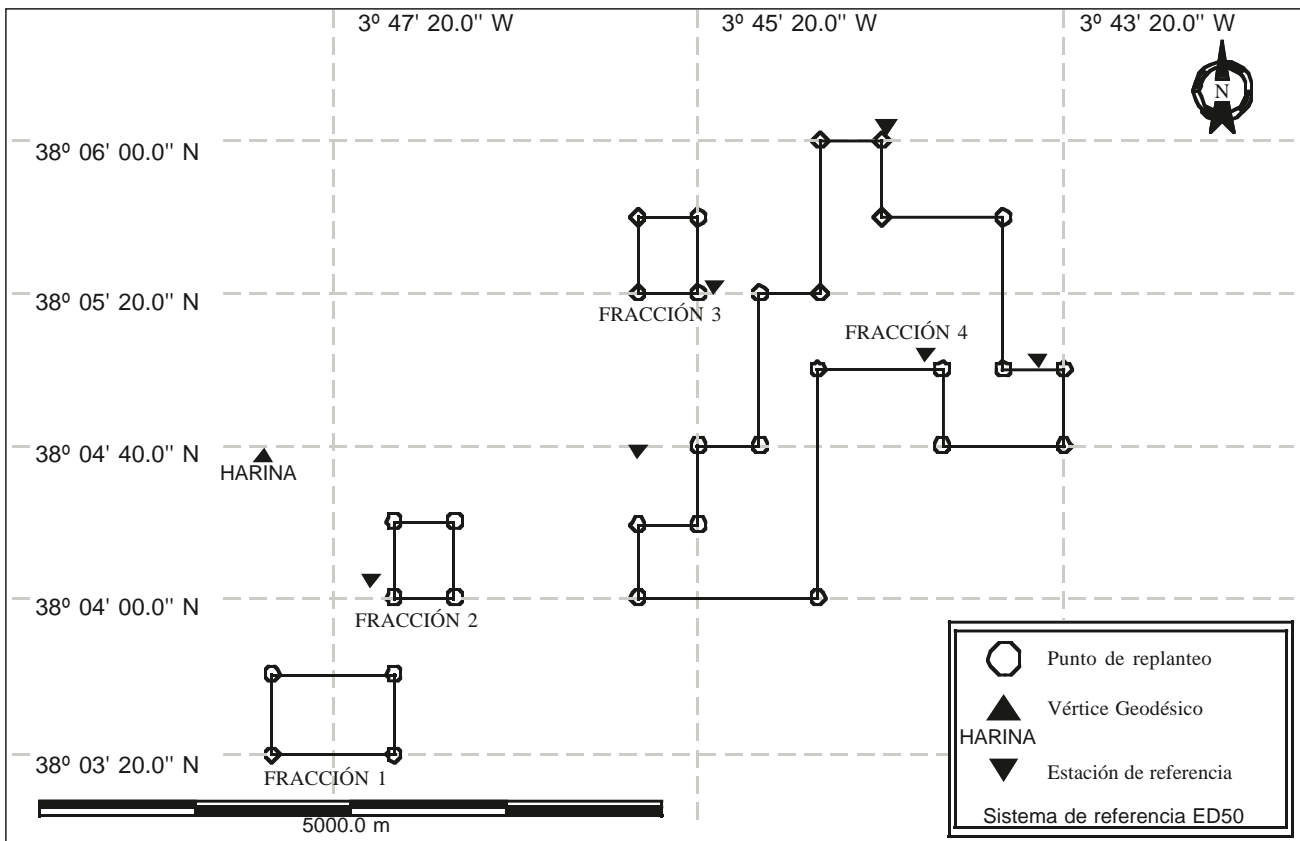
2.2. Equipos bifrecuencia

Para la realización de las mediciones se utilizaron equipos GPS de la casa Leica de la serie 300, que pueden trabajar en tiempo real. Es un equipo bifrecuencia de nueve canales. El modo de trabajo es similar al método de levantamiento cinemático, con la diferencia de que se emplea un radioenlace entre la estación de referencia y el móvil, para que este último calcule y fije las posiciones en tiempo real, con una precisión nominal centimétrica. También se pueden almacenar las observaciones para su posterior procesado. En nuestro caso el procesado lo hicimos mediante la versión 1.1 del programa SKIPRO. En este caso la precisión nominal se corresponde a la de un cinemático: $10 - 20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm}$.

3. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Descripción del trabajo

El trabajo consistía en el replanteo de 30 puntos, que delimitan cuatro cuadrículas mineras, denominadas fracciones, dentro del término municipal de Bailén. Dichos puntos había que materializarlos mediante hitos feno, y en aquellos lugares en los que existiese riesgo de perderlos era necesario establecer algún tipo de señalización auxiliar que permitiese su fácil reposición mediante métodos expeditos.



Mapa 1. Delimitación de las cuadrículas mineras.

3.2. La zona de trabajo

La zona de trabajo se encuentra situada en las proximidades de Bailén. Desde un punto de vista orográfico, es fundamentalmente monte bajo y salvo los puntos situados en la fracción tres, los demás se encuentran entre olivos. Está delimitada por los paralelos 38° 03' 20" N - 38° 06' 00" N y los meridianos 3° 43' 20" W - 3° 47' 20" W (Mapa 1).

El mayor problema con que nos encontramos fue que los puntos estaban aislados unos de los otros, situados a una distancia como mínimo de 20", unos 170 m. Además, como se puede ver, las cuatro fracciones están aisladas unas de otras.

3.3. Realización del trabajo

El hecho de que los puntos estuviesen en monte bajo facilitó enormemente su acceso en un coche todo-terreno. Por el contrario, existía el inconveniente de situarse en las proximidades de los mismos con tan sólo la ayuda de los mapas, ya que no había puntos en el terreno que fueran fácilmente identificables. Durante los trabajos de gabinete utilizamos la cartografía a escala 1:10.000 de la Junta de Andalucía. No obstante, decidimos no llevarla a campo porque la gran cantidad de hojas que esto suponía. Tampoco era factible llevar el CD ROM y un portátil, por la dificultad que supone utilizarlo dentro de un coche. Esta fue la razón por la que decidimos utilizar un navegador. En el navegador se pue-

de introducir de un modo sencillo las coordenadas del punto que queremos replantear y el propio navegador nos indica la distancia que nos separa de nuestro punto de destino y, mediante un compás, la dirección que tenemos que tomar para llegar a él. Una vez que la disponibilidad selectiva está desactivada, era previsible que nos quedásemos a una distancia inferior a 20 m de nuestros puntos de replanteo. En principio, la aproximación prometía ser más cómoda y precisa que la que conseguiríamos con la cartografía de la Junta de Andalucía.

La primera parte del trabajo consistía en el emplazamiento de la estación de referencia. Para facilitar la comunicación con el receptor móvil, debía de estar situada en una zona elevada y a una distancia inferior a unos 2.000 m. No obstante, este alcance depende fuertemente de la orografía. En nuestro caso fue necesario estacionar en seis puntos diferentes. Una vez estacionado el receptor hay que esperar unos minutos para que calcule su situación y esté en condiciones de transmitir correcciones RTK al receptor móvil.

Para efectuar el replanteo en coordenadas ED 50, como era nuestro caso, es necesario introducirle previamente al controlador del receptor móvil los parámetros de transformación de la zona. Una vez hecho esto bastaba, al llegar a la zona de trabajo, encender el receptor y esperar durante unos minutos, habitualmente no más de tres, a que se resolviesen las ambigüedades y ponernos a buscar el punto siguiendo las indicaciones que aparecían en la pantalla del controlador.

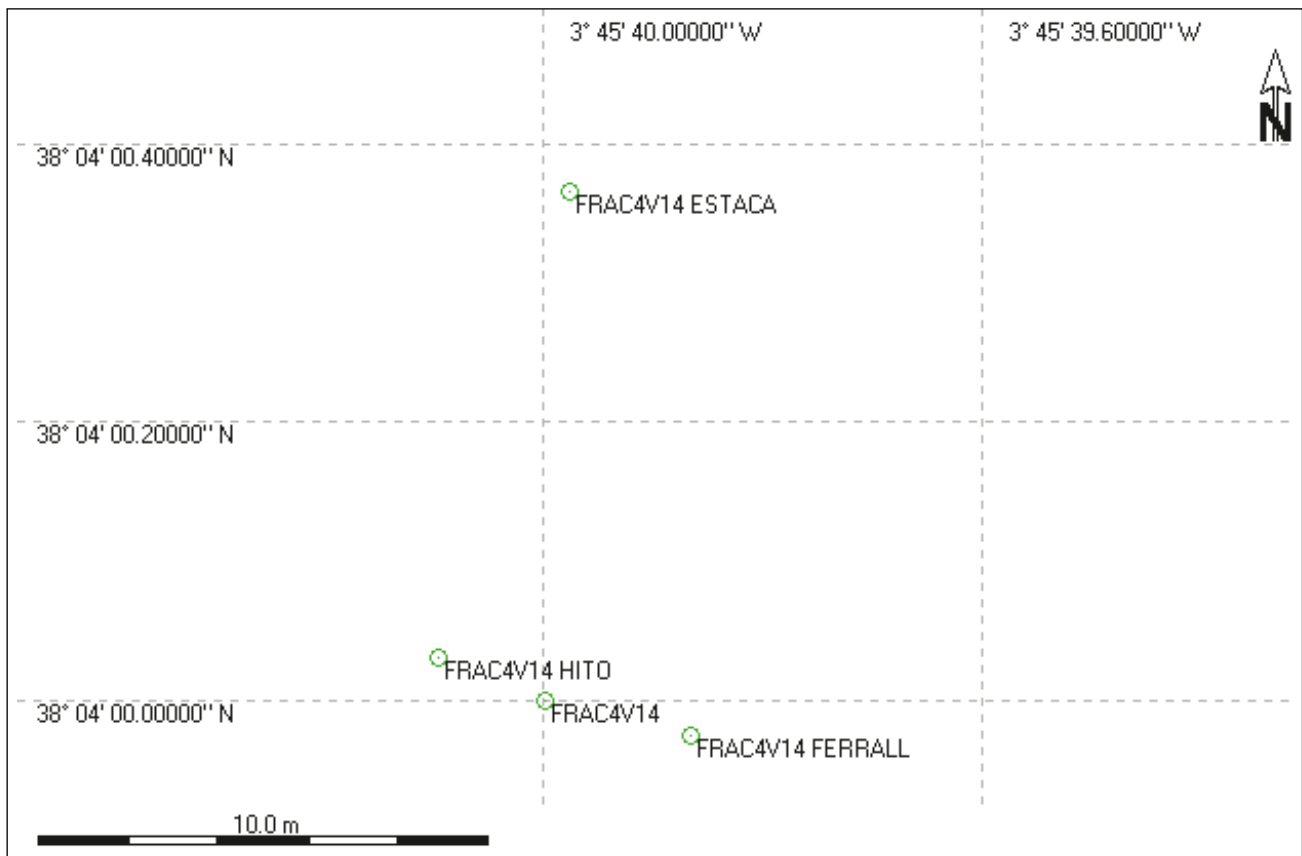


Figura 1. Replanteo de puntos

Gracias al navegador nos conseguimos situar en todas las ocasiones en puntos muy próximos a nuestro lugar de destino. Como era previsible, la distancia que nos separó fue inferior a los veinte metros. Una vez que habíamos determinado el punto de replanteo, a una distancia de entre dos y cinco metros marcábamos la posición de dos puntos de apoyo. La misión de estos puntos era doble. Por una parte nos situábamos en ellos y grabábamos las observaciones durante un par de minutos, con el fin de efectuar un posterior control de calidad. Por otra, se materializaban con el fin de que sirviesen como referencia para un posterior replanteo,

mediante métodos expeditos, del punto por si desaparecía la señalización. A continuación, se materializaba el punto mediante un hito feno. No obstante, hay que hacer la siguiente aclaración. Frecuentemente el punto a replantear se encontraba en mitad de una zona de terreno arado, por lo que no tenía sentido materializarlo, y en ese caso se materializaba en el lugar protegido más próximo. La disposición de los puntos se ve en la figura 1.

En la tabla 1 aparecen los parámetros de observación y procesado más importantes de todas las observaciones.

Máscara de elevación	15 °	Límite para resolver ambigüedades	20 km
Modelo troposférico	Hopfield	emc a priori (mm)	10
Modelo ionosférico	Sin modelo	Intervalo de muestreo para estático	Usar todas
Tipo de solución	Estándar	Procesamiento de fase	Automático
Efemérides	Transmitidas	Detección de saltos de ciclo	Revisar fase y pérdida de señal
Datos empleados	Usar código y fase	emc de medición de fase	10 mm
Frecuencia de fase	Automático	Act. de interv. para cinemático	1 s
Frecuencia de código	Automático	Tiempo mín. para fijar amb. en L1	9 min

Tabla 1. Parámetros de procesado.

4. RESULTADOS

4.1. Rendimiento del sistema

A la hora de evaluar el rendimiento del sistema, uno no puede por menos que comparar cómo tendría que haberse hecho este trabajo con técnicas de Topografía clásica. En primer lugar, tendríamos que habernos traído las coordenadas, bien mediante poligonales o bien mediante intersecciones inversas, desde los vértices geodésicos de la zona a puntos próximos a las fracciones. Suponiendo que la intersección, con los cálculos correspondientes, nos hubiese llevado media jornada de trabajo, sólo el establecimiento de estas bases nos hubiese llevado entre un día y medio y dos días de trabajo. Bien, con GPS el rendimiento del sistema fue el siguiente: el tiempo empleado para la toma de datos fue de 2 días y medio. El personal empleado tres personas, una que se quedó en el receptor fijo y dos para efectuar el replanteo. Además, se contó con la ayuda de un peón para la materialización de los puntos.

4.2. El control de calidad

En la tabla 2 figura la diferencia entre las coordenadas obtenidas por replanteo y las coordenadas reales de aquellos puntos en los que se efectuó el control.

PUNTO	ΔX (m)	ΔY (m)
FRAC1V01	- 0,163	0,003
FRAC2V01	- 0,129	- 0,271
FRAC2V02	0,033	0,045
FRAC3V02	0,102	0,199
FRAC4V01	- 0,005	0,055
FRAC4V03	- 0,016	- 0,036
FRAC4V04	0,022	0,053
FRAC4V05	0,044	0,016
FRAC4V14	0,053	0,013
FRAC4V15	0,043	0,030
FRAC4V16	- 0,039	- 0,026
FRAC4V17	- 0,003	0,017
FRAC4V18	0,006	0,001

Tabla 2. Control de calidad de las observaciones

No obstante, hay que hacer una serie de puntualizaciones. En dos puntos en los que se repitieron las mediciones en dos días diferentes se encontraron discrepancias bastante significativas:

PUNTO	ΔX (m)	ΔY (m)
FRAC1V01	- 5,050	2,416
FRAC2V01	- 6,568	- 1,409

Además tuvimos serios problemas para efectuar el replanteo en un punto concreto. Pese a que la estación de referencia se encontraba a menos de 500 m y no había ningún obstáculo que pudiese entorpecer la comunicación, la transmisión se interrumpía continuamente sin causa aparente. La única explicación que hemos podido encontrar es que en esos momentos el Sol se encontraba bajo en el horizonte y quizás estuviese perturbando la señal.

5. CONCLUSIONES

El análisis que hacemos de este trabajo tiene varios apartados. En primer lugar, señalar la utilidad que pueden tener los navegadores para el profesional de la topografía. No se trata ya de un accesorio recreativo, se trata de un instrumento que puede ayudar y mucho al topógrafo. Buena culpa del alto rendimiento que sacamos al equipo la tuvo el Garmin, ya que nos permitió situarnos a unos escasos 20 m de nuestro destino final.

Aunque en general las precisiones que obtuvimos con el método de tiempo real estaban dentro de lo anunciado por el fabricante, misteriosamente a veces el equipo falló. Creemos que es una buena política grabar las observaciones y efectuar un control de calidad *a posteriori*, mediante el post-procesado. Máxime si se trata del replanteo de puntos aislados, como era nuestro caso, en los que no podíamos efectuar ningún tipo de comprobación adicional sobre la marcha.

Por último, una reflexión personal. Una de las primeras consecuencias que tiene el advenimiento de las nuevas tecnologías es que, a corto plazo, disminuye la cantidad de mano de obra necesaria para la realización de un trabajo. Pero, por otra parte, estas nuevas tecnologías también vienen acompañadas de una disminución de costes, por lo que trabajos que antes no se encargarían por lo prohibitivo de su precio, pueden empezar a resultar atractivos desde un punto de vista económico. Resumiendo, si bien por un lado disminuye la necesidad de mano de obra, por el otro aumenta el número de trabajos a realizar. Claro está, todo tiene un precio y en nuestro caso es la actualización de conocimientos a los que deben de someterse lo profesionales si no quieren quedarse desfasados. ■

Desarrollo matemático de un interpolante cúbico y su aplicación a los Modelos Digitales del Terreno

Rubén Martínez Marín, Francisco González Gámez, Carlos Gordo Murillo

Doctores Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos

E.T.S.I. DE CAMINOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Juan Carlos Ojeda Manrique

Ingeniero Superior en Geodesia y Cartografía

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Resumen

En el desarrollo de los modelos digitales del terreno basados en la técnica de la red irregular de triángulos (TIN), el último paso en la consecución de un modelo matemático aplicado a la representación del terreno lo constituye la definición de una función interpolante, que permita calcular tanto la cota de cualquier punto del dominio en función de sus coordenadas (x,y) como la consecución de las curvas de nivel. Para la generación automática de curvas de nivel suaves y con transiciones continuas, es necesario que el interpolante polinómico sea cúbico.

