



Nuestra portada:

Detalle de un mapa chino del siglo XVIII que forma parte de un Atlas manuscrito de la provincia de Jiang Xi.

Vol. XXI - N.º 123
Julio-Agosto
2004

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

topografiaycartografia@top-cart.com

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

| | |
|---|----|
| Estudio sobre la evolución del sector costero del Prat de Cabanes-Torreblanca mediante técnicas fotogramétricas | 3 |
| Carmen Zornoza Gallego e Isabel Villacreces Morillas | |
| Evaluación del potencial de la integración del LiDAR con la Batimetría en el Estuario del Támesis | 15 |
| Thomas Lowe | |
| GPS de Precisión por el Método Estático Relativo para Puntos en Aeropuertos | 27 |
| Julio Roldán Rodríguez y Jorge Moya Zamora | |
| Catalogación de las Estaciones de Referencia GPS en España | 33 |
| Enrique Priego de los Santos y F. Javier González Matesanz | |
| Desarrollo de un Sistema de Referencia Vertical continuo: Retos y oportunidades | 41 |
| Ahmed El-Rabbany | |
| ¿Son importantes las normas en el mundo de la Topografía? | 45 |
| Ian Greenway | |
| Legislación: Ley del Catastro Inmobiliario (y III) | 55 |
| Novedades Técnicas | 66 |
| Vida Profesional | 70 |
| TOP-CART 2004 | 75 |
| Índice Comercial | 79 |

TCP

Informática y Topografía

Aplicaciones para Dispositivos móviles

Replanteo y Toma de Datos
con GPS y Estación Total

Control de Obras de Túneles

Gestión de Dibujos con
potente CAD
(DWG, DXF y Raster)



TCP-MDT V4

Múltiples Superficies
Puntos Inteligentes
Secciones de Autovía
Recorrido Virtual



Edición de Cartografía
Cubicación Rápida
Parcelación

Compatible con
AutoCAD® 2004 y 2005

Orto 3D

Visualizador 3D a partir de
Ortofotos y MDE



TCP-IT TCP Informática y Topografía

C/ Sumatra, 11
E-29190 Málaga (España)
Telf: 952 43 97 71
Fax: 952 43 13 73
E-Mail: tcp@tcoit.es

autodesk
authorized developer

Estudio sobre la evolución del sector costero del Prat de Cabanes-Torreblanca mediante técnicas fotogramétricas

Carmen Zornoza Gallego e Isabel Villacreces Morillas
E.T.S.I. Geodésica, Cartográfica y Topográfica (UPV)

III Premio San Isidoro 2003 2º Premio

INTRODUCCIÓN

El presente estudio se ha realizado sobre la línea de costa y la restinga que comprende el parque natural del Prat de Cabanes-Torreblanca, situado entre los términos municipales de Oropesa del Mar y Torreblanca. Los indicios de que la restinga podía estar siguiendo una tendencia regresiva eran conocidos desde hacía varios años (Sanjaume *et al.*, 1990), pero este movimiento no había podido ser cuantificado hasta ahora. Uno de los más llamativos es la existencia de materiales turbosos en el mar, pertenecientes a la albufera, que se encuentran situados a la misma altura que el actual fondo del Prat, por lo que se puede plantear que la restinga ha migrado ocupando espacios anteriormente palustres.

Por otra parte, la zona tiene un interés especial, ya que éste es el único segmento de todo el litoral valenciano donde se encuentra una restinga formada en su mayor parte por una cresta (*ridge*) de cantos de gran tamaño.

Empleando conjuntamente técnicas de fotogrametría y GPS se ha podido llevar a cabo un estudio que ha ofrecido buenos resultados, tanto para conocer la dinámica geomorfológica de la zona como para valorar las técnicas empleadas en el mismo.

I. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Prat de Cabanes o Albufera de Torreblanca, que con ambas denominaciones se conoce, es una marjal litoral, con presencia estacional de aguas saladas, situada en el flanco meridional de la Sierra de Irta, en la provincia de Castellón, entre las cuencas de los ríos De les Coves y el Riu Sec. Es la principal zona húmeda de la provincia de Castellón y una de las más importantes de la costa mediterránea española. Tiene una extensión aproximada de 1.000 ha y es una de las menos alteradas por

las transformaciones y desecaciones del litoral español. Constituye una importante plataforma de salida o llegada de numerosas especies migratorias que enlazan su trayectoria con las Islas Columbretes. Como lugar costero y turístico sufre presión urbanística, existiendo proyectos de desecación y urbanización, así como otras amenazas derivadas de la extracción de turbas, la puesta en cultivo de terrenos y el vertido de aguas residuales. A pesar de todo ello, se encuentra en buen estado.

Fue declarada Paraje Natural por Decreto 188/1988, de 12 de diciembre, de la Generalitat Valenciana y cuenta con un Plan Rector de Uso y Gestión, aprobado el 6 de mayo de 1991.

El cordón litoral o restinga, de aproximadamente 7 km de longitud, cierra la antigua Albufera de Torreblanca, hoy colmatada por sedimentos constituidos casi exclusivamente por cantos aplanados. Únicamente en la parte central de la misma encontramos una playa arenosa de dimensiones llamativamente grandes (Sanjaume *et al.*, 1990).

Llama la atención su estrechez (en algunos sectores no alcanza los 8 metros), lo que resulta sumamente llamativo si se compara con otras restingas del ámbito mediterráneo; así, por ejemplo, la que cierra la Albufera de Valencia oscila entre 500 y 1.000 metros.



Cresta (*ridge*) de cantos que conforman la estrecha restinga.



Vista Prat de Cabanes-Torreblanca.



Croquis de situación.

El Prat de Cabanes, como cualquier otra zona húmeda, se caracteriza por la presencia de una lámina de agua, permanente en algunos lugares y estacional en otros. Este factor resulta esencial para su conservación a largo plazo. La inundación periódica de determinadas zonas está causada por las características de la marjal, ya que al ser una zona deprimida el nivel freático puede llegar a la superficie.

2. OBJETIVOS

El principal objetivo del estudio era realizar una cuantificación precisa de los cambios producidos en la restinga que cierra la Albufera de Torreblanca, para lo cual se ha contado con dos vuelos fotogramétricos, realizados en 1983 y 1998.

El trabajo se ha realizado utilizando fotogrametría digital mediante el método de autocorrelación, con la intención de valorar la potencia del em-

pleo de esta técnica en la determinación de espacios costeros con un elevado contraste (tierra/mar) y una fuerte homogeneidad en los elementos de la zona de interés. En este caso, la cresta de cantos se aprecia en los fotogramas como una larga mancha blanca.

Se ha tratado por una parte la planimetría, tanto de la línea de costa como de la restinga, realizándose un estudio geomorfológico de evolución conjunto y, por otra, se ha estudiado la altimetría de la restinga en ambos vuelos, para su posterior comparación.

Tan importante como los resultados obtenidos es su validación, que quedará siempre en función del error cometido. Esto puede llevar a una discusión sobre las técnicas empleadas, que representará una parte importante del presente estudio.

3. METODOLOGIA

3.1. Método adoptado

La utilización de la fotogrametría se debe a la extensión del parque, aproximadamente 7.400 m de litoral, a la precisión requerida para la obtención de los resultados y, por supuesto, a la posibilidad de contar con fotogramas de la zona y con el material necesario.

El hecho de tratar con una zona húmeda, caracterizada por la presencia de una lámina de agua, permanente o estacional según el lugar, obstaculiza la posibilidad de obtener puntos de apoyo dentro del Prat¹. Ésta es la razón por la que se tuvo la necesidad de obtener los puntos de apoyo necesarios aerotriangulando. Por ello, se decidió emplear la fotogrametría digital, que permite efectuar las operaciones de orientación, aereotriangulado, medición y comparación de manera fiable y práctica.

El método utilizado para la obtención de las coordenadas de los puntos de apoyo por GPS ha sido el estático relativo. El término "relativo" implica el uso de varios receptores y el resultado es un incremento de coordenadas. Por otra parte, el método estático consiste en estacionar al menos dos receptores simultáneamente durante un determinado espacio de tiempo, tantas veces como sean necesarias para la observación de la red.

En este caso, debido a que existen dos vértices geodésicos en la zona y a que se mejora el rendimiento y la precisión, se decidió estacionar dos instrumentos de modo fijo, uno en cada vértice.

3.2. Material utilizado

Los fotogramas fueron facilitados por el COPUT (Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports de la Generalitat Valenciana), más

¹ Prat, literalmente, significa prado, pero aquí se utiliza como el genérico de un topónimo que tanto en Valencia como en Cataluña suele aplicarse a espacios lacustres colmatados, tales como antiguas albuferas o marjales.

El NUEVO estándar en nivelación



Por fin, un nivel digital por sólo un poco más que un nivel óptico

1



Apunta



2



Mide



3



Resultado



LEICA SPRINTER - tan fácil como contar 1-2-3

Para más información, contacte con nosotros:

Madrid: 91 744 07 40

Barcelona: 93 494 94 40

Sevilla: 95 428 43 53

Bilbao: 94 447 31 04

Leica
Geosystems

concretamente por la Delegación de Puertos y Costas. El vuelo más reciente que se ofreció data del año 1998 que, con escala de vuelo 1/5.000, consta de 28 fotogramas. En el caso del vuelo más antiguo, se planteó el problema de que se necesitaba un vuelo lo más antiguo posible pero con una escala aceptable para el trabajo. Se eligió un vuelo de 1983 a escala 1/12.000 con un total de 12 fotogramas, ya que el primer vuelo a escala 1/5.000 que se efectuó data del año 1992 y era posible que en sólo seis años de diferencia no se obtuvieran resultados. Estos fotogramas fueron proporcionados en soporte analógico y en positivo.

Con los fotogramas en soporte analógico se hacía necesario su escaneado para trabajar con un software digital. Las características del escáner disponible lógicamente delimitaron la calidad del estudio. La resolución que se aplicó en el proceso de escaneado es la máxima óptica, 600 ppp, con lo que se obtuvo un píxel de 0,210 m en los fotogramas del año 1998 y de 0,504 m en los del vuelo del año 1983.

Se decidió también escanear en color. La homogeneidad de tonos en la zona de estudio exige una diferenciación lo mayor posible para la restitución y el hecho de escanear a dieciséis millones de colores también facilita el trabajo al aplicar la autocorrelación.

El instrumental empleado para la obtención de puntos de apoyo ha sido cuatro receptores GPS monofrecuencia, que miden pseudodistancias y la fase de la onda portadora, trabajan sobre la portadora L1 y no son capaces de eliminar el error por retardo ionosférico, aunque en distancias cortas (≈ 20 km) el error es muy pequeño.

3.3. Método de restitución empleado

Para el desarrollo de este proyecto se ha empleado el restituidor digital Dig3D. Éste permite realizar las orientaciones mediante el método de correlación. En nuestro caso, en los tres procesos de orientación se ha usado este método, en su modalidad de proceso semiautomático, permitiendo al usuario corregir la situación del punto en caso de ser errónea.

Este software permite ver el relieve de la zona empleando la técnica de separación temporal de imágenes. Empleando unas gafas activas se alterna la visualización de las imágenes, de forma que al ocupar éstas la misma posición espacial podamos ver la imagen en tres dimensiones.

3.3.1. Orientación interna

En la orientación interna se busca la situación de las marcas fiduciales de los fotogramas. Este proceso se consigue automatizar gracias a la creación de un fichero de cámara, en el que se especifica la distancia entre marcas fiduciales, sus coordenadas, el centro del fotograma, así como otros datos de importancia (focal de la cámara, puntos de Grüber, distorsiones, etc.).

3.3.2. Orientación relativa

La orientación relativa consiste en intersecar en el espacio los rayos homólogos para formar el modelo estereoscópico. Esto se realiza elimi-

nando el paralaje en **Y** en, como mínimo, cinco puntos y obtener así los giros necesarios.

Para la realización de este paso el programa emplea el archivo de la cámara, ya que en él se ha reflejado la posición aproximada de los puntos que se desean tomar. En este caso se han especificado 9 puntos a tomar. El programa irá a las coordenadas que se han definido en el archivo de la cámara y el usuario se encargará de buscar por esa zona un punto fácilmente identificable en ambos fotogramas.

3.3.3. Aerotriangulación

El desarrollo de este paso es fundamental en este proyecto, ya que sin él no se podría realizar la orientación absoluta. Son muchos los factores que han influido en la decisión de obtener los puntos necesarios para la orientación absoluta aerotriangulando. Entre ellos, la vasta extensión de terreno que abarca el estudio, la condición de zona de difícil accesibilidad, por ser un humedal, o el hecho de que es prácticamente imposible encontrar puntos en el terreno de la zona de la marjal perfectamente identificables en los fotogramas.

El proceso de aerotriangulación se basa esencialmente en obtener puntos con coordenadas absolutas en las zonas limítrofes del vuelo para obtener coordenadas absolutas de puntos situados en la parte central, los cuales no se han tomado en el terreno.

Se procedió entonces a la elección de los puntos de las zonas limítrofes que se iban a levantar mediante observaciones GPS. Los puntos debían



estar homogéneamente repartidos así como permanecer inalterables en la actualidad y en ambos vuelos. Pero teniendo en cuenta que nos enfrentábamos a un periodo de tiempo de 15 años, en los cuales el terreno ha cambiado sustancialmente, los puntos levantados fueron 11, consiguiendo que su configuración por todo el territorio fuese bastante buena.

Se puede apreciar la distribución aproximada de los puntos levantados en el croquis de la página anterior:

Una vez realizado el levantamiento y calculado las coordenadas de los puntos, se calcularon las coordenadas de los puntos aerotriangulados con la ayuda del software PATM.

3.3.4. Orientación absoluta

Durante esta operación se vuelve a tomar los puntos aerotriangulados, con la finalidad de realizar la transformación de coordenadas modelo a coordenadas terreno. Todo el trabajo se realizará a partir de estas coordenadas.

3.3.5. Restitución

Los elementos susceptibles de interés que se restituirán pertenecen a una zona del fotograma en concreto, no teniendo relevancia el resto del fotograma por no ser de interés para el estudio. Esta zona está comprendida entre el límite costero y el final de la marjal, siendo las líneas objeto las siguientes:

- Límite costero
- Límite-final de marjal
- Cresta de la restinga
- Comienzo de restinga
- Final de restinga

Un ejemplo de los resultados obtenidos en la restitución se puede ver en la figura 1.