En el presente artículo se pretende introducir una metodología que permita definir un interpolante cúbico que sea la base matemática del modelo digital del terreno para un cierto dominio y que admita la generación de curvas de nivel con continuidad hasta la primera derivada C^1 . Para ello, se parte de la red irregular de triángulos (TIN) extendida a todo el dominio y se definen las funciones de forma que permitan el grado de continuidad deseado.

Por último, se adjuntan algunos ejemplos obtenidos mediante la aplicación de este interpolante, así como el código fuente del algoritmo para su integración en un entorno gráfico estándar.

Abstract

Last step in the generation of Digital Terrain Models (DTM) based on triangulated irregular network technique is to define an interpolant function. This function must be able to calculate elevation, for every point in the hull, according to (x,y) coordinates and generating smooth contour lines (isolines) being continuous the first derivative. In order to define this interpolant function, we are going to generate the triangulated irregular network (TIN) over the complete hull (domain) and define the shape functions over each individual triangle, achieving the required continuity level.

This paper shows a methodology and an algorithm to generate an interpolant function that defines the elevation for every point over the domain and to obtain smooth contour lines knowing the triangulated irregular network. Finally some examples generated by this interpolant have been attached as well as the source code of the algorithm in order to integrate it at some standard graphic environment.

I. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo matemático de un modelo digital del terreno basado en una red irregular de triángulos (TIN) - figura 1 - la base de partida es el conjunto de puntos del terreno, vértices de los triángulos, que se han levantado previamente, bien por que se ha realizado un trabajo topográfico clásico o por que se ha efectuado un proceso de restitución fotogramétrica a partir de los pares de fotografías procedentes de un vuelo.

Independientemente del algoritmo de interpolación utilizado, la zona del terreno a modelizar, denominada dominio, puede ser simplemente conexo o no, ya que el proceso de triangulación produce una red de triángulos según el criterio de Delaunay y los polígonos de Voronoi. Para cada punto de la red existe un polígono de Voronoi que encierra el área de los puntos más cercanos a él que a cualquier otro punto de la red (figura 2). Los diferentes algoritmos que produce la red de triángulos utilizan diversos criterios, todos ellos encaminados a obtener una red for-

mada por triángulos con ángulos máximos, es decir, lo más regulares posibles.

Para cualquier función interpolante, bien sea lineal, cuadrática o cúbica, la base geométrica del modelo digital del terreno la constituye la red de triángulos. En una primera aproximación, interpolación lineal, la superficie del terreno es sustituida por la superficie poliédrica definida mediante los triángulos situados a la elevación adecuada.

Para esta primera aproximación, el proceso de obtención de las curvas de nivel consiste en seccionar la superficie poliédrica por planos situados a las cotas requeridas y así generar una poligonal cuyos lados son segmentos rectos.

La obtención de la cota de un punto del dominio y la generación de las curvas de nivel puede realizarse utilizando diversas técnicas de interpolación, curvado suave o mixtas. La metodología expuesta en este artículo corresponde al grupo de las que se han denominado mixtas, ya que incluye tanto la función interpoladora como la posibilidad de generar las isolíneas, todo ello dentro del dominio en estudio. Por otra parte, dentro de las funciones interpolantes, el primer escalón lo configuran las que realizan una interpolación lineal, consitiendo el siguiente paso en complejidad en realizar la interpolación mediante un polinomio cuadrático que garantice la continuidad de la función, es lo que se denomina continuidad C^0 , y avanzando más en este mismo sentido es posible desarrollar un algoritmo interpolante basado en un polinomio cúbico que garantice tanto la continuidad de la función (C^0) como la de sus derivadas primeras, es decir, que mantenga una continuidad C^1 . Este último estado, aunque introduce algunas dificultades de cálculo, es el que se ha desarrollado en la metodología aquí expuesta.

2. GENERACIÓN DE LA RED IRREGULAR DE TRIÁNGULOS

Existen diversas técnicas y metodologías para la obtención de la red irregular de triángulos. A continuación se expone la que se desarrolló al comienzo de las investigaciones relacionadas con la obtención de modelos digitales del terreno. Básicamente, consiste en generar una red de triángulos cuyos vértices sean los puntos de partida que se han obtenido

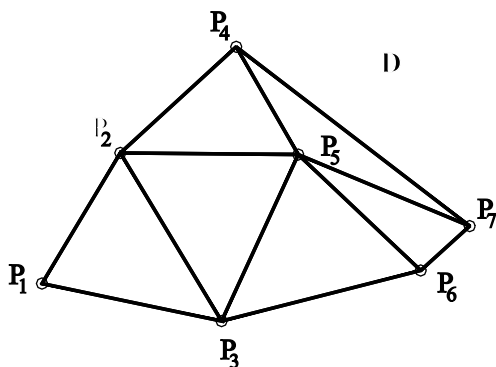


Figura 1. Triangulación del dominio D. Red irregular de triángulos.

— — — Triangulación buena
- - - Solución peor

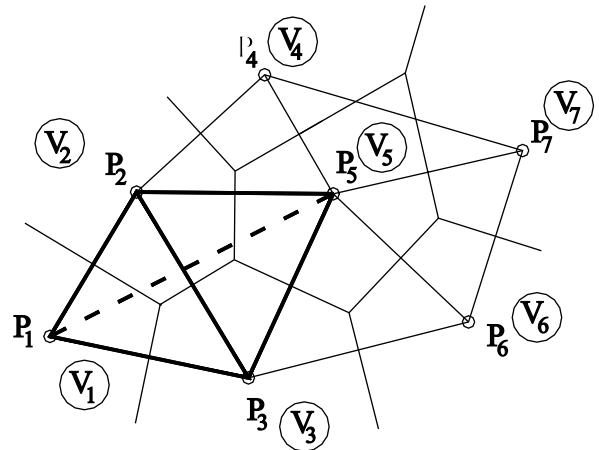


Figura 2. Malla triangular y polígonos de Voronoi.

mediante fotogrametría clásica (levantamiento topográfico) o por fotogrametría (restitución de los pares de fotografías). El dominio D (figura 1) se divide en triángulos cuyas características principales son:

1. La circunferencia circunscrita a un triángulo no contiene ningún otro punto del conjunto inicial.
2. Tomados cuatro puntos pertenecientes a dos triángulos adyacentes, se define un cuadrilátero que admite dos posibles triangulaciones. Se adoptará la que corresponde a los triángulos más regulares (figura 2), es decir, se aplicará el criterio de maximización de los ángulos.

3. EL PROBLEMA FÍSICO

Como en otras realidades físicas, en la representación del terreno sería conveniente disponer de un modelo determinístico, es decir, un modelo que maneje un número tan elevado de puntos reales del terreno que no hiciera falta aplicar ningún algoritmo o función interpolante. Nada más lejos de la realidad, en la que el número de puntos del terreno que se maneja es pequeño, debido, por una parte, a que la adquisición y gestión de gran cantidad de datos es un proceso complejo para el técnico y, por otro lado, representa un coste elevado. Por estas razones, será necesario disponer de las herramientas matemáticas que permitan estimar la cota de un punto del dominio que no coincida con ninguno de los vértices de la red triangular. En definitiva, y en una primera fase, se necesita una función $Z(x,y)$ tal que para cada punto $P(x_p,y_p)$ del dominio, la función tome el valor de la cota z_p de dicho punto:

$$z_p = Z(x_p,y_p) \quad [1]$$

Los requerimientos básicos para la función interpolante que se está buscando son:

1. Que interpole la cota de cada punto del terreno perteneciente al dominio D .
2. Que sea una función continua en cada subdominio (triángulo), de tal forma que su continuidad sea del tipo C^0 .
3. Que sus derivadas primeras sean continuas, es decir, que mantenga la continuidad C^1 , lo que hará que la transición de las curvas de nivel entre triángulos se produzca de forma suave.

4. CONSIDERACIONES INICIALES

Para desarrollar más cómodamente la formulación matemática, conviene introducir el concepto de coordenadas naturales (figura 3).

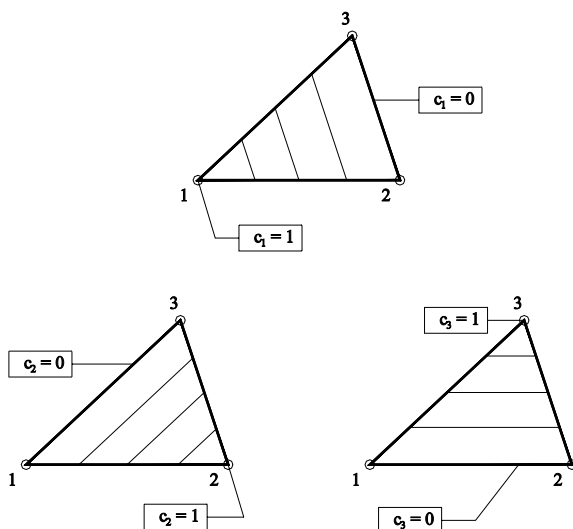


Figura 3. Coordenadas naturales.

Siendo A el área del triángulo, se verifica que:

$$2A = \det \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ x_1 & x_2 & x_3 \\ y_1 & y_2 & y_3 \end{bmatrix} = (x_2y_3 - x_3y_2) + (x_3y_1 - x_1y_3) + (x_1y_2 - x_2y_1) \quad [2]$$

La expresión [2] es siempre positiva si se numeran los vértices del triángulo en el sentido contrario al movimiento de las agujas del reloj. Suponiendo que la geometría inicial no varía, es posible expresar las coordenadas (x,y) de cualquier punto interior al triángulo en función de los parámetros (c_1, c_2, c_3) de la figura 3.

$$\begin{bmatrix} 1 \\ x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ x_1 & x_2 & x_3 \\ y_1 & y_2 & y_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix} \quad [3]$$

Lo que expresa que:

$$c_1 + c_2 + c_3 = 1$$

$$x = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3$$

$$y = c_1y_1 + c_2y_2 + c_3y_3$$

Resolviendo el sistema, se obtiene:

$$\begin{bmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{bmatrix} = \frac{1}{2A} \begin{bmatrix} x_2y_3 - x_3y_2 & y_2 - y_3 & x_3 - x_2 \\ x_3y_1 - x_1y_3 & y_3 - y_1 & x_1 - x_3 \\ x_1y_2 - x_2y_1 & y_1 - y_2 & x_2 - x_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ x \\ y \end{bmatrix} = \frac{1}{2A} \begin{bmatrix} 2A_{23} & y_{23} & x_{32} \\ 2A_{31} & y_{31} & x_{13} \\ 2A_{12} & y_{12} & x_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ x \\ y \end{bmatrix} \quad [4]$$

Siendo:

$$x_{ij} = x_i - x_j$$

$$y_{kl} = y_k - y_l$$

$$A_{23} = A_{12} = A_{31} = A/3$$

5. INTERPOLANTE CÚBICO

El polinomio cúbico completo corresponde a la expresión:

$$Z(x, y) = \alpha_1 + \alpha_2x + \alpha_3y + \alpha_4xy + \alpha_5x^2 + \alpha_6y^2 + \alpha_7x^2y + \alpha_8xy^2 + \alpha_9x^3 + \alpha_{10}y^3 \quad [5]$$

Se necesitarán diez condiciones independientes, sobre cada triángulo, para determinar los coeficientes del polinomio interpolante. Además, dado que es cúbico, admite cambio de curvatura, por lo que, si se introducen las condiciones de contorno adecuadas, será posible garantizar la continuidad de las primeras derivadas en el contorno.

5.1. Fundamento matemático

Debido a que el interpolante buscado, en el que se apoyará el modelo digital del terreno, se basa en la red triangular, se considera el dominio D discretizado en una red de triángulos en la que cada vértice es un punto real del terreno. Se define un elemento triangular, al que se le añade el baricentro como cuarto vértice, (figura 4) cuyas coordenadas locales y globales cumplen las siguientes expresiones [3] y [4].

Como es habitual, la cota del baricentro se estima mediante la expresión:

$$Z(x_b, y_b) = \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{z_i}{d_i^p}}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{d_i^p}} \quad [6]$$

en la que (x_b, y_b) son las coordenadas del baricentro **B**, z_1, z_2, z_3 son las cotas de los tres vértices del triángulo y d_1, d_2, d_3 son las distancias de cada vértice al baricentro.

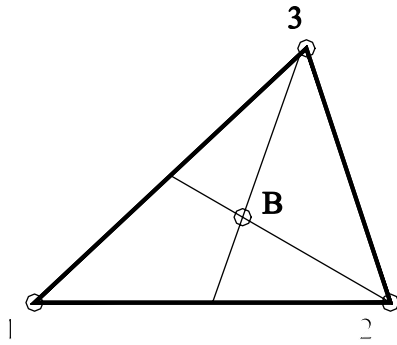


Figura 4. Triángulo de 3 nodos más el baricentro.

5.1.1. Continuidad C^0

Las diez condiciones independientes que se imponen son la cota en los cuatro puntos (tres vértices y el baricentro) y las primeras derivadas de la función respecto de x e y en cada vértice. Para estimar las pendientes según los ejes globales en cada vértice, se puede aplicar la media geométrica de las pendientes de todos los triángulos que confluyen en dicho vértice. El conjunto de condiciones es:

$$z_1, z_2, z_3, z_b, \left(\frac{\partial Z(x, y)}{\partial x}\right)_1, \left(\frac{\partial Z(x, y)}{\partial x}\right)_2, \left(\frac{\partial Z(x, y)}{\partial x}\right)_3, \left(\frac{\partial Z(x, y)}{\partial y}\right)_1, \left(\frac{\partial Z(x, y)}{\partial y}\right)_2, \left(\frac{\partial Z(x, y)}{\partial y}\right)_3 \quad [7]$$

5.1.2. Continuidad C^1

La suavidad de las curvas de nivel entre cada dos triángulos adyacentes, se garantiza al imponer las derivadas parciales de la función en cada vértice. Se dispone de cuatro parámetros en cada frontera, por lo que es posible definir una variación cúbica de la pendiente:

$$\frac{\partial Z(x, y)}{\partial n} = \beta_1 + \beta_2 x' + \beta_3 x'^2 + \beta_4 x'^3$$

a lo largo de cada lado del triángulo (figura 5).

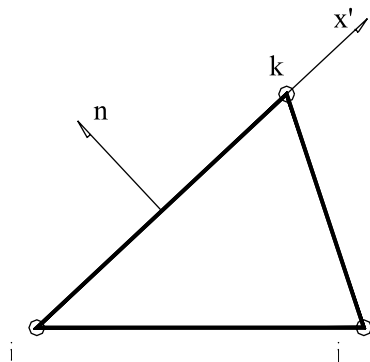


Figura 5. Definición de la norma y ejes locales.