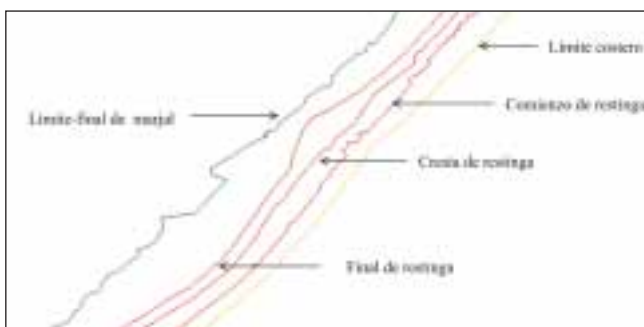


Figura 1

3.3.6. Modelo digital del terreno

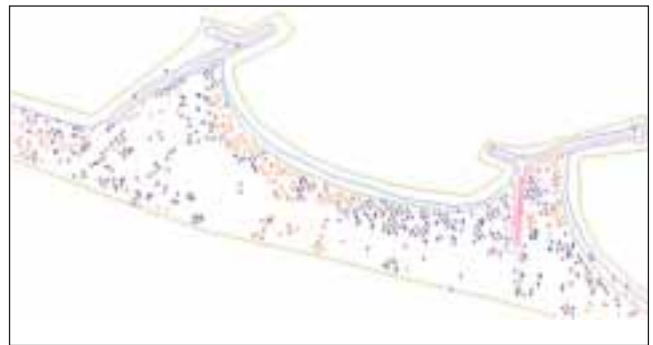
Llegados a este punto, se pretende realizar el modelo digital del terreno de la zona de estudio, ya que resulta interesante obtener resultados al-

timétricos para la comparación de modelos y obtención de cambios volumétricos en la restinga, puesto que hasta ahora los estudios realizados sobre la zona eran planimétricos.

Para la realización del MDT se empleó el módulo del restituidor digital Digi3D llamado *generación automática de modelos digitales del terreno por correlación*, que genera, de forma completamente automática, archivos con nubes de puntos posados sobre el terreno. Este módulo permite configurar todos los parámetros que intervienen en el cálculo en el proceso de correlación.

3.3. Rectificación de la malla de puntos

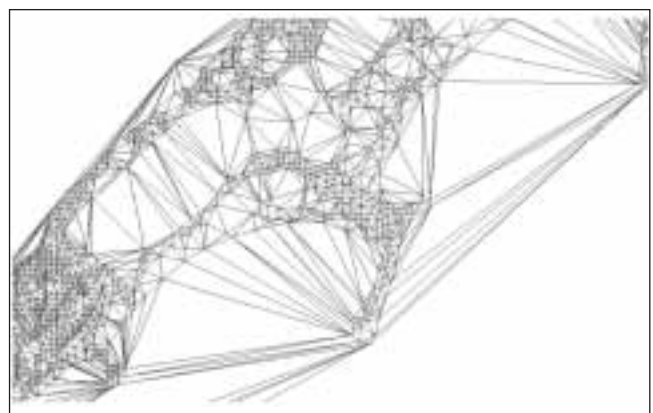
A pesar de todas las precauciones tomadas, los resultados de la malla de puntos no fue del todo satisfactoria, dando puntos con valores de cota muy elevados o muy deprimidos, sobre todo en los puntos cercanos a la línea límite, por lo que se procedió a realizar una rectificación de los mismos con el fin de mejorar la altimetría.



En la figura anterior los puntos de color rojo corresponden a los puntos rectificados y los de color azul a los puntos correlados por el módulo.

Se puede observar que los puntos modificados son abundantes y se localizan en su mayoría en la zona de la playa.

3.4. Muestras de la triangulación



Red de triángulos en planta (MDTOP)

4. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Finalizado el estudio, se procedió a realizar un análisis e interpretación de los resultados, tanto gráficos (planos) como de precisiones obtenidas. Por último, se razonaron las conclusiones que se extraen de éstos.

4.1. Precisiones del estudio

4.1.1. Cálculo del error planimétrico y altimétrico

Nos encontramos ante un proyecto en el que se emplean dos disciplinas distintas: metodología GPS y fotogrametría, por lo que el error que se obtenga dependerá de la acumulación de errores en ambos procesos, obteniendo precisiones distintas en planimetría y altimetría.

El cálculo de la precisión del proyecto se ha realizado a partir de los residuos resultantes de la orientación absoluta del vuelo a escala 1/12.000, ya que es éste el que, por sus características, condicionará la precisión final del proyecto, puesto que es el de mayor error.

Mediante la composición cuadrática de las coordenadas **X** e **Y** por punto y calculando la media de estos resultados, se obtuvo el error en planimetría de las coordenadas terreno, mientras que para el cálculo del error en altimetría se procedió a realizar una media de los residuos en valor absoluto.

Los resultados son los siguientes:

| | |
|--|--------------|
| Media ponderada del error en planimetría | 0,257 metros |
| Media ponderada del error en altimetría | 0,011 metros |

4.1.2. Comprobación de la precisión del Modelo Digital del Terreno

El método empleado para el cálculo del Modelo Digital del Terreno se basa en la autocorrelación, proceso que realiza el programa, durante la cual se procede a la búsqueda de puntos homólogos apoyados en el terreno. Se trata de un proceso automático sin ninguna intervención por parte del operador, por lo que posteriormente se deben comprobar los resultados. Esta comprobación da lugar a la rectificación manual por parte del operador de los resultados erróneos.

Tras la realización del modelo digital se procedió a la elaboración de una serie de análisis. Uno de ellos fue la cubicación y posterior obtención de perfiles que indicaban la diferencia de cota entre ambos modelos. La interpretación de estos perfiles llevó a dudar de su veracidad, ya que geomorfológicamente eran improbables. Esto era debido a que se producían, prácticamente en la totalidad de los perfiles, pérdidas de materiales, sin que en ningún lugar se encontraran ganancias. Otro punto que puede hacer dudar de los resultados es la gran diferencia de cotas entre las escolleras de la zona, puesto que comparando ambos modelos se obtienen diferencias de 1,5-2 metros en un lugar relativamente invariable a lo largo del tiempo.

Por lo tanto, hubo que comprobar la veracidad de los datos resultantes. Para ello se tomó una muestra de 30 puntos altamente reconocibles a lo largo de ambos modelos, los cuales volvió a colimar el operador con el software DIGI3D, con la finalidad de obtener la cota de estos puntos y poder contrastarla con la cota obtenida en el Modelo Digital del Terreno.

El resultado de ambos muestreos se encuentra en la tabla adjunta. El cálculo se ha realizado obteniendo, en primer lugar, la diferencia entre los dos datos medidos; es decir, la diferencia entre la cota del modelo digital del terreno y la cota que se ha vuelto a restituir. Con este resultado se procedió a calcular la desviación estándar de los muestreos.

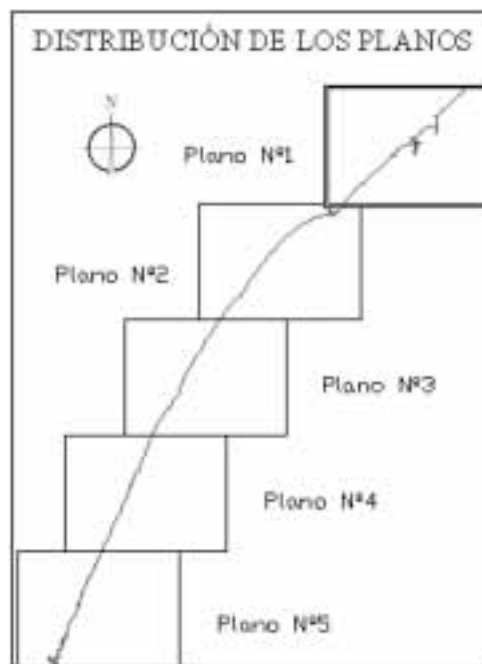
| CONTROL DEL MDT | Año 1983 | Año 1998 |
|---------------------------|----------|----------|
| EMC (m) | 0,52 | 0,46 |
| Error máximo positivo (m) | 1,48 | 1,31 |
| Error máximo negativo (m) | -0,64 | -0,46 |

Los resultados no fueron muy alentadores, obteniendo una desviación estándar de 0,52 metros para el año 1983 y de 0,46 metros en el año 1998.

Al producirse errores mucho mayores a los cambios que se hayan podido producir, hubo que desechar dichos resultados y por ello no se dió un resultado concluyente de la altimetría de la zona.

5. DEDUCCIONES GEOMORFOLÓGICAS

Para la explicación de los cambios ocurridos en la zona de estudio se va a seguir la distribución por planos del gráfico siguiente.



Para la explicación de los cambios ocurridos en la zona de estudio se va a seguir la distribución por planos que hay sobre estas líneas.



NEBA Barcelona •
clona@aneba.com
(+34) 933 633 820
(+34) 933 633 821

ANEBA Madrid •
lrid@aneba.com
(+34) 913 287 146
(+34) 913 287 147

POCKET CARTOMAP 4

Pocket CARTOMAP ofrece una nueva dimensión para el trabajo en campo, proporcionando la información precisa y necesaria in situ para el desarrollo de las tareas de topografía, mejorando la velocidad e incrementando la calidad. Evita que se produzcan situaciones en las que las tomas de datos incompletas o con errores obliguen a posteriores trabajos adicionales y costosos.

Pocket CARTOMAP, para Windows CE y Pocket PC 2004, engloba todas las ventajas de las que dispone *CARTOMAP*, pudiendo conectarse a diferentes instrumentos (GPS, estaciones totales,...) ofreciendo la mejor solución en campo para Topografía, Ingeniería Civil y GIS, haciendo uso de la mejor interface de usuario para Pocket PC y Tablet PC.

Pocket CARTOMAP está avalado por los catorce años de experiencia de ANEBA, fabricantes de *CARTOMAP*, que cuenta con miles de usuarios en todo el mundo, lo que refleja su sencilla utilización y la disponibilidad de las funcionalidades más avanzadas del mercado.



Adquisición de datos



Dibujo automático campo.



Replanteo y control calidad.



Consulta y actualización de GIS.



Captura de datos
Topografía analítica de campo
Modelo Digital del Terreno
Isolíneas
CAD 2D/3D
Croquis automático asociativo
Perfiles longitudinales
Perfiles transversales
Rasantes
Replanteo
Control de calidad
Secciones tipo
Shapefiles & ODBC
GIS
y mucho más...

5.1. Análisis de los cambios planimétricos de la línea de costa

En la parte nororiental, correspondiente al plano número 1 (figura 2), se han introducido dos espigones más, que han provocado una acumulación de materiales considerable. En la zona entre espigones se aprecia un incremento ligero de la playa, del orden de la decena de metros.

Al sur de la zona, tras el último espigón, como era de esperar, se aprecia un retroceso ligero de la orilla. Sus valores oscilan entre 15-7 metros, considerando que se trata de una zona de cantos y gravas de movilidad menor.

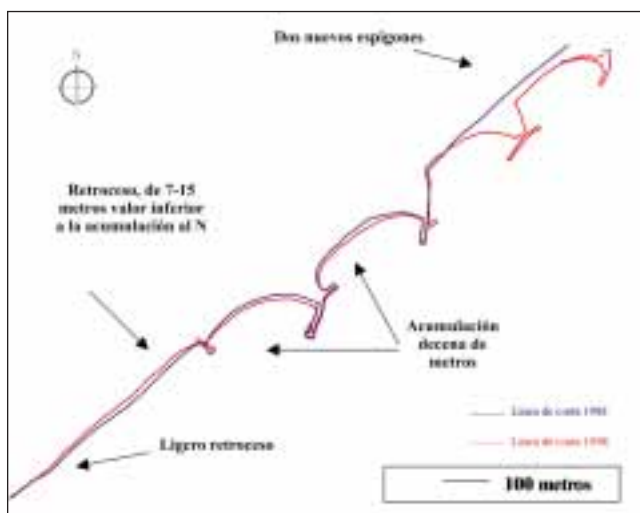


Figura 2

En la zona que comprende el plano número 2, se puede apreciar que los diques que protegen la Gola de la Boca de l'Infern hacen que justo al norte no se aprecie un retroceso significativo, como se puede ver en la figura 3 correspondiente a la sección norte del plano 2.

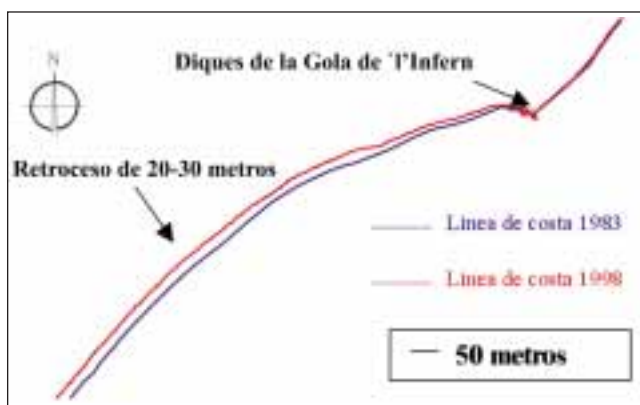


Figura 3

Sin embargo, conforme nos desplazamos hacia el sur (figura 4) el retroceso se hace más y más evidente, a pesar de estar en una zona formada por sedimentos groseros. Las pérdidas son del orden de una veintena de metros, si bien en algún sector superan los 30 m.

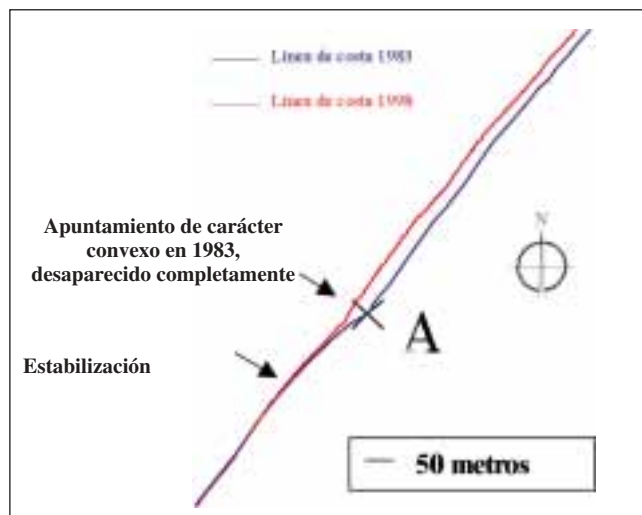


Figura 4. Sección perteneciente a la zona sur del plano 2

En la foto de 1983 se apreciaba un apuntamiento en A de carácter convexo (visto desde el continente) que ha desaparecido completamente (figura 4). Las razones de tal apuntamiento no parecen del todo claras, ya que la fotografía no permite apreciar obra alguna (se podría sugerir que en la zona en profundidad pueda haber algún afloramiento de duna fósil y que los temporales acaecidos en estos años lo han destruido, eliminando así un elemento de protección natural, pero, en todo caso, debería ser corroborado mediante otros procedimientos). Al sur del punto A la posición de la línea de costa prácticamente se estabiliza por completo.