Si en la expresión [7], por sencillez en la notación, los coeficientes se denominan:

$$z_1, z_2, z_3, z_b, z_{x1}, z_{x2}, z_{x3}, z_{y1}, z_{y2}, z_{y3} \quad [8]$$

en cada triángulo la función interpolante será:

$$Z = \begin{bmatrix} z_1, z_{x1}, z_{y1}, z_2, z_{x2}, z_{y2}, z_3, z_{x3}, z_{y3}, z_b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} N_1 \\ N_2 \\ N_3 \\ N_4 \\ N_5 \\ N_6 \\ N_7 \\ N_8 \\ N_9 \\ N_{10} \end{bmatrix} \quad [9]$$

y los coeficientes del polinomio cúbico interpolante serán:

$$\begin{aligned} N_1 &= c_1^2(c_1 + 3c_2 + 3c_3) - 7c_1c_2c_3 \\ N_2 &= c_1^2(x_{21}c_2 - x_{13}c_3) + (x_{13} - x_{21})c_1c_2c_3 \\ N_3 &= c_1^2(y_{21}c_2 - y_{13}c_3) + (y_{13} - y_{21})c_1c_2c_3 \\ N_4 &= c_2^2(3c_1 + c_2 + 3c_3) - 7c_1c_2c_3 \\ N_5 &= c_2^2(x_{32}c_3 - x_{21}c_1) + (x_{21} - x_{32})c_1c_2c_3 \\ N_6 &= c_2^2(y_{32}c_3 - y_{21}c_1) + (y_{21} - y_{32})c_1c_2c_3 \\ N_7 &= c_3^2(x_{13}c_1 - x_{32}c_2) + (x_{32} - x_{13})c_1c_2c_3 \\ N_8 &= c_3^2(x_{13}c_1 - x_{32}c_2) + (x_{32} - x_{13})c_1c_2c_3 \\ N_9 &= c_3^2(y_{13}c_1 - y_{32}c_2) + (y_{32} - y_{13})c_1c_2c_3 \\ N_{10} &= 27c_1c_2c_3 \end{aligned} \quad [10]$$

siendo,

$$x_{ij} = x_i - x_j$$

$$y_{ij} = y_i - y_j$$

y la función de interpolación cúbica para calcular la cota, será:

$$Z(x, y) = z_1N_1 + z_{x1}N_2 + z_{y1}N_3 + z_2N_4 + z_{x2}N_5 + z_{y2}N_6 + z_3N_7 + z_{x3}N_8 + z_{y3}N_9 + z_bN_{10} \quad [11]$$

5.2. Integración en un entorno gráfico

A continuación se adjunta el código fuente del algoritmo desarrollado, para su posible integración en un entorno gráfico estándar (AutoCAD), y que permite obtener y visualizar los ejemplos adjuntos.

```

Private Sub algoritmo_Click()
Dim x As Double, Y_mas As Double, Y_menos As Double, b(1 To 6) As Double, X_mas As Double, X_menos As Double
Dim A(1 To 36) As Double, n As Integer, ks As Integer
Dim x1 As Double, y1 As Double, z1 As Double
Dim x2 As Double, y2 As Double, z2 As Double
Dim x3 As Double, y3 As Double, z3 As Double
Dim xx As Double, yy As Double, zz As Double
Dim xb As Double, yb As Double, zb As Double
Dim x_global As Double, y_global As Double, z_global As Double
Dim p_insert(2) As Double, Delta As Double
Dim texto As AutoCAD.IAcadText
Dim p_temp(2) As Double, alineados As Boolean, pb(2) As Double
Dim punto As ACAD_POINT, g_baricentro As ACAD_POINT
Dim esta_dentro As Boolean, error_baricentro As Boolean, para As Boolean, encontrado As Boolean
UserForm1.hide
p1 = ThisDrawing.Utility.GetPoint(, vbCrLf & "Indique primer punto: ")
p2 = ThisDrawing.Utility.GetPoint(, vbCrLf & "Indique segundo punto: ")
p3 = ThisDrawing.Utility.GetPoint(, vbCrLf & "Indique tercer punto: ")
x1 = p1(0): y1 = p1(1): z1 = p1(2)
x2 = p2(0): y2 = p2(1): z2 = p2(2)
x3 = p3(0): y3 = p3(1): z3 = p3(2)
'Calculamos el baricentro del triángulo
Call baricentro(x1, y1, x2, y2, x3, y3, xb, yb, error_baricentro)
If Not error_baricentro Then
    Call interpola_dist2(x1, y1, z1, x2, y2, z2, x3, y3, z3, xb, yb, zb)
    pb(0) = xb: pb(1) = yb: pb(2) = zb
    Set g_baricentro = ThisDrawing.ModelSpace.AddPoint(pb)
Else
    MsgBox "Los tres puntos no forman un triángulo"
Exit Sub
End If
Dos_area = (x2 * y3 - x3 * y2) + (x3 * y1 - x1 * y3) + (x1 * y2 - x2 * y1)
A23 = (1 / Dos_area) * (x2 * y3 - x3 * y2): y23 = (1 / Dos_area) * (y2 - y3): x32 = (1 / Dos_area) * (x3 - x2)
A31 = (1 / Dos_area) * (x3 * y1 - x1 * y3): y31 = (1 / Dos_area) * (y3 - y1): x13 = (1 / Dos_area) * (x1 - x3)
A12 = (1 / Dos_area) * (x1 * y2 - x2 * y1): y12 = (1 / Dos_area) * (y1 - y2): x21 = (1 / Dos_area) * (x2 - x1)

px = ThisDrawing.Utility.GetPoint(, vbCrLf & "Indique punto de partida: ")
xx = px(0): yy = px(1)
Xi1 = A23 + y23 * xx + x32 * yy: Xi2 = A31 + y31 * xx + x13 * yy: Xi3 = A12 + y12 * xx + x21 * yy
N1 = Xi1 ^ 2 * (Xi1 + 3 * Xi2 + 3 * Xi3) - 7 * Xi1 * Xi2 * Xi3
N2 = Xi1 ^ 2 * ((x2 - x1) * Xi2 - (x1 - x3) * Xi3) + ((x1 - x3) - (x2 - x1)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
N3 = Xi1 ^ 2 * ((y2 - y1) * Xi2 - (y1 - y3) * Xi3) + ((y1 - y3) - (y2 - y1)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
N4 = Xi2 ^ 2 * (3 * Xi1 + Xi2 + 3 * Xi3) - 7 * Xi1 * Xi2 * Xi3
N5 = Xi2 ^ 2 * ((x3 - x2) * Xi3 - (x2 - x1) * Xi1) + ((x2 - x1) - (x3 - x2)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
N6 = Xi2 ^ 2 * ((y3 - y2) * Xi3 - (y2 - y1) * Xi1) + ((y2 - y1) - (y3 - y2)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
N7 = Xi3 ^ 2 * (3 * Xi1 + 3 * Xi2 + Xi3) - 7 * Xi1 * Xi2 * Xi3
N8 = Xi3 ^ 2 * ((x1 - x3) * Xi1 - (x3 - x2) * Xi2) + ((x3 - x2) - (x1 - x3)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
N9 = Xi3 ^ 2 * ((y1 - y3) * Xi1 - (y3 - y2) * Xi2) + ((y3 - y2) - (y1 - y3)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
N0 = 27 * Xi1 * Xi2 * Xi3
'wx1 es la pendiente media según x en el punto i
wx1 = 1: wx2 = 1: wx3 = 1: wy1 = 1: wy2 = 1: wy3 = 1
zz = N1 * z1 + N2 * wx1 + N3 * wy1 + N4 * z2 + N5 * wx2 + N6 * wy2 + N7 * z3 + N8 * wx3 + N9 * wy3 + N0 * zb
px(2) = zz
Set punto = ThisDrawing.ModelSpace.AddPoint(px)
titulo = Mid$(Str(zz), 1, 7)
alto = 0.25
p_insert(0) = xx: p_insert(1) = yy: p_insert(2) = 0#

```

```

Set texto = ThisDrawing.ModelSpace.AddText(titulo, p_insert, alto)
xc = xx: yc = yy
x_anterior = -100000000#: y_anterior = -100000000#
R = 0.1
precision = 0.01
paso = 0.0043633
para = False
While parar = False
  encontrado = False
  For Delta = 0 To 6.2831853 Step paso
    x_global = xc + R * Cos(Delta)
    y_global = yc + R * Sin(Delta)
    Call interior(x1, y1, x2, y2, x3, y3, x_global, y_global, esta_dentro)
    If esta_dentro Then
      xx = x_global: yy = y_global
      Xi1 = A23 + y23 * xx + x32 * yy: Xi2 = A31 + y31 * xx + x13 * yy: Xi3 = A12 + y12 * xx + x21 * yy
      N1 = Xi1 ^ 2 * (Xi1 + 3 * Xi2 + 3 * Xi3) - 7 * Xi1 * Xi2 * Xi3
      N2 = Xi1 ^ 2 * ((x2 - x1) * Xi2 - (x1 - x3) * Xi3) + ((x1 - x3) - (x2 - x1)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
      N3 = Xi1 ^ 2 * ((y2 - y1) * Xi2 - (y1 - y3) * Xi3) + ((y1 - y3) - (y2 - y1)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
      N4 = Xi2 ^ 2 * (3 * Xi1 + Xi2 + 3 * Xi3) - 7 * Xi1 * Xi2 * Xi3
      N5 = Xi2 ^ 2 * ((x3 - x2) * Xi3 - (x2 - x1) * Xi1) + ((x2 - x1) - (x3 - x2)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
      N6 = Xi2 ^ 2 * ((y3 - y2) * Xi3 - (y2 - y1) * Xi1) + ((y2 - y1) - (y3 - y2)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
      N7 = Xi3 ^ 2 * (3 * Xi1 + 3 * Xi2 + Xi3) - 7 * Xi1 * Xi2 * Xi3
      N8 = Xi3 ^ 2 * ((x1 - x3) * Xi1 - (x3 - x2) * Xi2) + ((x3 - x2) - (x1 - x3)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
      N9 = Xi3 ^ 2 * ((y1 - y3) * Xi1 - (y3 - y2) * Xi2) + ((y3 - y2) - (y1 - y3)) * Xi1 * Xi2 * Xi3
      N0 = 27 * Xi1 * Xi2 * Xi3
      z_global = N1 * z1 + N2 * wx1 + N3 * wy1 + N4 * z2 + N5 * wx2 + N6 * wy2 + N7 * z3 + N8 * wx3 + N9 * wy3
      + N0 * zb
      If (Abs(zz - z_global) <= precision) And (Sqr(x_anterior - x_global) ^ 2 + (y_anterior - y_global) ^ 2) > 1.4142 *
      R) Then
        x_anterior = xc: y_anterior = yc
        xc = x_global: yc = y_global
        px(0) = x_global: px(1) = y_global: px(2) = z_global
        Set punto = ThisDrawing.ModelSpace.AddPoint(px)
        encontrado = True
        Exit For
      End If
    End If
  Next Delta
  If Not encontrado Then parar = True
Wend
UserForm1.Show
End Sub

```

6. EJEMPLOS

Las figuras 6, 7 y 8 que se adjuntan, muestran tres ejemplos. En los dos primeros se representa la funcionalidad del algoritmo desarrollado. Se ha procedido a crear una macro-triangulación para poder observar adecuadamente la forma con la que se produce la generación de las curvas de nivel y cómo éstas son continuas y suaves en la transición entre triángulos adyacentes.

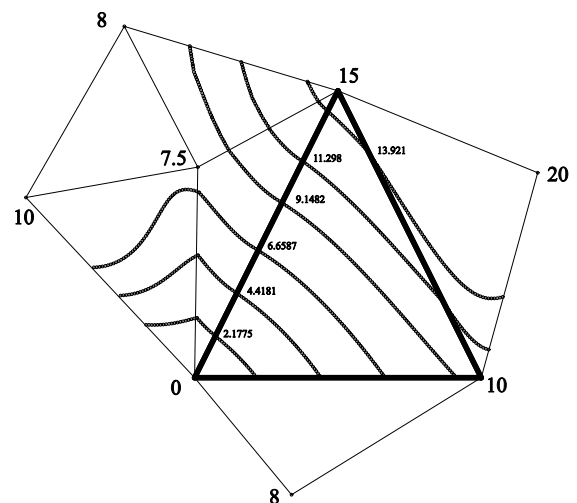


Figura 6. Curvas de nivel suaves sobre el macro-elemento.

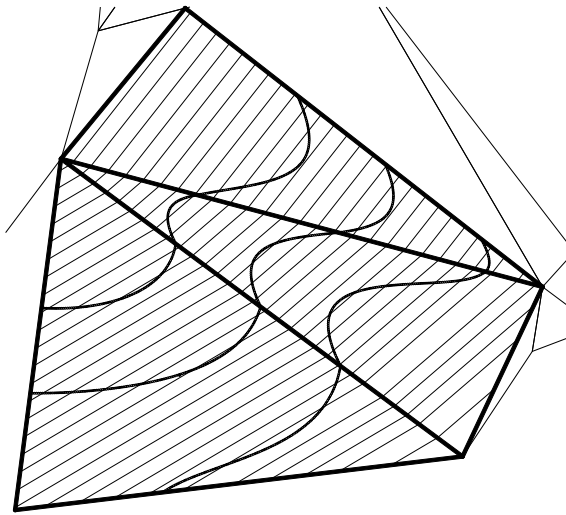


Figura 7. Interpolación lineal frente a la cúbica.

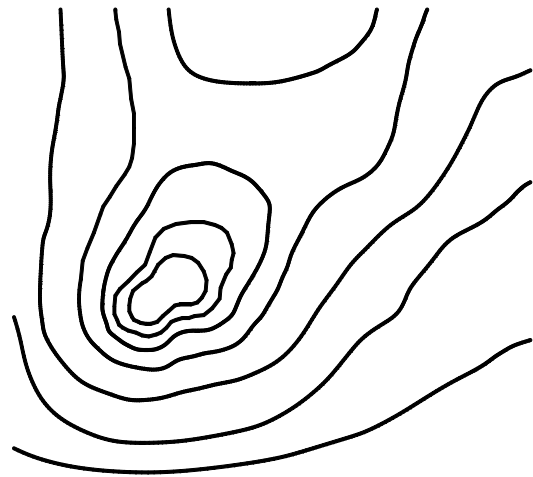


Figura 8. Curvas de nivel sobre el modelo digital.

7. CONCLUSIONES

En la mayor parte de los trabajos topográficos reales la precisión obtenida al utilizar un interpolante lineal es suficiente. Admitiendo un mayor esfuerzo de cálculo, se puede utilizar el interpolador cuadrático, que garantiza una continuidad en la función, del tipo C^0 . Si el número de puntos tomados en el terreno es suficientemente alto, es decir, se trata de un modelo casi determinístico, la interpolación lineal es rápida y, a las escalas habituales, los elementos triangulares son tan pequeños que resultan unas curvas de nivel cuyos gráficos son suficientemente suaves.

La metodología y el algoritmo presentados en este artículo resuelven el problema planteado inicialmente: Encontrar una función interpolante que permita calcular la cota de cualquier punto del dominio, respetando los valores de los puntos que inicialmente conformaron el modelo digital del terreno. La función que aquí se propone cumple, además, la condición de continuidad, tanto de la propia función (C^0) como de las primeras derivadas (C^1), por lo que las curvas de nivel tienen un aspecto suave en el interior de cada elemento y también en las fronteras entre elementos adyacentes.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Barnhill R. E., Gregory. J. A. "Polynomial Interpolation to Boundary Data on Triangles". Mathematics of Computation, n° 29. 1975.
- Clough R. W., Tocher J. L. "Finite element stiffness matrices for analysis of plate blending". Proc. Conf. On Matrix Methods in Structural Mechanics, WPAFB, Ohio, 1965.
- Deutsch C. V., Journel A. G. "GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide". Oxford University Press, New York 1992.
- Farin G. "Curves and surfaces for Computer Aided Geometric Design: A practical guide". Academic Press, 1990.
- Journel A. "Constrained Interpolation and Qualitative Information". Mathematical Geology, vol. 18, n° 3, pp 269-286. 1986.
- Kanaganathan S., Goldstein N. B. "Comparison of four point adding algorithms for Delaunay type three dimensional mesh generators". IEEE Transactions on magnetics, vol 27, n° 3, may 1991.
- Lee R. C. T. Fu J. J. "Voronoi Diagrams of Moving Points in the Plane". International Journal of Computational Geometry and Applications, 1991.
- Martínez Marín R. "Generación automática de una malla triangular". Mapping, noviembre 2000.
- Martínez Marín R. "Generación automática de curvas de nivel (isolíneas) suavizadas". Topografía y Cartografía, abril 2001
- Poiker T. K., Fowler J. J., Mark D. M. "The Triangulated Irregular Network". Proceedings of the Digital Terrain Models Symposium St. Louis, Miss., pp. 516-540, 1978.
- Preparata F. P., Shamos M. I. "Computational Geometry, An Introduction". 1985.
- Shewchuk J. R. "Triangle: Engineering a 2D Quality Mesh Generator and Delaunay Triangulator". First Workshop on Applied Computational Geometry (Philadelphia, Pennsylvania), pag. 124-133. May 1996.
- Sloan S. W., Houlby G. T. "An implementation of Watson's Algorithm for Computing 2-D Delaunay Triangulations". Advanced Engineering Software, Vol. 6, N° 4, 1984.
- Zienkiewicz O. C. "The Finite Element Method in Engineering Science". McGraw-Hill, New York, 1977. ■

La toma de datos en el campo

Modesto García Quintáns

I. T. EN TOPOGRAFÍA

Una parte muy importante de la información contenida en cualquier plano o mapa ha sido recogida en el campo. Aunque la manera de recoger estos datos es similar en todas las regiones, de acuerdo con una normativa, no lo es la forma de interrogar al entrevistado. El que esto escribe, después de haber vivido esta experiencia al servicio del Instituto Geográfico Nacional durante más de 30 años por los campos de Castilla, País Vasco y Galicia, recogiendo información para el Mapa Topográfico Parcelario y el Mapa Topográfico Nacional, tiene un cuaderno mental lleno de anécdotas que bien se podría convertir en un libro de humor.

A continuación se resumen unos breves consejos, adquiridos a base de muchas horas de convivencia con los paisanos gallegos, por si pueden valer de lección para algunos compañeros camperos.

- La gente del campo o de la aldea, por lo general, es muy desconfiada.
En el momento en que alguien desconocido aparece por la aldea con mapas o planos, casi siempre piensan que esa visita les puede perjudicar.
Si en la zona existe algún litigio por carreteras, líneas eléctricas, telefónica, catastro, etc., siempre tratarán de relacionarlo con esa visita.
- Por lo general, si te ven con traje y corbata pensarán en un “señorito” y el acercamiento será más difícil.
- Muchas veces puede dar la sensación de que la aldea está vacía. Lo más seguro es que te estén observando a través de alguna ventana.
- En el momento en que se les pide alguna información, responderán con la siguiente pregunta: ¿para qué es eso? Si les dices que para un mapa, lo más seguro es que no lo entiendan y se callarán por cortesía. Más tarde volverán a hacer la misma pregunta.
- No es bueno hacerse el sabihondo o ser muy parlachín, pues pueden catalogarte como un mercader de feria.
Lo mejor es pecar de humildad o a veces hacerse el despistado, pues de esta manera tratarán de ayudarte.
- No hay que preocuparse por el tiempo que se pueda perder en dar explicaciones, ya que, a la larga, se saldrá ganando. Lo mejor es hacerles ver que un mapa es muy importante. Si estás con una persona avanzada en años, le convencerás fácilmente diciéndole que si una persona de la aldea se pone enferma y tiene que venir una ambulancia, lo primero que hace el superior es mirar donde está esa aldea en un mapa para dirigirla. Si es cazador, lo entenderá si le explicas que para ordenar el coto de caza se necesita un mapa con detalle en la Consellería de Medio Ambiente.
- Se notará que el paisano no va a ayudar cuando en sus respuestas sale por “peteneras”. Eso sí, casi nunca darán plantón.