Unos 600 m al suroeste del punto A, en la zona correspondiente al plano 3 (figura 5), se aprecia un avance de la costa que, conforme nos desplazamos hacia el sur, se vuelve más evidente, llegando a alcanzar en el punto B hasta 22 m. Éste es un fenómeno sumamente llamativo, dado que no se aprecian razones claras para explicarlo.

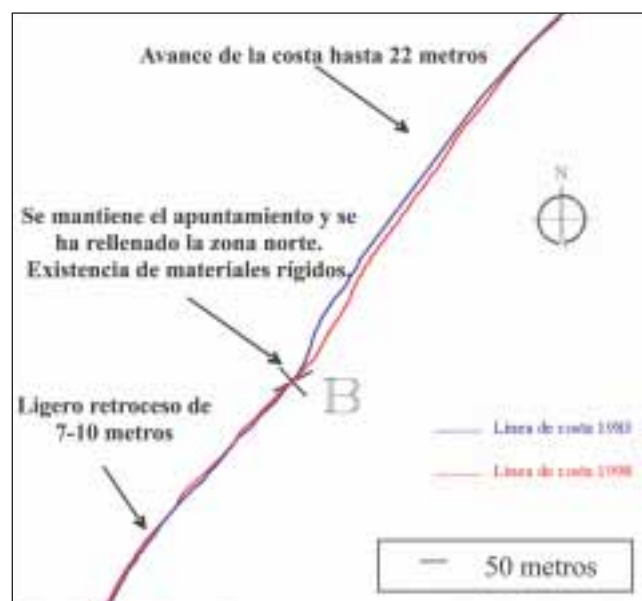


Figura 5

Ha de destacarse, sin embargo, que en la posición **B** la orilla en 1983 presentaba un apuntamiento, aquí de carácter cóncavo. La posición del apuntamiento **B** ahora se mantiene, habiéndose rellenado la zona inmediatamente al norte. Valdría la pena hacer un pequeño estudio local para tratar de averiguar por qué razón este punto presenta dicha singularidad. De nuevo surge la hipótesis de la existencia de materiales rígidos subyacentes que "sostengan" el terreno y que, dependiendo del régimen de oleaje dominante, provoquen una acumulación al norte o al sur.

Visto de forma global el transecto Gola de la Boca de l'Infern- punto **B**, sin embargo se aprecian mayor proporción de pérdidas que de acumulaciones. Los movimientos playeros que sugiere la evolución advertida resultan sumamente sugerentes.

Tras el punto **B** y hasta el extremo sur del plano la línea de costa se mantiene básicamente estable.

En este sector del plano número 4, la playa es arenosa en buena parte. Aquí se aprecia un ligero retroceso, uniforme a lo largo de todo el plano, si bien de dimensiones sumamente pequeñas (7-10 m), como se puede apreciar en la figura 6, la cual engloba la zona correspondiente a los planos 4 y 5.

La tendencia de pérdida se mantiene siempre con valores muy bajos (inferiores a los 10 m) en la zona correspondiente al plano número 5, pero con algunos rasgos que evidencian dicho retroceso.

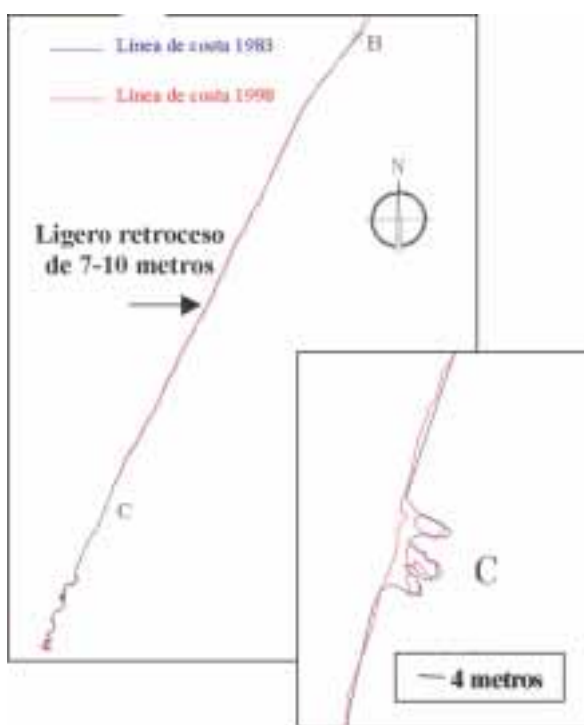


Figura 6

En concreto, unos pequeños escollos rocosos, situados en el punto **C**, se encontraban unidos a la orilla en 1983, hallándose en 1998 completamente dentro del mar.

5.2. Análisis de los cambios planimétricos de la restinga

5.2.1. Morfología y dinámica de la restinga

Una de las particularidades de l'Albufera de Torreblanca procede de la forma de su restinga. En su mayor parte está constituida por una cresta de cantos extraordinariamente groseros con una muy fuerte pendiente. Parte de la cresta en ocasiones ha quedado desparramada, como consecuencia del oleaje, formando abanicos de derrame (*washover fans*). La existencia de estas formas prueba la funcionalidad de los procesos de derrame (*overwash*) sobre la cresta, siendo probablemente éste uno de los mecanismos mediante los que se pueden dar los procesos de migración de la restinga tierra adentro. Tal migración ya fue indicada por Rosselló (1969), quien encontró turbas, formadas dentro de la albufera, en el mar, lo que se consideró una prueba clara de la migración de la restinga. Tales turbas han sido halladas sobre todo en el sector septentrional de la misma.

5.2.2. Interpretación de los resultados por zonas

En la zona correspondiente al plano número 1 (figura 7), tras los espigones, en la zona en la que se advierte un retroceso de la orilla se aprecia una migración del conjunto de la cresta en distancias que oscilan entre 20-30 m, si bien conforme nos acercamos a la Gola de la Boca de l'Infern se advierte una mayor estabilidad. En todo caso, tanto en la imagen de 1983 como en la de 1998 se aprecia acumulaciones de cantos tras la cresta, pero su posición no es coincidente.



Figura 7

El sector en el que la migración se advierte con mayor claridad es el segmento que va desde la Gola de la Boca de l'Infern al punto **A**, perteneciente al plano número 2 (figura 8). En esta zona, coincidente con un retroceso de la orilla, se advierte un desplazamiento de la cresta tierra adentro en rangos del orden de los 30-40 m.

La forma de la cresta no parece haberse modificado excesivamente, si bien en los fotogramas más recientes, a mayor escala, se puede apreciar la irregularidad que se produce en el interior; lo que sugiere justamente el dinamismo de los procesos de derrame (*overwash*). Esta observación coincide con las apreciaciones destacadas por distintos geomorfólogos

en la zona de estudio (Rosselló, 1969; Sanjaume et al., 1990; Pardo et al., 1991; Sanajume et al., 1996), pero ahora es la primera vez que se pueden establecer tasas medidas a este proceso. Las mediciones realizadas evidencian que la restinga está migrando, en este sector, a un ritmo que oscila entre 2-2,5 m/año.