- Hay que procurar entrevistar a personas mayores. La gente joven, por lo general, desconoce los topónimos y detalles históricos aunque, en cambio, sí saben interpretar un mapa.
- En los territorios en los que se realizó concentración parcelaria, una gran mayoría de los paisanos entiende perfectamente un plano o un mapa.
- Si ves que no hacen mucho caso, es bueno meterse en sus temas cotidianos, como las faenas agrícolas del momento, estado de los animales domésticos, etc. Eso les dará confianza y se abrirán al diálogo.
- La información debe ser recogida desde dos puntos distintos para su contraste, pues se dan casos de topónimos muy localistas, sin uso real, que son conocidos sólo por esa persona.

Tampoco es bueno comparar distancias por el método de “allí”, “allá”, por tratarse de una diferente manera y muy subjetiva de ver las cosas. Lo mejor es señalar referencias claras en el terreno. Se dan casos de que una referencia de “allí” o “allá” discrepa en varios kilómetros.

- Es bueno a la hora de pedir información no decir el detalle por anticipado; casi seguro que dirán que es correcto. Mejor es pedir que te lo digan primero, para contrastarlo después. Si no coincide, es cuando se pregunta dónde queda el que se conoce. Lo mismo ocurre con la ortografía.
- Cuando se haya ganado la confianza con el entrevistado pero éste no nos resuelva favorablemente el problema, lo mejor es pedirle que nos acompañe a visitar a otra persona conocedora del lugar, ya que su presencia dará confianza.
- Por las aldeas hay que tener mucho cuidado con los perros, que salen de cualquier lado y en cualquier momento. Nunca se debe salir corriendo, ya que el peligro de ser atacado es mayor.
- Cuando se circule en coche por las pistas o “corredoiras” se debe tener un cuidado especial con los animales sueltos, especialmente con las vacas, que hacen movimientos bruscos e imprevisibles.

Y finalizamos este “catecismo” con el deseo de que estos consejos puedan ayudar al lector en algo. ■



Lugar de Cerbán, Parroquia de Buxantes, Ayuntamiento de Dumbria (A Coruña).

Legislación

En el BOE del día 18 de julio de 2001 se publicó el Real Decreto 743/2001, de 29 de junio, por el que se modifican los Estatutos Generales del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, aprobados por Orden de Presidencia del Gobierno de 16 de junio de 1972.

Por su importancia para nuestra profesión publicamos íntegramente este Real Decreto.

MINISTERIO DE FOMENTO

REAL DECRETO 743/2001, de 29 de junio, por el que se modifican los Estatutos Generales del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, aprobados por Orden de Presidencia del gobierno de 16 de junio de 1972.

La disposición adicional única de la Ley 7/1997, de 14 de abril, sobre medidas liberalizadoras en materias de suelo y de Colegios Profesionales, establece que éstos deberán adaptar sus Estatutos a las modificaciones introducidas por dicha Ley, encaminadas a garantizar que las profesiones colegiadas se desarrollen en régimen de libre competencia, a delimitar el carácter meramente orientativo de los baremos de honorarios y la voluntariedad de su percepción a través de los servicios colegiales, así como a evitar que el visado comprenda condiciones contractuales, cuya determinación se deja al acuerdo de las partes. Esta legislación ha sido complementada por el Real Decreto-ley 6/2000, de 23 de junio, de Medidas urgentes de intensificación de la competencia en mercados de bienes y servicios.

Los Estatutos del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía fueron aprobados por Orden de Presidencia del Gobierno de 16 de junio de 1972. El tiempo transcurrido desde la aprobación de esta norma hace necesaria su adecuación a los cambios legislativos que se refieren no sólo a la citada modificación de la Ley de Colegios Profesionales, sino también a la del Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común llevada a cabo por la Ley 4/1999, de 13 de enero, así como en general al orden constitucional de distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas.

Para dar cumplimiento a esta exigencia legal, el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía ha remitido al Ministerio de Fomento, al que corresponde la relación con dicha corporación, una propuesta de modificación de diversos preceptos de los referidos Estatutos, para su aprobación por el Gobierno.

En su virtud, de conformidad con lo establecido en el artículo 6.5 de la Ley 2/1974, de 13 de febrero, de Colegios Profesionales, en relación con el artículo 6.2 de la misma Ley, a propuesta del Ministro de Fomento, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 29 de junio de 2001,

DISPONGO:

Artículo único. *Modificación de los Estatutos Generales del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía.*

Se aprueba la modificación de los Estatutos del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, aprobados por Orden de Presidencia del Gobierno de 16 de junio de 1972, en los términos que figuran en el anexo de este Real Decreto.

Disposición derogatoria única. *Eficacia derogatoria.*

Quedan derogadas cuantas disposiciones, de igual o inferior rango, se opongan a lo dispuesto en este Real Decreto, así como, en particular, el artículo 64 de los Estatutos y aquellos preceptos aprobados por Orden de Presidencia del Gobierno de 16 de junio de 1972, a los que se da nueva redacción en el anexo de este Real Decreto, sin perjuicio de la vigencia del resto de artículos y disposición transitoria primera de la citada Orden.

Disposición final primera. *Aplicación de las normas estatutarias.*

Las normas estatutarias a que se refiere el artículo único serán de aplicación a todo el territorio del Estado, en tanto no se constituyan por las Comunidades Autónomas, al amparo de sus competencias, Colegios de Ingenieros Técnicos en Topografía en sus respectivos territorios.

Disposición final segunda. *Entrada en vigor.*

Este Real Decreto y los Estatutos por él aprobados entrarán en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado»

Dado en Madrid a 29 de junio de 2001.

JUAN CARLOS R.

El Ministro de Fomento,
FRANCISCO ÁLVAREZ-CASCOS
FERNÁNDEZ

ANEXO

Modificación de los Estatutos Generales del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía

1. Los artículos 1 al 4 quedan redactados del siguiente modo:

«Artículo 1. *Naturaleza y objeto.*

El Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía es una corporación de derecho público, con plena ca-

pacidad jurídica, civil y administrativa, para la representación y defensa de la profesión. Su sede radica en Madrid, relacionándose con la Administración General del Estado a través del Ministerio de Fomento.

Artículo 2. Régimen del ejercicio.

El ejercicio de la profesión de ingeniero técnico en topografía se realizará en régimen de libre competencia y estará sujeto, en cuanto a la oferta de servicios y fijación de su remuneración, a la Ley 16/1989, de 17 de julio, sobre Defensa de la Competencia, modificada por la Ley 52/1999, de 28 de diciembre, y Ley 3/1991, de 10 de enero, sobre

Competencia Desleal. Los demás aspectos del ejercicio profesional continuarán rigiéndose por la legislación general y específica sobre la ordenación sustantiva propia de la profesión.

Artículo 3. Alcance

El Colegio agrupa a los ingenieros técnicos en topografía que practiquen el ejercicio profesional, siendo requisito indispensable la colegiación en esta corporación oficial para poder ejercer legalmente la profesión.

Cuando la profesión se organice por Colegios Territoriales, bastará la incorporación a uno sólo de ellos, que será el del domicilio profesional único o principal, para ejercer en todo el territorio del Estado.

Artículo 4. Emblema y patronazgo.

El Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía tiene como emblema el siguiente:

a) Una mira y un jalón en ángulo de 45º, cortados en su parte superior por una corona real. La mira estará situada a la izquierda y el jalón a la derecha, vistos desde dentro del escudo.

b) Delante de este motivo aparece un taquímetro-teodolito.

c) Y todo ello rodeado por dos ramas arqueadas, convergentes de abajo a arriba, la de la izquierda de hojas de roble y la de la derecha de hojas de laurel, vistas desde dentro del escudo. El emblema se reflejará en la medalla corporativa a utilizar por todos los miembros de la Junta de Gobierno en los actos oficiales, y circunstancias de honor y protocolo.

El Colegio Nacional se coloca bajo el patrocinio de San Isidoro de Sevilla.»

2. El artículo 7 queda redactado del siguiente modo:

«Artículo 7. Enunciación de fines.

En tanto el Colegio constituya la corporación representativa de la profesión con carácter nacional, tendrá como fines, entre otros que legalmente le puedan corresponder, los siguientes:

1. Asesorar a las Administraciones públicas, corporaciones oficiales, personas o entidades y a los colegiados, en todos aquellos asuntos que, directa o indirectamente, afecten a la profesión de ingeniero técnico en topografía, emitiendo informes, resolviendo consultas o actuando en arbitrajes técnicos y económicos, que pudieran serle solicitados o acuerdo formular a iniciativa propia.

2. Informar, cuando sea requerido para ello, en las modificaciones de la legislación vigente, en cuanto se refiere a la profesión de ingeniero técnico en topografía.

3. Cooperar con la Administración de Justicia y demás organismos oficiales en la designación de ingenieros técnicos en topografía que hayan de realizar informes, dictámenes, tasaciones, peritaciones u otras actividades profesionales, a cuyo efecto se facilitarán periódicamente a tales organismos las relaciones de colegiados correspondientes.

4. Velar por los derechos y deberes de los colegiados, defendiéndolos debidamente, sobre todo en las cuestiones que afecten al interés general de la profesión, especialmente las que se deriven de las disposiciones legales vigentes, interviniendo en todo momento para que no se desconozca ni se dificulte su ejercicio.

5. Comparecer ante los Tribunales de Justicia por sustitución de los colegiados, ejercitando las acciones procedentes en reclamación de los honorarios devengados, cuando lo soliciten libre y expresamente, hayan cumplido con lo establecido en los presentes Estatutos y exista presupuesto aceptado, hoja de encargo o contrato.

6. Ostentar la representación de la Ingeniería Técnica Topográfica, de acuerdo con lo establecido en el artículo 1, apartado 3, de la Ley 2/1974, de 13 de febrero, de Colegios Profesionales, ante los Tribunales de Justicia, poderes públicos y autoridades de toda clase, sin perjuicio de la representación que correspondiera en el caso de que se creasen Colegios de la profesión dentro del ámbito territorial de las Comunidades Autónomas, al amparo de su legislación en esta materia.

7. Velar por el prestigio, independencia y decoro de la profesión, tanto en las relaciones mutuas de los colegiados como en las que mantengan con las autoridades, entidades y particulares, exigiendo a los colegiados el estricto cumplimiento de las normas de ética y moral profesional.

8. Adoptar las medidas conducentes a evitar el intrusismo profesional.

9. Visar los trabajos de los colegiados; exigir, con carácter obligatorio, el visado en los trabajos profesionales de los mismos, tanto si actúan de manera individual como asociada, por cuenta propia o contratados al servicio de empresas o sociedades.

Esta obligatoriedad de visado se hace extensible a los trabajos profesionales realizados por los colegiados para las Administraciones públicas, cuando éstas, total o parcialmente, remuneren dichos servicios en concepto de honorarios profesionales.

El visado es un acto colegial de control profesional que comprende la acreditación de la identidad del colegiado, la no existencia de incompatibilidad legalmente establecida y el no estar sujeto a sanción disciplinaria que impida su realización. Asimismo, supone la comprobación de la correcta presentación e integridad de la documentación del trabajo.

La resolución colegial, otorgando el visado de los Trabajos profesionales presentados o denegándolos, deberá adoptarse en el plazo de diez días a partir de su presentación. Si el trabajo adoleciera de defectos subsanables a efectos del visado, se le concederá al colegiado un plazo de diez días para su corrección, transcurridos los cuales se iniciará el cómputo del plazo para el otorgamiento o denegación del mismo. La denegación sólo podrá tener lugar por no reunir el colegiado las condiciones estatutarias requeridas, por incompatibilidad legalmente establecida o por incorrección en su contenido formal de la documentación técnica objeto del visado, de conformidad con la normativa establecida.

La resolución colegial denegatoria del visado, motivada y razonada, se notificará a los interesados en el plazo de diez días, y deberá contener el texto íntegro del acuerdo adoptado. En la notificación a los interesados se indicará, además, si la resolución es o no definitiva en vía colegial y, en su caso, la expresión de los recursos que contra aquel acuerdo procedan, órgano ante el que hubieran de presentarse y plazo para interponerlos.

En ningún caso el visado comprenderá los honorarios ni las demás condiciones contractuales, cuya determinación se deja al libre acuerdo de las partes.

10. Establecer baremos de honorarios, que tendrán carácter meramente orientativo, y establecer condiciones de su percepción a través del Colegio, para el caso en que el colegiado así lo solicite, y régimen del presupuesto o de la nota de encargo que los colegiados deberán presentar a los clientes.

11. Fomentar el perfeccionamiento cultural y científico de los profesionales.

12. Promover y cooperar al fomento de la profesión en sus funciones económicas, sociales o de cualquier otro género.

13. Cooperar con las Escuelas de Ingeniería Técnica Topográfica en el desarrollo de las labores científicas y profesionales relacionadas con la especialidad, contribuyendo a obtener el máximo nivel de los ingenieros técnicos en topografía.

14. Contribuir a todo aquello que tienda a la mejora de la profesión y al perfeccionamiento de las técnicas topográfica y cartográfica.

15. Organizar y desarrollar la previsión social entre los colegiados cuando las circunstancias de orden económico lo aconsejen.

16. Informar a los colegiados en todos los asuntos de interés general que profesionalmente les puedan afectar.

17. Cualesquiera otros fines que acuerde la Junta de Gobierno o la Junta General de Colegiados, siempre que guarden relación con la profesión y no se opongan a las disposiciones legales vigentes.»

3. El artículo 11 queda redactado del siguiente modo:

«Artículo 11. *Orden del día.*

Será competencia de la Junta General ordinaria la discusión y aprobación, en su caso:

1. Del acta de la sesión anterior.
2. De la memoria anual de actividades presentada por la Junta de Gobierno.
3. De los presupuestos y cuentas del año.
4. De la cuantía de las cuotas de incorporación, anual y de las extraordinarias que se acuerden.
5. De los asuntos y proposiciones que entren en el orden del día.
6. De los ruegos y preguntas.»

4. El artículo 15 queda redactado del siguiente modo:

«Artículo 15. *Acuerdos.*

Los acuerdos en las Juntas Generales serán tomados por mayoría de votos de colegiados asistentes y debidamente representados.

Las votaciones serán secretas cuando lo pidan, por lo menos, el 20 por 100 de los colegiados presentes y representados o cuando se refieran a cuestiones cuya índole lo aconseje, a juicio del Decano. Los acuerdos adoptados por la Junta General obligan a todos los colegiados.

Se levantarán actas de las reuniones y se extenderán en un libro especial, firmándolas el Decano y el Secretario general, remitiendo una copia de las mismas al órgano de la Administración General del Estado al que corresponda la relación con el Colegio.»

5. El artículo 18 queda redactado del siguiente modo:

«Artículo 18. *Atribuciones.*

La Junta de Gobierno asumirá la plena dirección y administración del Colegio para la consecución de sus fines. De una manera expresa le corresponde:

- a) Con relación a los colegiados:

1. Resolver sobre la admisión de los que deseen incorporarse al Colegio, pudiendo, en caso de urgencia, delegar esta facultad en el Decano y Secretario general, cuya decisión será provisional hasta que sea sometida a la ratificación de la Junta.

2. Repartir equitativamente las cargas entre los colegiados, fijando las cuotas ordinarias que procedan.

3. Facilitar a los Tribunales, conforme a las Leyes, la relación de los colegiados que sean requeridos para intervenir como peritos en los asuntos judiciales, tanto civiles como laborales o criminales.

4. Oír a los colegiados en sus reclamaciones, asesorarles en las que formulen contra los particulares y representarles si fuera conveniente.

5. Encargarse del cobro de los honorarios profesionales, cuando el colegiado lo solicite libre y expresamente, haya cumplido con lo establecido en los presentes Estatutos y exista presupuesto aceptado, hoja de encargo o contrato.

6. Confeccionar el anuario de los colegiados.

7. Comunicar a éstos las normas que deban de observar para el ejercicio de la profesión.

8. Velar por la independencia, amplitud y libertad necesarias para que puedan cumplir fielmente los colegiados con sus deberes profesionales y que se les guarde toda clase de consideraciones debidas al prestigio de su profesión.

9. Velar por que los colegiados observen buena conducta en relación con sus compañeros y clientes, así como por que en el desempeño de su función desplieguen competencia profesional.

10. Adoptar las medidas conducentes al cumplimiento de los requisitos de orden legal establecidos para el ejercicio de la profesión, así como los de naturaleza económica fijados estatutariamente en materia colegial y, en su caso, tomar las medidas disciplinarias previstas en los presentes Estatutos.