Otro rasgo que llama la atención es que conforme nos desplazamos hacia el sur la dimensión de la cresta se torna más irregular y, a la vez, la cresta se ensancha, siendo de sólo 8 m junto a la Gola de l'Infern pero llegando a los 30 m junto al punto A.

El punto A marca un cambio de enorme significación, dado que a partir del mismo la restinga permanece básicamente estable, tanto en la parte de la orilla como en la parte interior:

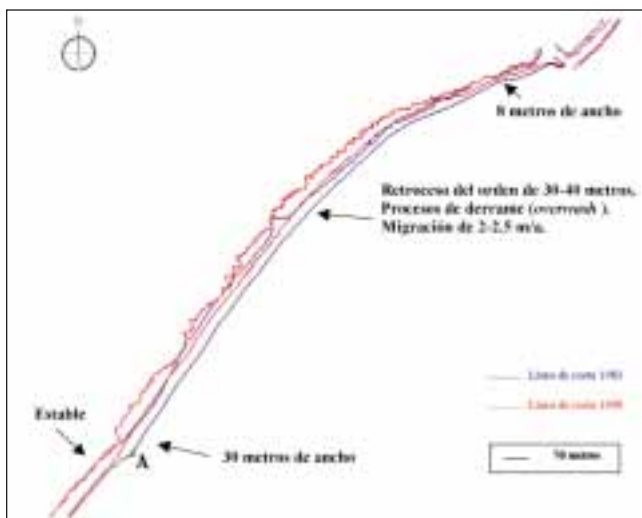


Figura 8

Entrando en el sector que está contenido en el plano número 3 (figura 9), tal como se ha visto en la orilla, progresivamente se va advirtiendo un avance de las costa que se torna máximo en el punto B. Éste es, asimismo, el punto en el que la restinga alcanza su mayor amplitud, superando en algunos casos los 100 m de anchura.

A partir del punto B la orilla se estabiliza y hay un cambio de gran significación en la textura de los sedimentos, pasándose de la cresta de cantos a la playa arenosa. Las razones de ello hay que buscarlas en la existencia de un afloramiento rocoso situado dentro del mar, perfectamente perceptible desde la fotografía aérea, que actúa como una trampa sedimentaria. La significación de este afloramiento es muy importante, ya que establece un punto fijo que frena el transporte longitudinal de sedimentos y permite el avance de la orilla. Asimismo, actúa como freno a la llegada de oleajes de gran energía, los que de verdad tienen capacidad de desplazar cantos, por lo que a partir de aquí no aparecen materiales de esta naturaleza hasta algunos centenares de metros más al sur.

La posición de la restinga a partir de este punto, comprendiendo el sector del plano número 4, se mantiene básicamente estable. Simplemente

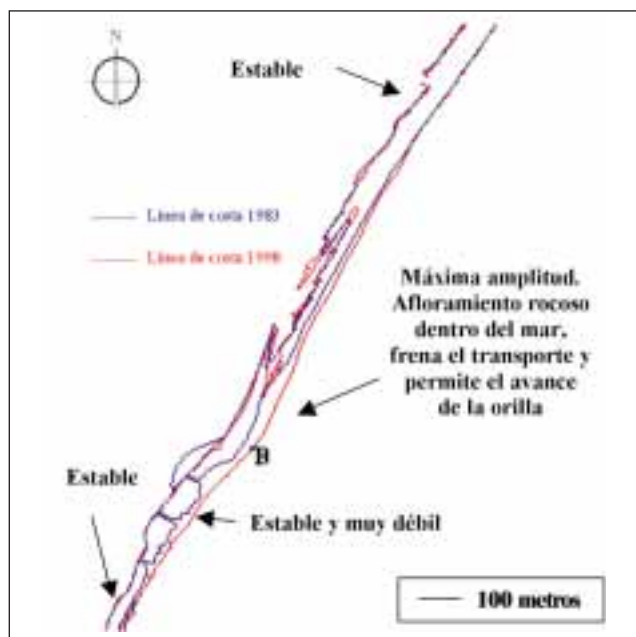


Figura 9

destacar que en el fotograma de 1983 se aprecia una mayor acumulación de materiales no cubiertos por la vegetación de la marjal. Se podría apuntar como posible causa que se trate de abanicos de derrame (*washover fans*) producidos durante un temporal de alta magnitud.

Las observaciones aquí son muy parecidas, solamente a lo largo de un sector de 200 m se aprecia un ensanchamiento de la cresta en su parte final (figura 10), ya cerca de la urbanización de Torre de la Sal. Dicha modificación morfológica podría atribuirse a la acción antrópica directa de personas que practican el moto-cross en la zona.

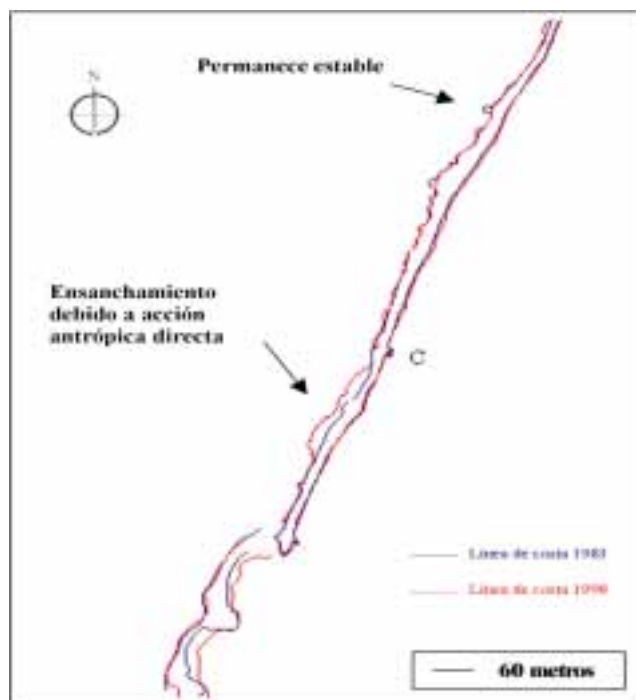


Figura 10

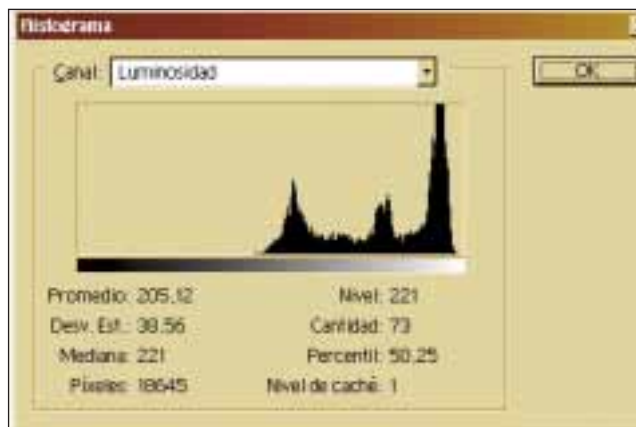
Porque estés donde estés...



...no estás solo.