11. Convocar a la elección de cargos de la Junta de Gobierno y a las Juntas ordinarias y extraordinarias, señalando el orden del día para cada una.

12. Resolver por laudo, a instancia de las partes interesadas, las discrepancias que puedan surgir sobre el cumplimiento de las condiciones pactadas en los trabajos realizados por los colegiados en el ejercicio de la profesión.

b) Con relación a los organismos públicos o privados y a la Organización colegial:

1. Defender, cuando lo estime procedente y justo, a los colegiados en el desempeño de las funciones de la profesión o con motivo de las mismas.

2. Promover cerca del Gobierno y de las autoridades cuanto se considere beneficioso para los intereses profesionales de los colegiados.

3. Dirigir peticiones a los poderes públicos conforme a la Ley 92/1960, de 22 de diciembre, reguladora del Derecho de Petición.

4. Representar al Colegio en asociaciones, congresos y asambleas internacionales.

5. Designar uno o más vocales en los tribunales de oposiciones, cuando el Colegio fuera requerido para ello.

6. Evacuar las consultas sobre política topográfica y cartográfica que le solicite el Ministerio de Fomento.

7. Concurrir, en representación del Colegio, a todos los actos oficiales.

8. Informar, de palabra y por escrito, en nombre del Colegio, en cuantos proyectos o iniciativas de las Administraciones públicas lo requieran.

9. Dictar las normas de orden interno que juzgue conveniente, que podrán ser revisadas por la Junta General, así como crear Delegaciones periféricas organizadas en Territoriales y Provinciales, de acuerdo con lo establecido en el artículo 36 de estos Estatutos.

c) Con relación a los recursos económicos del Colegio.

1. Recaudar, distribuir y administrar los fondos del Colegio.

2. Redactar presupuestos y rendir las cuentas anuales.

3. Proponer a la Junta General la inversión de los fondos sociales.

d) Como norma general:

6. Los artículos 25 y 26 quedan redactados del siguiente modo:

«Artículo 25. *Trámite electoral.*

Señalada por la Junta de Gobierno la fecha de las elecciones en Madrid y en todas las provincias, de acuerdo con lo establecido en los artículos 23 y 24 de estos Estatutos, se procederá en todas las Delegaciones, ante el Delegado o persona que le represente, a la votación, depositando en la urna los votos en sobre cerrado, previa identificación del votante y su inclusión en la lista de colegiados, y anotando que dicha persona ha ejercido su derecho al voto. Concluida la votación, y en el mismo día, el Delegado, o representante, remitirá al Secretario general del Colegio en Madrid, en sobre lacrado y certificado, el contenido de la urna y la lista de votantes relacionada en la de colegiados.

Transcurridos diez días de las votaciones celebradas en las provincias, se constituirá en Madrid una mesa electoral, integrada por un miembro de la Junta de Gobierno y dos colegiados, que actuarán de escrutadores. Se constituirán varios turnos de la mesa electoral, con idéntica composición, designados todos por la Junta de Gobierno.

Los colegiados residentes en Madrid podrán votar, el día que se celebren las elecciones, entregando la papeleta al Presidente de la mesa para que la deposite en la urna.

Por la Junta de Gobierno se redactarán las normas que en cada ocasión estime más conveniente, a fin de garantizar el ejercicio del voto a distancia de aquellos colegiados que presuman que no pueden estar presentes el día de la votación.

Terminada la votación anterior, el Secretario general del Colegio abrirá los sobres lacrados que han enviado las Delegaciones, y entregará los sobres interiores al Presidente, quien los introducirá cerrados en la urna. En el momento de hacerse el escrutinio se romperán los sobres, anulándose los votos incorrectos o ilegales. Igualmente se procederá al escrutinio de los votos enviados a distancia.

Los electores podrán examinar, al terminar el escrutinio, las papeletas que les ofrezcan alguna duda. En caso de empate se decidirá por nueva votación, limitada a los empatados.

Cuantas funciones se prevean en los presentes Estatutos y todas aquellas no sometidas de forma explícita a la Junta General.»

Del resultado del escrutinio se levantará acta por triplicado, uno de los cuales se remitirá al Ministerio de Fomento, otro al archivo del Colegio y el tercero quedará en poder del Presidente de la mesa. Transcurridos quince días desde la fecha del acta, deberán tomar posesión de sus cargos los miembros de la Junta de Gobierno elegidos.

Artículo 26. *Reclamaciones.*

Las reclamaciones suscitadas con ocasión y motivo de las elecciones de la Junta de Gobierno, habrán de presentarse ante el Colegio Oficial, dentro de las veinticuatro horas siguientes a la elección, y éste se reunirá en convocatoria urgente en plazo inferior a tres días, debiendo resolver dentro

de estos tres días y notificando la resolución al interesado en el día siguiente hábil.

Contra las resoluciones expresas o tácitas del Colegio, en cuanto estén sujetas al Derecho administrativo, podrán interponerse por los interesados recurso potestativo de reposición, a que se refiere la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, o bien, directamente, recurso contencioso-administrativo.»

7. El artículo 36 queda redactado del siguiente modo:

«Artículo 36. *Composición de las Delegaciones periféricas.*

En tanto no se constituyan por las Comunidades Autónomas Colegios de la profesión en sus respectivos ámbitos territoriales, las Delegaciones periféricas estarán constituidas por una Delegación Territorial en cada Comunidad Autónoma, de la que dependerán las provinciales correspondientes. Estarán compuestas por todos los colegiados que estén adscritos a la misma y estará regida, en nombre y representación de la Junta de Gobierno y del Decano, por un Delegado y una Junta Delegada, de al menos dos miembros, presidida por dicho Delegado.

Por razones de funcionalidad, la Junta de Gobierno podrá refundir en una sola varias territoriales, que llevarán el nombre de las Comunidades Autónomas representadas.»

8. El artículo 40 queda redactado del siguiente modo:

«Artículo 40. *Domicilio de cargos.*

Para desempeñar los cargos de Delegado y Secretario-Tesorero es preceptivo estar domiciliados en la Comunidad Autónoma correspondiente.»

9. Los artículos 44 y 45 quedan redactados del siguiente modo:

«Artículo 44. *Colegiados de numero.*

Para ser colegiado de número es necesario ostentar el Título oficial de Ingeniero Técnico en Topografía. También podrán incorporarse al Colegio como colegiados de número, quienes ostenten el título extranjero equivalente, siempre que haya otorgado el Estado español a dicho titulado, el reconocimiento expreso para poder ejercer la profesión. Los colegiados de número, desde el momento de su colegiación, quedan sometidos a lo regulado por los presentes Estatutos.

Artículo 45. *Obligatoriedad de colegiación.*

Para poder ejercer legalmente la profesión de ingeniero técnico en topografía, será requisito indispensable e imprescindible estar colegiado en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, sin perjuicio de lo establecido en el párrafo segundo del artículo 3.»

10. Los artículos 47 y 48 quedan redactados del siguiente modo:

«Artículo 47. *Motivos de denegación de las solicitudes de incorporación.*

La Junta de Gobierno podrá denegar la solicitud de admisión:

1. Cuando no se presenten todos los documentos exigidos en el artículo 46 de estos Estatutos u ofreciera alguno de ellos dudas de su legitimidad, sin que ésta se acredite tras un periodo de prueba abierto de conformidad con lo dispuesto en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

2. Cuando hubiese sido condenado por delito, por sentencia firme, que conlleve la inhabilitación para el ejercicio de la profesión, y en tanto duren sus efectos.

3. Cuando hubiese sido expulsado del Colegio sin haber obtenido después su rehabilitación.

Artículo 48. *Causas de baja.*

La condición de colegiado se pierde:

1. A petición propia, comunicada por carta certificada del interesado dirigida al Decano del Colegio, con un mes de antelación como mínimo. No será procedente la baja a petición propia, en tanto en cuanto el colegiado esté sometido a acciones disciplinarias.

2. Por dejar impagada las cuotas reglamentarias en el plazo oportuno y una vez transcurrida prórroga de treinta días a partir de la notificación. La baja por esta causa se mantendrá en tanto no se abonen las cuotas atrasadas más el interés de demora correspondiente.

3. Por haber sido condenado por delito que suponga inhabilitación para el ejercicio de la profesión, sin perjuicio de la reincorporación cuando finalicen los efectos de la pena.

4. Por expulsión del Colegio, acordada según lo dispuesto en estos Estatutos.»

11. Los artículos 51 y 52 quedan redactados del siguiente modo:

«Artículo 51. *Obligaciones de los colegiados.*

Son obligaciones de los colegiados:

1. Cumplir estrictamente cuantas prescripciones contienen estos Estatutos y los reglamentos que los desarrollen, así como los acuerdos que se adopten con sujeción a los mismos.

2. Ejercer la profesión con ética y decoro, cumpliendo cuantos preceptos y normas determinan las disposiciones legales vigentes.

3. Someter a visado del Colegio, de conformidad con las normas que se establezcan para ello, todos los Trabajos que realicen en el ejercicio de la profesión, abonando los correspondientes derechos de intervención colegial.

El colegiado firmante es responsable de la calidad técnica del trabajo que realiza y de su ajuste a la normativa sectorial correspondiente. El Colegio únicamente responde de la corrección externa de la documentación integrante del trabajo, pero no de las previsiones, cálculos y conclusiones que integran el mismo.

4. Comparecer ante el Decano y la Junta de Gobierno y Delegados periféricos, cuando fueran requeridos, salvo casos de imposibilidad justificada. Cuando esta comparencia origine al colegiado gastos de desplazamiento, y no fuera culpa del mismo le serán abonados dichos gastos con cargo a la tesorería del Colegio de la Delegación de que se trate.

5. Comunicar al Colegio, bien directamente, o a través de los Delegados, los casos que conozcan de ingenieros técnicos en topografía que ejerzan actos propios de la profesión que ampara estos Estatutos sin pertenecer al Colegio, o de los que siendo colegiados, faltan a las obligaciones que como tales contraen.

6. Abonar las cuotas y derechos que hayan sido aprobados para sostenimiento del Colegio y para el desarrollo de los diversos fines que se encomiendan al mismo.

7. Asistir a los actos corporativos, salvo causa justificada, así como aceptar el desempeño de los cargos que se les encomienden por los órganos rectores del Colegio.

8. Los colegiados están obligados a dar cuenta a la Junta de Gobierno de los casos que conozcan de intrusismo.

Artículo 52. *Derechos del colegiado.*

Son derechos del colegiado con carácter de generalidad:

1. Asistir a los actos corporativos y ejercer su derecho al voto.

2. Ser defendido por el Colegio cuando sea injustamente tratado en el ejercicio profesional o con motivo de él.

3. Ser representado por el Decano y la Junta de Gobierno, y asistido por el abogado y procurador que la misma designe, cuando lo necesite, a fin de presentar reclamaciones relacionadas con el ejercicio profesional a las autoridades, entidades o particulares.

4. A cobrar sus minutas de honorarios a través del Colegio, cuando el colegiado lo solicite libre y expresamente, haya cumplido con lo establecido en los presentes Estatutos, y exista presupuesto aceptado, hoja de encargo o contrato.

5. A la inclusión en las listas para asuntos judiciales o de índole análoga, de pago y de oficio.

6. A presentar cuantas proposiciones juzgue necesarias para el enaltecimiento y mejora general de la profesión. Si han de ser tratados en Junta general, deberán ir firmados por diez colegiados como mínimo.

7. Desempeñar los cargos directivos para los que fueran elegidos.

8. Inspeccionar, previo conocimiento del Secretario general y del Tesorero general, respectivamente, las oficinas y contabilidad del Colegio, durante el periodo que media entre la convocatoria y la Junta general.

9. A utilizar cuantos servicios establezca el Colegio, ostentar el emblema profesional y a utilizar el documento de identidad que acreditará su condición de colegiado y derecho a ejercer la profesión.

10. Interponer recurso de reposición o de queja ante el Decano, contra los acuerdos tomados por la Junta de Gobierno y Delegados, que considere lesivos, injustos o contrarios a las disposiciones legales o acuerdos de la Junta general de Colegiados.

11. Formular queja ante la Junta de Gobierno contra actuación profesional de cualquiera de los colegiados.

12. Ejercer cuantos derechos se deduzcan de los presentes Estatutos o de las disposiciones vigentes.»

12. Los artículos 54 y 55 quedan redactados del siguiente modo:

«Artículo 54. *Objeto del régimen disciplinario.*

El Colegio sancionará disciplinariamente todas las acciones y omisiones culpables de los colegiados, que infrinjan las normas reguladoras de la profesión, los presentes Estatutos, reglamentos de régimen interior o acuerdos adoptados por sus órganos de gobierno, en los términos que se establecen en el artículo 55.

Artículo 55. *Infracciones y sanciones.*

Las faltas se clasificarán en leves, graves y muy graves.

Las faltas leves prescriben a los seis meses, las graves al año y las muy graves a los tres años.

A. Infracciones.

1. Son faltas leves:

a) La falta de veracidad en los datos personales suministrados al Colegio.

b) La negligencia en el cumplimiento de los preceptos estatutarios, Reglamentos de régimen interior y de los acuerdos adoptados por los órganos rectores del Colegio.

c) Las desconsideraciones de escasa trascendencia a los compañeros.

d) Las faltas reiteradas, sin causa justificada, a las reuniones de las Juntas de Gobierno.

e) Todas las acciones y omisiones culpables de los colegios, a las que se refiere el artículo 54, que no sean graves o muy graves.

2. Son faltas graves:

a) El incumplimiento doloso de los presentes Estatutos, de los Reglamentos de régimen interior y de los acuerdos adoptados por los órganos rectores del Colegio.

b) Los actos de desconsideración ofensiva grave hacia los compañeros, tanto en relación con la actividad de carácter colegial como profesional, así como hacia los miembros de la Junta de Gobierno.

c) Encubrimiento del intrusismo profesional, del trabajo profesional cometido por ingenieros técnicos en topografía no colegiados, o la colaboración al ejercicio de actividades propias de la profesión de ingeniero técnico en topografía por quien no reúna la debida aptitud legal para ello.

d) No visar en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía los trabajos profesionales.

e) La realización de trabajos o intervenciones profesionales que por su índole atenten manifiestamente al prestigio profesional.

f) No aceptar, salvo causa justificada, el desempeño de los cargos corporativos a los que hubiera presentado su candidatura de forma voluntaria.

3. Son faltas muy graves:

a) Los actos y omisiones que constituyan ofensas muy graves a la dignidad de la profesión o a las reglas éticas que la gobiernan.

b) La comisión de delito doloso, en cualquier grado de participación, como consecuencia del ejercicio de la profesión, declarado por sentencia firme.

c) No asistir, salvo causa justificada, a las reuniones de la Junta de Gobierno convocadas para la toma de los acuerdos previstos en el artículo 57 de los presentes Estatutos.

B. Sanciones. A las faltas e infracciones podrán imponerse las siguientes sanciones:

1. A las leves:

a) Apercebimiento verbal o por escrito.

b) Represión privada o pública.

c) Suspensión del ejercicio profesional de uno a quince días.

d) La privación temporal del derecho a ocupar cargos corporativos entre uno y quince días.

Haber sido sancionado tres o más veces por la comisión de faltas leves conllevará la sanción prevista en los párrafos c) y d) de este apartado B. 1.

2. A las graves:

a) Suspensión del ejercicio profesional por un plazo entre quince días y seis meses

b) La privación temporal del derecho a ocupar cargos corporativos entre quince días y seis meses.

Haber sido sancionado tres o más veces por la comisión de faltas leves conllevará la aplicación de las sanciones previstas en los párrafos anteriores de este apartado B.2, por seis meses.

3. A las muy graves:

a) La suspensión del ejercicio profesional por un plazo de seis meses y un día a tres años.

b) La privación temporal del derecho a ocupar cargos corporativos durante tres años, en las infracciones tipificadas en el artículo 55, apartado A.3, párrafo c).

c) La expulsión del Colegio. Haber sido sancionado tres o más veces por la comisión de faltas muy graves, conllevará la sanción prevista en el párrafo c) de este apartado B.3.»

13. Los artículos 57 y 58 quedan redactados del siguiente modo.

«Artículo 57. *Adopción de acuerdos de suspensión o expulsión.*

El acuerdo de suspensión por más de seis meses o expulsión, deberá ser tomado por la Junta de Gobierno mediante votación secreta y con la conformidad de las dos terceras partes de los miembros presentes en la Junta.

A esta sesión estarán obligados a asistir todos los componentes de la Junta. El que sin causa justificada no concurriera, incurrirá en falta muy grave, tipificada en el artículo 55, apartado A.3, párrafo c).

Si el acuerdo se refiere a alguno de los miembros de la Junta de Gobierno, conocerá del expediente la misma Junta, aumentada por cinco colegiados designados por insaculación entre los primeros cincuenta colegiados.

Artículo 58.

Las resoluciones a que se refieren los artículos 47, 48, 56 y 57 podrán ser recurridas en reposición ante la propia Junta de Gobierno, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, o bien directamente ante la Jurisdicción Contencioso-Administrativa.»

14. El artículo 61 queda redactado del siguiente modo:

«Artículo 61. *Recursos económicos ordinarios.*

Los recursos económicos ordinarios serán los siguientes:

1. Cuotas de incorporación al Colegio y cuotas periódicas de mantenimiento, cuya cuantía será señalada por acuerdo de la Junta General, a propuesta de la Junta de Gobierno.

2. Las cantidades que corresponda devengar por derechos de intervención colegial, de los trabajos que realicen los colegiados en el ejercicio de la profesión.

3. Los ingresos que pueda obtener el Colegio por sus propios medios, tales como los debidos a publicaciones, impresos de adquisición voluntaria, certificaciones, dictámenes, asesoramientos y análogos, solicitados del Colegio y realizados por éste.

4. Las rentas y frutos de los bienes y derechos de toda clase que posea el Colegio.»

15. Los artículos 63, 65 y 66 quedan redactados del siguiente modo:

«Artículo 63. *Reglamentos.*

La Junta General podrá aprobar Reglamentos de régimen interior del Colegio, sin que los mismos puedan contener preceptos que se opongan a los de estos Estatutos o carezcan de fundamento en los mismos.»

«Artículo 65. *Procedimiento de disolución.*

La disolución del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía podrá ser propuesta por la Junta de Gobierno o por la mitad de los colegiados, discutiéndose en Junta General extraordinaria. La propuesta de disolución tendrá que ser votada favorablemente al menos por las tres quintas partes del total de colegiados, lo cual conllevará el acuerdo de someterla a la aprobación del Gobierno.

Artículo 66. *Efectos de la disolución.*

En caso de disolución del Colegio, la Junta General extraordinaria acordará el destino que haya de darse a los fondos y bienes que posea.»

Novedades Técnicas

AUTODESK PRESENTA AUTOCAD 2002

AutoCAD 2002 es la última versión de la plataforma de diseño de Autodesk. La solución incorpora una avanzada tecnología para automatizar los procesos de diseño e intercambiar información a través de Internet. Esto se traduce en una mayor facilidad para la colaboración de los profesionales del diseño en un mismo proyecto.

AutoCAD 2002 ofrece a los responsables y usuarios de CAD los estándares y herramientas necesarias para compartir datos entre distintos equipos de diseño, departamentos de una empresa, colaboradores y socios, lo que se traduce en una mayor rentabilidad y fiabilidad de los datos. En este sentido, una de las principales características de AutoCAD 2002 es su compatibilidad con el formato de archivo DWG, con el que trabajaban las versiones anteriores del programa, AutoCAD 2000 y AutoCAD 2000i.

Las principales ventajas de AutoCAD 2002 hacen referencia a cuatro áreas fundamentales:

- *Simplificación del uso de normas y estándares e intercambio de datos.* AutoCAD 2002 cuenta con una función denominada **Gestor de estándares** que permite utilizar varios archivos de estándares y

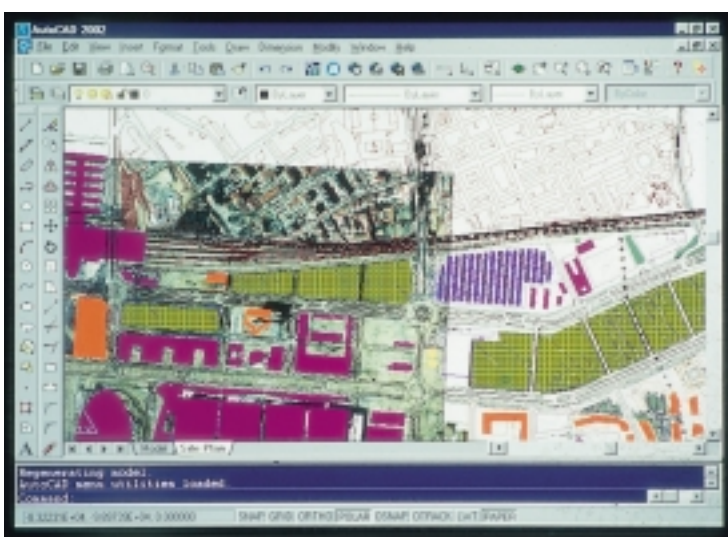


establecer una jerarquía entre ellos para que, por ejemplo, el estándar de un cliente corporativo tenga preferencia. La función de **Revisión interactiva de estándares** permite a los profesionales buscar y resolver de forma sencilla las discrepancias de estándares en archivos o grupos de archivos. El programa proporciona comentarios visuales de las discrepancias existentes entre los distintos estándares, y sugiere las soluciones más adecuadas.

Otra de las funciones de AutoCAD 2002 que mejora el intercambio de datos entre colaboradores, es la **Corrección automática de errores en los estándares** que permite que la aplicación pueda revisar y solucionar los problemas de manera automática cuando las discrepancias son repetitivas y numerosas. Esta automatización de las correcciones reduce al máximo el riesgo de posibles desajustes en las labores de diseño.

- *Mejoras en el rendimiento sobre una potente plataforma CAD.* El **Gestor de Atributos de Bloques** permite a los diseñadores modificar los atributos de un determinado conjunto de diseño sin tener que descomponer ni volver a definir sus componentes básicos, lo que se traduce en una administración más rápida y precisa de los bloques. AutoCAD 2002 permite editar los valores de atributos, parámetros y propiedades relacionadas con texto en una sola operación y todos los cambios se muestran automáticamente.

La función de **Acotación Asociativa** enlaza las dimensiones con la geometría, de tal modo que cualquier cambio en la



forma de un objeto se actualiza automáticamente de forma recíproca. Otras funciones de AutoCAD 2002 que mejoran el rendimiento son el Escalado de Textos, que ajusta de forma sencilla la altura y dimensiones de los objetos de texto integrados en un dibujo, y el corrector ortográfico optimizado.

Además, el **conversor de nomenclatura de capas** traduce los nombres y propiedades de capa de un estándar a otro, lo que facilita la colaboración al permitir una traducción sencilla entre conjuntos de estándares o convenciones de capas. Los archivos de dibujo (DWG), los archivos de estándares (DWS) o los archivos de conversor de capas guardados se utilizan como referencias para las capas estándar.

- **Colaboración entre equipos. Publicación en la Web** es una función avanzada que permite a los profesionales colocar sus contenidos de diseño en intranets o en Internet mediante un asistente con plantillas predefinidas y totalmente personalizables. Gracias a la integración en el programa de la nueva tecnología **i-drop** desarrollada por Autodesk, los profesionales pueden exportar sus dibujos a la Red de un modo tan sencillo como "arrastrar y colocar", así como importar, también por este método, contenidos de páginas Web e incorporarlos en sus trabajos. De esta manera, los diseñadores pueden generar páginas web con un buen nivel de diseño y datos empresariales asociados además del soporte en los comandos "insertar" y "bloque a disco" del formato XML.

Tras publicar un proyecto en la Red, el programa crea de manera automática un mensaje de correo electrónico notificando esta publicación. Esta función de **Envío de e-mail** (E-transmit) ayuda a conseguir una comunicación rápida y coherente. AutoCAD 2002 incluye, por último, entre sus principales mejoras en el aspecto de la colaboración, soporte para el nuevo formato DWF, mediante plantillas que traducen los dibujos de manera automática al citado formato de archivos ligeros de sólo lectura. Esto permite que los

destinatarios puedan ver sus archivos con los visualizadores Volo View y Volo View Express actualizados.

- **Facilidad de integración e implementación en red.** La plataforma AutoCAD 2002 racionaliza la gestión de licencias de red, ya que sustituye al administrador de licencia de red Elan (ADLM) por la nueva tecnología FLEXlm. Esta integración entre ambos sistemas permite a las grandes organizaciones controlar la gestión de las licencias existentes así como tener la posibilidad de conmutar la licencia de red a monopuesto. La compatibilidad total con los archivos DWG garantiza igualmente las inversiones anteriores, ya que se trata de un formato idéntico al de las versiones anteriores (AutoCAD 2000 y AutoCAD 2000i). La nueva plataforma es totalmente compatible con estas versiones y con las aplicaciones y archivos de comandos escritos para ellas. Asimismo, todas las aplicaciones y rutinas de LISP que funcionan en la actualidad en AutoCAD 2000/2000i seguirán funcionando en AutoCAD 2002.

Requisitos del sistema:

- Intel Pentium II o AMD KG-II con microprocesador a 450 MHz o superior
- Microsoft Windows 2000 Professional, Windows 98, Windows ME o Windows NT 4.0 (SP5 o posterior)
- No soporte para Windows 95
- 128 MB de RAM
- 200 MB de espacio libre en disco
- Pantalla VGA de 1.024 x 768 o superior
- Unidad de CD-ROM y ratón u otro dispositivo señalador.

Disponibilidad y Precio: AutoCAD 2002 esta ya disponible en España, en su versión en castellano, desde el pasado 15 junio, a un precio de 4.300 euros. La actualización desde AutoCAD 2000i es de 425 euros y desde AutoCAD 2000 es de 850 euros.

LH SYSTEMS ENTRA EN LA TECNOLOGÍA LIDAR CON LA ADQUISICIÓN DE AZIMUTH, CO.

LH Systems ha firmado una declaración de intenciones para comprar Azimuth Corporation, de Westford, Massachusetts, fabricante americano del sistema AeroScan de laser aeroportado para cartografía (LIDAR). Tan pronto se completen las formalidades de la adquisición, la compañía Azimuth pasará a ser una división de LH Systems. AeroScan, mejorado y redominado como LH Systems ALS40 Airborne Laser Scanner, se unirá a la gama de productos para la adquisición, proceso y mantenimiento de imágenes de precisión de LH Systems.

Los sistemas ALS40 serán suministrados por sí solos o en configuraciones conjuntas con las cámaras aéreas RC30 o Sensor Digital Aeroportado ADS40. El ALS40 incluirá el Sistema de Posicionamiento y Orientación POS/DG de Applanix Corporation, con quien LH Systems ya tiene un acuerdo para un sub-sistema especialmente diseñado para ADS40. El ALS40 será distribuido y recibirá soporte desde la red existente de oficinas de venta, filiales y distribuidores exclusivos de LH Systems y, en algunos casos, con los socios actuales de Azimuth. El desarrollo y la fabricación continuarán en las instalaciones de Azimuth en Massachusetts. La estrecha relación con el equipo de desarrollo de software de LH Systems en San Diego garantizará la sinergia mediante la utiliza-

ción del paquete de fotogrametría digital SOCET SET® para posproceso de datos LIDAR. Asimismo, el contacto entre los ingenieros de Azimuth y el equipo de LH Systems en Heerbrugg, Suiza, van a mejorar la integración entre LIDAR y las gamas RC30 y ADS40.

Bruce Wald, Presidente de LH Systems, explicó las razones de su compañía para dar este paso: "Azimuth es el socio ideal para nosotros, por su clara experiencia en sistemas LIDAR robustos y de altas prestaciones, muy bien considerados dentro de la industria cartográfica. Existe un solapamiento técnico entre los sensores aeroportados y los sistemas LIDAR, utilizando ambos sistemas de planificación de vuelo, GPS, inerciales, hardware y software, sinergias que esperamos aprovechar para ofrecer a nuestros clientes soluciones LIDAR extremadamente atractivas".

Doug Flint, Presidente de Azimuth Corporation, que pasará a ser el Director de la División de Sistemas LIDAR Aeroportados de LH Systems, estaba igualmente entusiasmado: "Hemos notado desde hace algún tiempo que, si bien nuestro producto LIDAR satisface una necesidad de la comunidad cartográfica, se requiere la cooperación del principal proveedor de sistemas en fotografía aérea y en el mundo de la fotogrametría para permitir que nuestro producto alcance y dé soporte a todos sus clientes potenciales".

INTERGRAPH PRESENTA DIGITAL CARTOGRAPHIC STUDIO PARA LA EDICIÓN Y PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA

Intergraph Mapping / GIS ha anunciado el lanzamiento de un Nuevo producto, denominado Digital Cartographic Studio (DCS), para la edición y producción cartográfica. DCS está pensado para organizaciones productoras de cartografía en formatos medios y grandes, tales como organismos cartográficos estatales y grandes empresas cartográficas. DCS ya está disponible en el mercado, habiendo sido presentado en la GeoSpatial World 2001 Conference en Atlanta el pasado mes de junio.

Bob Kuehlthau, vicepresidente de Intergraph Mapping / GIS, ha dicho: "Nuestro clientes siempre esperan de Intergraph soluciones y productos de la mayor calidad. El nuevo DCS no es una excepción. Nuestro compromiso de proporcionar herramientas productivas que ofrezcan un entorno de diseño potente y versátil para nuestro clientes profesionales de la cartografía y de la producción cartográfica es permanente".

Digital Cartographic Studio proporciona funciones tales como simbolización automática, detección de problemas y resolución de conflictos para eliminar la repetición en la edición, rasterización y coloreado de detalles. Estas tareas son eliminadas con el entorno de edición WYSIWYG (*what you see is what you get* – lo que ves es lo que obtienes), de gran eficacia. El entorno topológico permite la edición cartográfica en diferentes niveles geométricos (por ejemplo, borde, esquina o detalle) y permite la alteración de la simbología de un detalle sin afectar al mismo ni al modelo de atributo. DCS también incluye rutinas de conversión de ficheros de diseño y librerías de células de MicroStation y proporciona salidas en formato DCS, postscript y TIFF, tanto en composite como en separación de color con máscaras selectivas.

Digital Cartographic Studio consta de cinco aplicaciones, diseñadas para realizar cada una de ellas varias tareas dentro del proceso de producción:

- **DCS Administrator** – Crea la simbología, generando símbolos con la mejor resolución en función de las medidas del mapa.
- **DCS Cartographer** – Coloca los símbolos cartográficos en el lugar que les corresponde en el mapa según el detalle que representan y los datos originales, usando el entorno de edición de simbología interactivo.
- **DCS Typographer** – Sitúa de forma automática los textos y nombres correspondientes a detalles puntuales, lineales y superficiales. Detecta y soluciona los conflictos entre textos o los indica para su posterior resolución por un operador. Los atributos de los detalles se pueden utilizar para generar una etiqueta de texto; cada detalle puede tener más de una etiqueta y el texto se puede formatear automáticamente. El software soporta líneas maestras, cajas de texto y fuentes True Type.
- **DCS Geodesist** – Genera cuadrículas en una proyección primaria o secundaria y las dibuja con líneas más o menos gruesas y con simbología variable para cada una. También crea y coloca etiquetas de acuerdo con las características del mapa.
- **DCS Marginalia** – Genera automáticamente la información marginal y la leyenda. Toma y sitúa la información textual y gráfica de varias fuentes. Los usuarios también pueden actualizar información automáticamente en el mapa, tal como número de serie o número del mapa.

Para más información sobre las soluciones de Intergraph para cartografía y producción cartográfica, visitar la página web www.intergraph.com/gis/industries/map_production/.

CURSO DE INTRODUCCIÓN AL GPS Y GALILEO

Del 25 al 28 de septiembre próximo y organizado por el Instituto de Geomática, se celebrará el Curso de Introducción al GPS y GALILEO, que será impartido por D. Antonio Rius, responsable del Grupo de Investigación de la Tierra del Instituto de Estudios Espaciales de Cataluña, y D. Ismael Colomina, director del Instituto de Geomática.

Los objetivos de este curso son, en primer lugar introducir al alumno en los conceptos básicos del GPS, en segundo lugar introducirlo en los diferentes modelos de operación de los receptores GPS, su integración con otros sistemas de posicionamiento y sus aplicaciones. A continuación se presentará información reciente sobre la evolución prevista del sistema GPS y la mejora de su rendimiento en los próximos años. Todos estos conceptos se ilustrarán con

demostraciones prácticas. Finalmente, se presentarán conceptos geodésicos y cartográficos sobre sistemas y marcos de referencia geodésicos, así como sobre proyecciones cartográficas, que permitan aprovechar todo el potencial de precisión del GPS.

El precio del curso es de 210 (euros) para inscripciones realizadas antes del 7 de septiembre, 270 (euros) para las realizadas posteriormente, 210 (euros) para estudiantes y miembros de la Delegación en Cataluña del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía.

Para más información contactar con Ester Gimó, Institut de Geomática, Parc de Montjuïc, 08038 Barcelona, Tel. 935671500, fax 935671569, e-mail Ester.Gimo@IdeG.es

NUEVAS ESTACIONES TOTALES TOPCON SERIE GPT-2000 SIN PRISMA



Topcon ya tiene disponibles sus nuevas estaciones totales de la serie GPT-2000, que son lo último introducido en el mercado por Topcon y ofrecen la posibilidad de medir sin prisma a un mayor número de usuarios y de aplicaciones.

La nueva serie GPT-2000 es la versión sin prisma de la popular serie básica de estaciones GTS-220. La tecnología que permite tanto la medición sin prisma como a grandes distancias en la GPT-2000 es el principio de medición por pulsos

láser de Topcon. Cambiar de los modos de medición con prisma a sin prisma se consigue simplemente pulsando un botón.

En condiciones normales, con estas estaciones totales se pueden hacer mediciones superiores a los 7.000 metros con prisma y a los 150 metros sin

prisma. La precisión óptima sin prisma se alcanza en medidas superiores a 25 metros obteniendo una precisión de ± 5 mm.