 **al-top**
TOPOGRAFIA

De eso puedes estar seguro. En el desierto, en un bosque, en una escarpada montaña. Ahí donde un topógrafo realice su trabajo, siempre podrá contar con el equipo de profesionales de AL-TOP que le hará más fácil su tarea. Porque para AL-TOP tus inquietudes son las nuestras y tus retos los nuestros. **Trabaja tranquilo, no estás solo.**



6. CONCLUSIONES

Tras finalizar el presente proyecto nos encontramos en disposición de evaluar los métodos empleados según los resultados que han ofrecido.

Con respecto a la metodología GPS, recordando el uso del método estático relativo con receptores monofrecuencia, diremos que los resultados han sido óptimos, ya que el error es despreciable con respecto a los que se producen en el proceso fotogramétrico. Como posible mejora, no sólo en el resultado sino también en el tiempo empleado en campo, sería conveniente la utilización de receptores bifrecuencia.

El proceso de escaneado ha sido un punto clave en los resultados. Disponíamos de un escáner con resolución óptica máxima de 600 ppp, lo que impone un píxel de 42 micras. En el caso del vuelo más antiguo, como ya se ha comentado, se trabajó con escala 1/12.000, por lo que se obtuvieron 0,504 m por píxel. En el vuelo de 1998 la escala es 1/5.000, por lo que cada píxel ocupa 0,21 m. Se puede ver que la mejora pasa por utilizar un escáner de tipo fotogramétrico, con una resolución óptica máxima de, al menos, 1.200 ppp.

El uso de una estación fotogramétrica digital ha posibilitado llevar a cabo el presente estudio, ya que el número de pares fotogramétricos (27 en el vuelo 1/5.000 y 11 en el vuelo 1/12.000) hubiera necesitado una inversión de tiempo excesiva con métodos analógicos.

Los resultados ofrecidos en el caso de la planimetría son buenos, con errores medios de 25 cm, por lo que, dado que el movimiento de la restinga y de la línea de costa se considera muy superior, el estudio geomorfológico en planimetría no se ve afectado; en porcentaje hablaríamos de un 0,83%.

Por otro lado, altimétricamente nos encontramos ante unos errores significativos. Como ya se comentó, se desechó el estudio altimétrico, al encontrarse resultados incoherentes. El método utilizado sin duda no ha respondido a las expectativas iniciales. Las mejoras que habrían permitido obtener unos resultados satisfactorios en el presente proyecto, o que se podrían aplicar en posteriores estudios similares, pasan esencialmente por mejorar la calidad de los fotogramas. En la creación del MDT no se han encontrado, en muchos casos, los puntos homólogos, debido a que este proceso se realiza buscando el valor del color del píxel. Como

se puede apreciar en el siguiente histograma, perteneciente a la zona de la costa, los valores están concentrados en un intervalo pequeño.

Por ello, al contar con una zona prácticamente homogénea, el programa toma puntos homólogos incorrectos.

Se propone, con el fin de mejorar el rendimiento del software, utilizar fotogramas realizados con filtros para realzar el contraste de la zona o haber realizado un tratamiento digital de la imagen con este cometido. Otro factor para mejorar este aspecto es la utilización de fotogramas a mayor escala, junto con un escaneado con mayor resolución óptica.

BIBLIOGRAFÍA

- Pardo, J. (1991): *La erosión antrópica en el litoral valenciano*, Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports de la Generalitat Valenciana, 240 pp.
- Rosselló Verger, V. M. (1969): *El litoral valencià. El medi físic i humà*, L'Estel, 171 p.
- Sanjaume, E., Segura, F. y Pardo-Pascual, J. E. (1990): *Formas y procesos de una restinga en retroceso: el caso de l'Albufera de Torreblanca*, I Reunión Nacional de Geomorfología, Teruel, Septiembre 1990, tomo I pp. 375-386.
- Sanjaume, E.; Rosselló, V.; Pardo, J. E., Carmona, P.; López, M.; Segura, F. (1996): *Recent coastal changes in the Gulf of Valencia (Spain)*, Zeitschrift für Geomorphologie, 102, pp. 95-118.
- García-Asenjo, L y Garrigues, P. (2001) *Geodesia y GPS.*, (SPUPV-2001.809), pp 313.
- Lerma, J. L. (2000): *Fotogrametría moderna: analítica y digital*. Ed. UPV, pp 550.
- Pons, R. (1994): *Apuntes de fotogrametría para Ingenieros Técnicos en Obras Públicas*. (SPUPV-94.585), pp 77

Páginas web consultadas:

- <http://parquesnaturales.gva.es/v/espnaturales.htm>
- <http://www.eapv.org/espacio.natural.prat.cabanes.htm>
- <http://www.mma.es/ramsar/docs/Prat.htm>
- <http://www.mappinginteractivo.com>
- <http://www.Nautalia.com/otrostemas/articulos>
- <http://www.una.ac.cr/topo>
- <http://fcf.unse.edu.ar>
- <http://recursos.gabrielortiz.com>
- <http://www.nalsite.com> ■

Evaluación del potencial de la integración del LiDAR con la Batimetría en el Estuario del Támesis

Thomas Lowe

UNIVERSITY COLLEGE LONDON (REINO UNIDO)

Resumen

La Teledetección ofrece la posibilidad de desarrollar Modelos Digitales del Terreno de alta resolución de las zonas costeras, incluida la zona terrestre próxima a la costa y la zona entre las líneas de mareas. La tecnología del LiDAR (Light Detection And Ranging) ha demostrado su capacidad para producir Modelos Digitales del Terreno con trazas de menos de un metro y una resolución vertical a nivel subdecimétrico. Este proyecto se centra sobre los resultados obtenidos recientemente, a partir de los datos muestrales de un proyecto piloto del Airborne Laser Terrain Mapper (ALTM – 1020) de la Agencia del Medio Ambiente del Reino Unido y de los datos batimétricos de haz acústico único de la Autoridad Portuaria de Londres. Se realizó una investigación para estimar la efectividad, en términos de costes, y la viabilidad del LiDAR para aportar datos exactos y de alta resolución que puedan integrarse con los datos batimétricos de la Autoridad Portuaria de Londres para producir unos resultados más eficaces y mejorar así las cartas costeras de las zonas entre mareas próximas a la línea de costa.

Abstract

Remote Sensing offers the potential to develop high resolution Digital Terrain Models (DTMs) of coastal areas, including the land adjacent to the shoreline, the near-shore and the inter-tidal zone. Laser ranging (LiDAR) technology has demonstrated its capability in producing DTMs with footprints of less than a meter, and vertical resolution at subdecimetre levels. This project focuses on results recently obtained from a pilot project testing data from the UK Environment Agency's Airborne Laser Terrain Mapper (ALTM-1020) and Port of London Authority (PLA) acoustic single beam bathymetric data. An investigation was carried out to assess the cost effectiveness and viability of LiDAR to provide accurate, high resolution data which can be integrated with existing PLA bathymetric data to produce more effective products by enhancing coastal charting in near shore intertidal zones.