Las especificaciones de medición angular son las mismas que con la serie GTS-220, es decir, modelos con 1,0 mgon (3"), 1,5 mgon (5"), 1,8 mgon (6") y 2,7 mgon (9") de precisión angular. El modelo de 2,7 mgon (9"), la GPT-2009, es ideal para aquellos usuarios que quieran introducirse en las estaciones totales de medición sin prisma y así disponer de esta útil característica en sus instrumentos topográficos.

La alta capacidad de la memoria interna y el potente software de fácil uso con el que están equipadas, aseguran que la serie GPT-2000 puede utilizarse en un amplio abanico de aplicaciones topográficas y de construcción. Se han incluido simples rutinas de software para optimizar la medición sin prisma, como son la "definición de plano" para facilitar la medición de alturas de edificaciones.

El nuevo sistema de batería tipo Níquel Metal Hidruro ofrece 3,2 horas de uso en modo sin prisma. Este tiempo se amplía considerablemente cuando se combinan medidas con y sin prisma en un mismo trabajo. En la serie GPT-2000 se incluyen 2 baterías de serie.

Para obtener más información, visitar la página web www.topcon.es.

MASTER INTERNACIONAL A DISTANCIA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

El Servicio de SIG de la Universidad de Girona ha creado un campus virtual de SIG e Información Geográfica: www.giscampus.org, el primer campus virtual SIG en español, que presenta la cuarta edición del máster UNIGIS, un programa de formación a distancia en SIG que cuenta con la experiencia de una red internacional de expertos académicos y profesionales dedicados a preparar materiales de alta calidad adaptados a las necesidades del mercado.

El objetivo de este máster es ofrecer un programa de calidad para facilitar la incorporación al sector SIG a aquellas personas que acaban de terminar sus estudios universitarios y disponen de tiempo para dedicarlo al estudio y, al

mismo tiempo, ofrecer un programa flexible y a distancia a aquellas personas que trabajan actualmente y que, sin disponer de tiempo suficiente para asistir a un programa presencial, desean promocionar su currículum e incorporarse al sector de los sistemas de información geográfica.

El programa es totalmente a distancia, con prácticas con *software* especializado, facilitado en condiciones especiales por fabricantes líderes, como ESRI, Intergraph, Clark Labs, Bentley, etc. Material didáctico de rigor científico y orientado a las necesidades del mercado SIG, actualizado anualmente por la fundación UNIGIS Internacional (<http://www.unigis.org>).

Sistema de evaluación: La adquisición de conocimientos de cada módulo se controla mediante la corrección de las prácticas que el alumno ejecuta en casa y que envía al tutor UNIGIS correspondiente.

Titulación: Postgrado Internacional a Distancia en Sistemas de Información Geográfica y Máster Internacional a Distancia en Sistemas de Información Geográfica.

Duración: Postgrado 300 horas (30 créditos) y Máster 750 horas (75 créditos).

Requisitos de admisión: Diplomatura o licenciatura universitaria. Excepcionalmente, profesionales con experiencia acreditada.

Solicitud de admisión y preinscripción: Servicio de SIG – UdG, del 3 de septiembre de 2001 al 5 de octubre de 2001

Matrícula: Servicio de SIG – UdG, del 8 de octubre de 2001 al 31 de octubre de 2001.

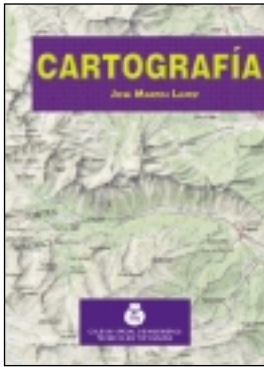
Documentación: Una fotografía, formulario de solicitud de admisión, fotocopia compulsada o autenticada del título universitario y fotocopia del documento nacional de identidad (DNI).

Precio: Postgrado 225.000 Ptas. (1.352,28 €) y Máster 310.000 Ptas. (1.863,14 €). Ambos incluyen un seguro de 1.852 Ptas. (11,13 €).

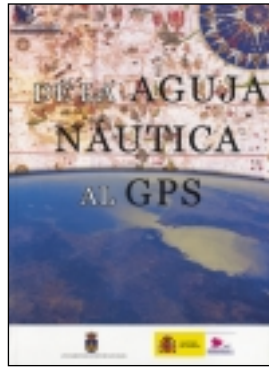
Para más información: unigis@giscampus.udg.es

Programa				
Curso	Periodo	Horas	Módulos	Título
1º	Noviembre 2001 Julio 2002	300	M1. Introducción a los conceptos y operaciones fundamentales M2. Modelado de datos espaciales M3. Bases de datos, estructuras y modelos de datos espaciales M4. Operaciones de análisis espacial	Postgrado Máster
2º	Octubre 2002 Septiembre 2003	450	M5. Adquisición y entrada de datos M6. Calidad de los datos M7. Conceptualización del espacio M8. SIG en organizaciones Dos módulos opcionales: O1. Gestión de proyectos O2. Bases de datos avanzadas O3. Aplicaciones de ArcView O4. SIG y teledetección O5. Programación SIG	
	Octubre 2003 Enero 2004		Proyecto final	

Libros Técnicos



Título: **Cartografía**
 Autor: **José Martín López**
 Pesetas: 5.500. Ref. 701
 (4.000 colegiados y alumnos E.U.I.T.T.)



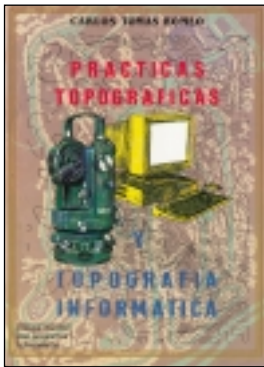
Título: **De la Aguja Náutica al GPS**
 Autor: **Aynto. del Puerto de Santa María - CNIG**
 Pesetas: 3.000. Ref.: 023



Título: **Cartógrafos Españoles**
 Autor: **José Martín López**
 Pesetas: 4.500. Ref.: 021



Título: **Aplicaciones de la topografía en la documentación arquitectónica y monumental**
 Autor: **José Manuel Lodeiro Pérez**
 Pesetas: 1.500. Ref. 304



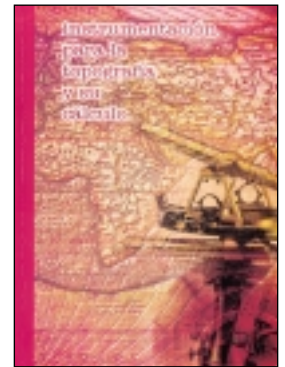
Título: **Prácticas Topográficas y Topografía Informática**
 Autor: **Carlos Tomás Romeo**
 Pesetas: 5.500. Ref.: 6004



Título: **Programas Informáticos de Topografía**
 Autor: **Carlos Tomás Romeo**
 Pesetas: 3.500. Ref. 6005



Título: **Topografía y Sistemas de Información**
 Autor: **Rubén Martínez Marín**
 Pesetas: 2.950. Ref.: 6006



Título: **Instrumentación para la Topografía y su cálculo.** Autor: **Ignacio de Paz**
 Pesetas: 4.450. (+CD por 5.600)
 Ref. 7001



Título: **Problemas de Fotogrametría I**
 Autor: **José Lerma García**
 Pesetas: 1.605. Ref.: 5001



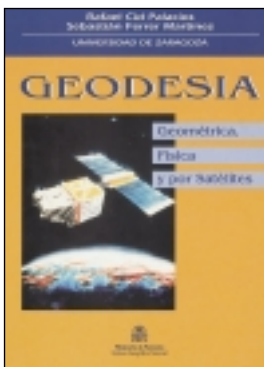
Título: **Problemas de Fotogrametría II**
 Autor: **José Lerma García**
 Pesetas: 1.845. Ref.: 5003



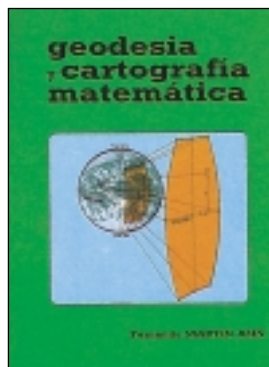
Título: **Problemas de Fotogrametría III**
 Autor: **José Lerma García**
 Pesetas: 1.365. Ref.: 5002



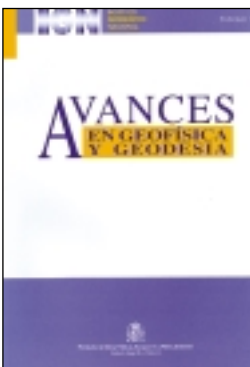
Título: **Catastro de Rústica**
 Autores: **José Luis Berné Valero y Carmen Femenia Ribera**
 Pesetas: 4.195. Ref. 5005



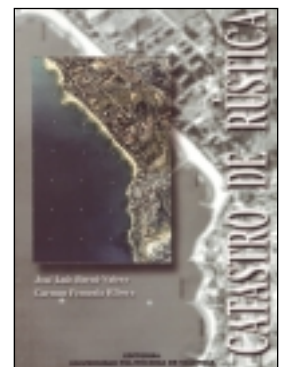
Título: **Geodesia (Geométrica, Física y por Satélites)**
 Autores: **R. Cid Palacios y S. Ferrer Múnez.**
 Pesetas: 4.000. Ref.: 030



Título: **Geodesia y Cartografía Matemática**
 Autor: **Fernando Martín Asín**
 Pesetas: 5.315. Ref. 205



Título: **Avances en Geodesia y Geofísica (vol. I)**
 Autor: **MOPTMA-IGN**
 Pesetas: 3.000. Ref.: 016



Título: **Catastro de Rústica**
 Autores: **José Luis Berné Valero y Carmen Femenia Ribera**
 Pesetas: 4.195. Ref. 5005



Título: **Topografía subterránea**
Autor: **Ana Tapia Gómez**

Pesetas: 2.000. Ref. 801



Título: **Topografía de obras**
Autor: **Ignacio de Corral Manuel de Villena**

Pesetas: 4.000. Ref. 802



Título: **Fundamentos Teóricos de los Métodos Topográficos**
Autor: **Alonso Sánchez Ríos**

Pesetas: 2.600. Ref. 6002



Título: **Problemas de Métodos Topográficos (Planteados y Resueltos)**
Autor: **Alonso Sánchez Ríos**

Pesetas: 2.600. Ref. 6003



Título: **Introducción a las Ciencias que estudian la Geometría de la Superficie Terrestre**
Autores: **J.J. de San José, J. García y M. López**

Pesetas: 5.000. Ref. 6001



Título: **Tratado de Topografía 1**
Autores: **M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné**

Pesetas: 7.000 (6.000 coleg.). Ref. 2001



Título: **Tratado de Topografía 2**
Autores: **M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné**

Pesetas: 8.500 (7.000 coleg.). Ref. 2002



Título: **Tratado de Topografía 3**
Autores: **M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné**

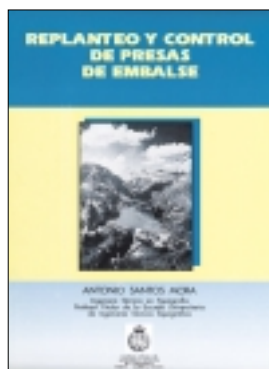
Pesetas: 6.000 (5.000 coleg.). Ref. 2003

Los tres volúmenes: **Pesetas 21.500 (15.000 colegiados)**



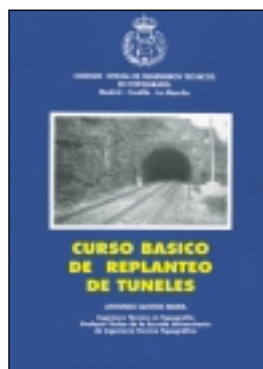
Título: **Topografía y Replanteo de Obras de Ingeniería**
Autor: **Antonio Santos Mora**

Pesetas: 5.500. Ref. 301



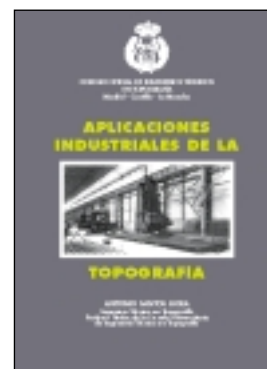
Título: **Replanteo y control de presas de embalse**
Autor: **Antonio Santos Mora**

Pesetas: 2.000. Ref. 302



Título: **Curso básico de replanteo de túneles**
Autor: **Antonio Santos Mora**

Pesetas: 1.500. Ref. 303



Título: **Aplicaciones Industriales de la Topografía**
Autor: **Antonio Santos Mora**

Pesetas: 3.200. Ref. 305

Boletín de Pedido a la Revista TOPOGRAFIA y CARTOGRAFIA Avda. de la Reina Victoria, 66, 2.º C - 28003 Madrid
Teléfono: 91 533 89 65 - Fax: 91 533 46 32

N.º Ref.	Cantidad	Título	Precio unitario	Total
Gastos de envío (500 Ptas. Europa, para otros países consultar)				
Nombre				
Dirección				
Ciudad..... Provincia C.P.				
Forma de pago: <input type="checkbox"/> talón nominativo <input type="checkbox"/> giro <input type="checkbox"/> transferencia				
Remitir justificante de giro o transferencia.				

NOTA: Estos precios son con IVA incluido.

Bibliografía

La Construcción del Territorio
Mapa Histórico del Noroeste de la Península Ibérica
José Ramón Menéndez de Luarca y Navia Osorio
Lunweg Editores
Barcelona, 2000
14.975 Ptas. (IVA incluido)

Esta obra, editada gracias a los fondos FEDER de la Unión Europea y con la colaboración de la Fundación Rei Afonso Henriques, la Consellería de Política Territorial de la Xunta de Galicia, la Consejería de Fomento de la Junta de Castilla y León, la Consejería de Infraestructuras del Principado de Asturias, el Ministerio de Medio Ambiente, el Centro Nacional de Información Geográfica CNIG y la Direcção Geral do Ordenamento do Território de Portugal, es consecuencia del Plan Especial de Protección del Camino de Santiago que iniciaron hace 16 años el autor y Arturo Soria Puig, autor del ensayo introductorio, que tuvo como primer resultado una síntesis realizada por este último y titulada *El Camino de Santiago* (Madrid, MOPR, 1991).

El espacio temporal que abarca va desde la Prehistoria hasta nuestros días; el físico incluye el Norte de Portugal, Galicia, Asturias y parte de Castilla y León y Cantabria. Tampoco se limita a una sola especialidad reconocida, si no que abarca varias y muy diversas, tales como arqueología, historia, ordenación del territorio, lingüística, etc. Todo esto no es un capricho, si no consecuencia del tema central de la obra y la profundidad con que se trata, lo cual lleva ineludiblemente a apoyarse tanto en datos históricos, algunos de extrema antigüedad, como lingüísticos, económicos, etc.

Con esta publicación se dan a conocer cuáles han sido las causas de la configuración de los paisajes de la zona estudiada, el porqué tienen sus pueblos y ciudades el nombre con el que se les identifica y cuáles han sido los motivos de su emplazamiento y estructura urbana, así como por qué han crecido hasta convertirse en las ciudades que hoy conocemos. Si mirar al pasado es importante para entender nuestra realidad, aún lo es más para aprender las lecciones que gratuitamente nos ofrece la Historia y esta obra nos posibilita esa oportunidad.

La obra se compone de un tomo de 456 páginas encuadernado en tela, profusamente ilustrado, en el que cronológicamente se estudia de forma detallada la evolución del territorio y su uso por el hombre. También

incluye un índice toponímico muy completo en 80 páginas así como el Mapa Histórico propiamente dicho, a escala 1:200.000, sin indicación de proyección ni graduación de coordenadas, lo cual hace dudar de su denominación de "mapa", dividido en 16 hojas y una leyenda aparte. La información cartográfica incluye 8 croquis, más que

mapas, a escala 1:800.000, con la cuadrícula de hojas del MTN50 del IGN, sobre las siguientes épocas: Época Megalítica, Época Castreña, Época Romana, Baja Edad Media, Alta Edad Media, Peregrinaciones, Vías Pecuarias, Edad Moderna (División Administrativa del Antiguo Régimen). También se incluyen tre tomos, uno en francés, otro en inglés y el tercero en portugués, con un resumen del texto, así como un CD-ROM en el que se incluye toda la información gráfica y escrita. Todo ello va dentro de una caja-estuche entelada que mejora notablemente la ya de por sí altísima calidad de la edición.

No podemos, sin embargo, dejar de lamentarnos del poco cuidado puesto en los documentos "cartográficos", ya que, como hemos dicho, carecen de toda aquella información que hace que un mapa lo sea, como la proyección cartográfica, la red de meridianos y paralelos o cuadrícula, coordenadas, etc. Es de suponer que, como se indica, toda esta información sea idéntica a la de la serie 1:200.000 del IGN que es, según parece, la base cartográfica que se ha utilizado. Es muy corriente entre profanos de los mapas el pensar que estos datos son superfluos, sin darse cuenta de que sin ellos un dibujo más o menos bonito del terreno no pasa de ser eso, mientras que un mapa es una representación del terreno sujeta a unas condiciones matemáticas, las cuales determinan la mayor o menor precisión del mismo y, por lo tanto, su utilidad y fiabilidad.



Vida Profesional

NUEVA JUNTA DE GOBIERNO DE LA DELEGACIÓN EN VALENCIA DEL COITT

Como consecuencia del proceso electoral recientemente celebrado en la Delegación en Valencia del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, la nueva Junta de Gobierno de dicha Delegación queda formada por los siguientes colegiados:

Delegado-Presidente	D. Enrique Delfin Arrufat Molina		
Secretario	D ^a Pilar Maicas Dolz	Vocal 3 ^o	D ^a Antonia Rubio Núñez
Vocal 1 ^o	D. Fernando Buchón Moragues	Vocal 4 ^o	D. Antonio Blanco Sánchez
Vocal 2 ^o	D. Fernando Orquín Mompó	Vocal 5 ^o	D ^a Concepción García Ortega

NUEVA JUNTA DE GOBIERNO DE LA DELEGACIÓN EN CATALUÑA DEL COITT

De acuerdo con los resultados de las elecciones celebradas en la Delegación Territorial en Cataluña del COITT el pasado 20 de junio para cubrir los cargos de Presidente-Delegado Territorial, Vicepresidente, Secretario, Tesorero y nueve Vocales, así como los de Delegado Provincial y Secretario de las Delegaciones Provinciales de Girona, Lleida y Tarragona, la nueva Junta de Gobierno de dicha Delegación Territorial y las de las Delegaciones Provinciales quedan constituidas por las siguientes personas:

Presidente-Delegado Territorial	D. Jesús Huarte Vigo	Delegación Provincial de Tarragona	
Vicepresidente	D. Jaume Soler Baños	Delegado	D. Felip Beltrán Segarra
Secretario	D. Pere Carmona Ortega	Secretaria	D ^a Vicky Alarcón Company
Tesorero	D. Mateu Vilardell Marqués	Delegación Provincial de Lleida	
Vocal 1 ^o	D. Marc Sanllehí Prim	Delegado	D. Carlos Mateos Sanz
Vocal 2 ^o	D. Toni Manzano Fajardo	Secretario	D. Iscle Sempere Chavanat
Vocal 3 ^o	D ^a Azucena González González	Delegación Provincial de Girona	
Vocal 4 ^o	D. Carlos Valle Menguiano	Delegada	D ^a Mercé Soler Jorba
Vocal 5 ^o	D. Carles Gracia Gómez	Secretaria	D ^a Gloria Berga Roda
Vocal 6 ^o	D. Francesc Batlló Farriol		
Vocal 7 ^o	D ^a M ^a José Pérez Pérez		
Vocal 8 ^o	D. Xavier Torrents Cagigós		
Vocal 9 ^o	D. Jordi Arjó Pon		

XIX CONGRESO INTERNACIONAL DE HISTORIA DE LA CARTOGRAFÍA



Planisferio de Pedro de Medina (siglo XVI)



Nuestra Señora de Altagracia, Cumaná (1704)



Mapa de Subig, Filipinas (1715)

el Centro Mesonero Romanos de la Casa de la Panadería de la Plaza Mayor y "Libros de Geografía en la Universidad Complutense: Desde la Antigüedad hasta el siglo XVIII" en la Biblioteca Histórica Marqués de Valdecilla de la Universidad Complutense.

La exposición "Tesoros de la Cartografía Española", organizada por la Biblioteca Nacional, mostró una selección de ochenta mapas, algunos de

Entre los días 1 y 6 de julio pasado se celebró en Madrid el XIX Congreso Internacional de Historia de la Cartografía, bajo la Presidencia de Honor de SAR el Príncipe de Asturias y organizado por la Biblioteca Nacional de España, el Museo Naval del Ministerio de Defensa, la Universidad Complutense de Madrid e Imago Mundi Ltd., con la colaboración de la Consejería de Política Territorial de la Comunidad Autónoma de Madrid y el Ayuntamiento de Madrid.

El tema del Congreso fue la Cartografía de España e Iberoamérica y se impartieron cerca de sesenta conferencias de muy alto nivel por las mayores autoridades mundiales de la disciplina. El ciclo de conferencias se desarrolló en la Biblioteca Nacional y el Real Monasterio de El Escorial.

En coincidencia con este Congreso se celebraron las exposiciones "Tesoros de la Cartografía Española" en la Biblioteca Nacional, "Madrid en sus Planos, 1622-2001" en



Asistentes al XIX Congreso Internacional de Historia de la Cartografía visitando la exposición "Madrid en sus Planos, 1622-2001"

ellos nunca antes expuestos, de la Edad Media hasta el siglo XIX, que ilustraban la extraordinaria aportación de España al conocimiento geográfico del mundo y la riqueza de nuestro patrimonio cartográfico. La selección abarcaba desde los primeros mapas medievales realizados por españoles, como el que figura en las *Etimologías* de San Isidoro o el mapamundi cuatripartito contenido en los *Comentarios al Apocalipsis* del Beato de Liébana, hasta la cartografía de antiguas posesiones españolas, como el *Mapa de América Meridional* de Juan de la Cruz Cano (1775) o el *Mapa del Missisipi* (1699) y obras tan excepcionales como el *Islario general de todas las islas del mundo* de Alonso de Santa Cruz (s. XVI). También se incluía una amplia colección de mapas de España, tanto generales como parciales, de los siglos XVI al XIX, entre los que se encontraban el *Plano de Madrid* y el *Mapa de la Provincia de Soria* de Coello, la primera hoja del Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 del Instituto Geográfico y Estadístico (hoy IGN), y un apartado dedicado a los instrumentos antiguos utilizados en los levantamientos topográficos. Las piezas procedían de la Biblioteca Nacional, el Archivo General Militar de Madrid, el Centro Geográfico del Ejército, el Museo Naval, el Archivo general de Indias y la Real Sociedad Geográfica.



Vista de la exposición "Madrid en sus Planos, 1622-2001"

La exposición "Madrid en sus Planos, 1622-2001", fue organizada por la gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Madrid, siendo su Comisario el I.T. en Topografía Alfonso Mora Palazón. En ella se mostraban cuatro siglos de cartografía madrileña, representadas en guías de forastero, grabados, planos de la ciudad y su entorno, algunos de ellos en relieve por el sistema de anaglifos, imágenes de satélite, etc. Los fondos expuestos procedían del Instituto Geográfico Nacional, el Centro

Nacional de Información Geográfica, el Centro Cartográfico y Fotográfico del Ejército del Aire, el Colegio Oficial de I. T. en Topografía, la Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Madrid, D. Manuel Abella Poblet y D. Ricardo Donoso Cortés y Mesonero Romanos. Especialmente destacada fue la colaboración prestada en esta exposición por los Amigos de la Cartografía de Madrid.

El día 3 de julio, el Alcalde de Madrid, D. José María Álvarez del Manzano, junto con otras personalidades, clausuró esta última exposición, ofreciendo a continuación una recepción a los participantes en el XIX Congreso Internacional de Historia de la Cartografía en el Patio de Cristales de la Primera Casa Consistorial de Madrid.



De izquierda a derecha D. Alfonso Mora Palazón, Comisario de la exposición "Madrid en sus Planos, 1622-2001", D. José Antonio Canas Torre, Director del IGN, D. José María Álvarez del Manzano, Alcalde de Madrid, y D. Manuel Abella Poblet

DECLARACIÓN DEL INITE CON RESPECTO AL PROYECTO DE REFORMA DE LA LEY ORGÁNICA DE UNIVERSIDADES

Todas las instituciones de la Ingeniería Técnica española nos sentimos profundamente interesadas por el devenir de las titulaciones y programas de estudio que nuestros profesionales se encuentran en la Universidad. Con este propósito, nos dirigimos a la sociedad civil en general y manifestamos nuestra inquietud en particular a los Ministerios competentes a los que se adscriben las actividades de las distintas ramas de la ingeniería existentes en España.

CONSIDERANDO QUE:

- Resulta absolutamente fuera de sentido que una Ley Universitaria prescinda en sus contenidos principales de los sujetos protagonistas de la educación universitaria, como son los titulados universitarios.
- Los profesionales titulados en Ingeniería Técnica enfocan cada vez más sus actividades y necesidades hacia los condicionantes determinados por el entorno europeo y apuntan hacia objetivos irrenunciables de calidad e innovación en las formas de transmitir, desarrollar, aplicar y gestionar la ciencia y las tecnologías emergentes.
- Los responsables de las Administraciones de la educación en Europa han trazado un nuevo Espacio Europeo de Enseñanza Superior (Bolonia, 1999, ratificado en Praga, mayo 2001).
- Las universidades europeas han mostrado que desean conformar su propio futuro en el nuevo contexto europeo y sus máximos dirigentes se proponen acometer los desafíos precisos para el desarrollo armónico del Espacio Europeo de Educación Superior (Salamanca, marzo de 2001).
- La Administración española se plantea una serie de cambios de calado en la normativa legal en materia universitaria acorde a los planteamientos de comparabilidad, compatibilidad y de las titulaciones y los estudios universitarios (anteproyecto de Ley de Universidades) y promueve la incorporación de nuestro sistema universitario al espacio universitario europeo (Ministra de Educación, Madrid abril-mayo 2001).

DECLARAMOS QUE:

- Es prioritaria y urgente la conformación de un Espacio Europeo que facilite la movilidad de los profesionales de la ingeniería, así como de los alumnos y profesores.
- La organización actual de los estudios en España no es acorde a las necesidades profesionales que demanda la sociedad, al conocimiento ni a la legislación que regula nuestras atribuciones profesionales.
- Nuestro país no se ha manifestado suficientemente a la hora de proponer soluciones concretas a los modelos de ingeniería a poner en marcha para la conformación del Espacio Europeo de Formación Superior.
- Se hace cada vez más evidente la necesidad de definir una habilitación profesional diferenciada de lo que es la titulación homologada en las instituciones universitarias.
- Se habrán de diseñar modelos de perfiles y duraciones de los estudios de ingeniería técnica para alcanzar una adecuada capacidad comparativa entre los estándares de formación y para prestar una capacidad identificativa a todos los agentes sociales y laborales implicados en el entorno de los ingenieros.
- Se requiere la determinación de los suficientes niveles de calidad en la formación de los ingenieros, basada en criterios de experiencia y reciclaje, que también aseguren la formación permanente y actualizada para las nuevas tecnologías.
- Se demanda una mayor participación de las instituciones profesionales y los agentes sociales en las iniciativas y en los organismos sobre la elaboración de los planes de estudio de los profesionales de la ingeniería.

Madrid, 28 de junio de 2001

Junta de Gobierno del INITE

PROGRAMA DE DOCTORADO INTERUNIVERSITARIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA INGENIERÍA GEODÉSICA Y CARTOGRÁFICA

Las Universidades Complutense de Madrid (UCM), de Salamanca (USAL), de Alcalá de Henares (UALC), de Cantabria (UCANT) y Politécnica de Valencia (UPV) han puesto en marcha para el curso 2001-2002, su Programa de Doctorado Interuniversitario en Ciencia y Tecnología de la Ingeniería Geodésica y Cartográfica.

Los departamentos responsables de este Programa son: Física de la Tierra, Astronomía y Astrofísica I (UCM), Ingeniería Cartográfica y del Terreno (USAL), Matemáticas (UALC), Ingeniería Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica (UCANT), Ingeniería Cartográfica (UPV). Los centros encargados de la gestión de este programa son: Facultad de Ciencias Matemáticas (UCM), Escuela Politécnica Superior de Ávila (USAL), Escuela Politécnica (UALC), Escuela de Ingenieros de Caminos (UCANT) y Escuela de Ingenieros en Geodesia y Cartografía (UPV).

El Área de Conocimiento a la que se adscribe el Programa es el de Física de la Tierra e Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría, siendo los coordinadores del mismo Dr. Miguel J. Sevilla de Lerma (UCM), Dr. Alfonso Núñez García del Pozo (USAL), Dr. José Antonio Malpica Velasco (UALC), Dr. Rafael Ferrer Torío (UCANT) y Dr. José Luis Berné Valero (UPV).

El Programa tiene como objetivo fundamental el establecer estudios especializados en el campo de la Geodesia, desde el punto de vista de la ciencia que la soporta, y el desarrollo de tecnología, software, etc. que den respuesta al estado actual de conocimiento. Por otra parte, el

objetivo en el campo de la Cartografía es la especialización en el desarrollo de procesos de producción y la profundización en el conocimiento de las ciencias y técnicas afines.

Cursos y materias fundamentales: Cartografía, Fotogrametría, Topografía de alta precisión, Redes Geodésicas, Satélites geodésicos y GPS, Mareas Terrestres, Geodesia Geométrica, Geodesia Física, Riesgos Naturales, VLBI, Geomática, Sistemas de Información Geográfica.

Líneas de investigación: Deformación de la corteza, determinación del Geoide, Geodesia Espacial (GPS), Gravimetría y Microgravimetría, Mareas Terrestres y Oceánicas, Geodesia de Precisión y sus aplicaciones, desarrollo de software para Geodesia y Geodinámica, problemas de contorno de la Geodesia Física, Cartografía Matemática, modelos matemáticos en Geodesia y Geodinámica, inversión gravimétrica, Redes Geodésicas, administración de recursos geodésicos (SIG), extracción semiautomática de entidades cartográficas.

Pueden acceder al Programa, por este orden, Ingenieros en Geodesia y Cartografía; Licenciados en Ciencias Matemáticas, especialidad de Astronomía y Geodesia; Licenciados en Física, orientación Geofísica; Ingenieros, Arquitectos y Licenciados. Los criterios de selección son: conocimientos previos, expediente académico y otros méritos.

El plazo de preinscripción es del 1 de julio al 7 de septiembre y el de matrícula del 1 de octubre al 15 de noviembre, siendo el número de plazas disponibles para nuevos alumnos de 25 por curso académico.



**CASI NO QUEDAN
NIÑOS MENORES
DE 5 AÑOS**
*Aad Rieval, del
Programa Mundial
de Alimentos*

Talón o giro a:
MISIONES SALESIANAS
28008 Madrid - Ferraz, 81
Tel. 91 543 85 65

Indice Comercial de Firmas



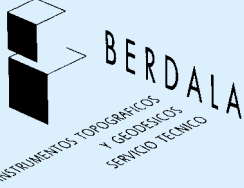

AL-TOP
TOPOGRAFIA, S.A.
TOPO CENTER®

ALQUILER Y VENTA DE
INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS
EQUIPOS Y SISTEMAS PARA
TOPOGRAFIA Y BATIMETRÍA

SERVICIO TECNICO OFICIAL PARA ESPAÑA DE:



C/ BOFARULL, 14, BAJOS 1ª
TEL. 93 340 05 73 - FAX 93 351 95 18
08027 BARCELONA

INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS
Y GEODÉSICOS
SERVICIO TÉCNICO

Balmes, 6 08007 BARCELONA
Tel. 93 301 80 49 Fax 93 302 57 89



Instrumentos Topográficos
Casa Sueca: +46.8.622.1000

Distribuidores:
ALTOP-Barcelona: 93 340.05.73
CYT-Santiago: 981 581.678
DATUM-Madrid: 91 535.33.72

EDEF
Estudio de Fotogrametría

Marqués de Lema, 7
Tel. 91 554 42 67
28003 MADRID

LEICA GEOSYSTEMS, S.L.

**Geodesia, Topografía,
Fotogrametría y Sistemas**

Oficina y Asistencia Técnica
Edificio Oasis
C/. Gustavo Fernández Balbuena, 11
28002 MADRID
Tel. 91 744 07 40 - Fax 91 744 07 41
C/. Nicaragua, 46, 5ª planta - 08029 BARCELONA
Tel. 93 494 94 40 - Fax 93 494 94 42



MADRID 913 801 823
ANDALUCIA 958 451 403
LEVANTE 963 775 116
GALICIA 981 330 031

<http://www.geocenter.es>

DISTRIBUIDOR OFICIAL
VENTA Y ALQUILER





**SANTIAGO
& CINTRA**

Distribuidor GPS  Trimble

Calle José Echegaray, 4 - P.A.E. Casablanca B5
28100 Alcobendas (Madrid)
Tel. 902 12 08 70 - Fax 902 12 08 71
e:mail: scintra@mad.servicom.es

TOPCON ESPAÑA, S.A.

Instrumentos Topográficos

Frederic Mompou, 5 - Ed. EURO-3
08860 S. JUST DESVERN (Barcelona)
Tel. 93 473 40 57 - Fax 93 473 39 32

Avenida de Burgos, 16 E, 1.º
28036 MADRID
Tel. 91 302 41 29 - Fax 91 383 38 90

ATICSA

— Distribuidor Oficial —



Venta y Alquiler de Material Topográfico

C/ Servando González Becerra, Local 25 (Plaza de las Américas)
Tel. 924 23 13 11 - Fax 924 24 90 02 - www.aticsa.net 06011 BADAJOZ



DATUM

TOPOGRAFIA Y CARTOGRAFIA, S.L.
ALQUILER Y VENTA DE GPS
ESTACIONES TOTALES Y ACCESORIOS



Cristóbal Bordiú, 35
Tel. 91 535 33 72
Fax 91 535 33 84
28003 Madrid

SISTEMAS DE MEDIDA

GRAFINTA, S.A.

Topografía, Geodesia, Dibujo

Avda. Filipinas, 46 - 28003 MADRID
Tel. 91 553 72 07 - Fax 91 533 62 82