I. INTRODUCCIÓN

Las zonas entre mareas son difíciles y costosas de cartografiar con precisión empleando los métodos hidrográficos tradicionales. Además, existe también un límite horizontal dentro del cual se pueden efectuar sin riesgo los sondeos con poca profundidad (proximidad a la línea de costa). Mediante la adquisición de datos en la zona entre mareas durante la bajamar empleando LiDAR (Light Detection And Ranging), se puede obtener una cobertura continua y completa de los fondos, lo que permita la integración sin costuras de los datos de LiDAR con los datos batimétricos existentes. Los bancos de arena, las rocas y las infraestructuras próximas a la costa son objetos críticos para el navegante y en las cartas de la Autoridad Portuaria de Londres se necesita una descripción precisa de muelles, malecones y canales de navegación. Las áreas potenciales de inundación de la costa pueden ser determinadas con Modelos Digitales del Terreno de alta resolución, obtenidos empleando el Airborne Laser Terrain Mapper (ALTM) LiDAR.

La principal finalidad de este proyecto es la de comprobar la compatibilidad de los datos hidrográficos y de LiDAR dentro de la zona entre mareas. Esto se consigue comparando los datos obtenidos mediante las dos técnicas y que ocupen las mismas coordenadas en la zona de estudio de Leigh-Sands, situada en el estuario del Támesis, Londres. Un detallado conocimiento de los errores de cada técnica de toma de datos será empleado, con el fin de comprobar si se puede eliminar sistemáticamente cualquier discrepancia encontrada e integrar con confianza ambos conjuntos de datos.

2. TÉCNICAS DE TOMA DE DATOS

2.1. LiDAR topográfico

El sistema de LiDAR empleado por la Agencia de Medio Ambiente del Reino Unido (U.K. Environment Agency - UKEA) para recoger los datos para este proyecto es el Optech ALTM 1020.

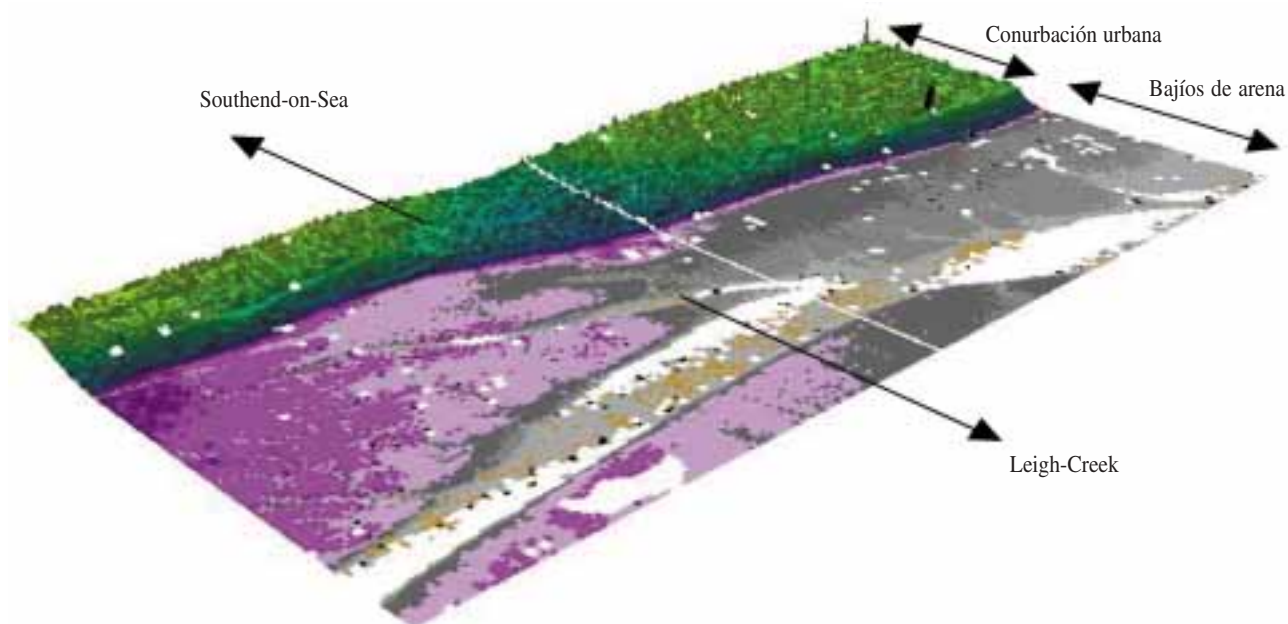


Figura 1. Placas de datos LiDAR de la Agencia de Medio Ambiente del Reino Unido (UKEA)

El avión de la UKEA vuela sobre el terreno a una altura de aproximadamente 800 metros, permitiendo efectuar un barrido de unos 600 metros de ancho. Las mediciones individuales se realizan a intervalos de 2 metros sobre el terreno. La precisión vertical (z) de los datos de LiDAR es de ± 15 cm ($1 \sigma^1$) (Optech Inc. –<http://www.optech.on.ca>) y la precisión horizontal es superior a $1/2.000$ de la altitud. A una altitud de vuelo de 800 metros, esto supone un error de 0,4 metros en X e Y .

La UKEA menciona una precisión relativa vertical de 11 a 25 cm, teniendo en cuenta el error de transformación del Ordnance Survey debido a emplear el OSTN97 con el geoide OSTN91. Con la nueva transformación OSTN02 y el modelo del geoide OSGM02, mejorará esta precisión relativa.

2.2. Batimetría acústica de un solo haz

Los sistemas de medición acústica de profundidad miden el tiempo que un pulso de energía acústica necesita para viajar desde un transmisor de ondas sonoras al lecho marino y vuelta. El tiempo del itinerario de la pulsación depende de la velocidad de la propagación del sonido en el agua (v). Al tiempo que el transductor recoge el retorno de la señal acústica, la posición se registra simultáneamente empleando un servicio de GPS diferencial de precisión.

Los datos batimétricos se recogieron empleando buques hidrográficos de la Autoridad Portuaria de Londres en dos levantamientos; uno para las líneas originales y otro para las de comprobación.

¹ Una especificación de 1σ significa que aproximadamente el 68 por ciento de los datos caen dentro de este límite; 2σ el 95% y $1,6 \sigma$ el 90%.

3. ÁREA DE ESTUDIO: LEIGH-SANDS – ESTUARIO DEL TÁMESIS, LONDRES, REINO UNIDO

Con vistas a este estudio piloto, se propusieron diversas zonas entre los límites de las mareas y dentro del Estuario del Támesis, que incluían a Blyth Sands, Hole Haven Creek (Canvey Island) y Leigh-Sands. Tras varias discusiones con la UKEA, se suministraron dos placas de datos de LiDAR, de 2×2 km cada una, de la zona de Leigh-Sands, en formato de malla ASCII, y sin ningún coste. Los datos batimétricos de haz único, incluidas las líneas de comprobación, fueron aportadas por la Autoridad Portuaria de Londres en formato XYZ.

El conjunto de datos LiDAR se visualiza en la figura 1. Para que la comparación sea buena, hay que tener en cuenta que el levantamiento de LiDAR se efectuó en bajamar, en tanto que la recogida de los datos batimétricos se efectuó en pleamar.

4. METODOLOGÍA Y FORMA DE TRABAJO SEGUIDA

La finalidad de esta investigación era comprobar la compatibilidad de integrar conjuntos de datos de LiDAR e hidrográficos dentro de la zona entre pleamar y bajamar. Esto se logró referenciando ambos conjuntos de datos a los mismos sistemas de referencia horizontal y vertical (OSGB36 X e Y y ODN Z) y extrayendo un grupo de perfiles para su comparación. Se seleccionaron aquellos puntos de datos obtenidos desde ambas técnicas que coexisten en la misma posición en el espacio, es decir, que tienen idénticas o semejantes coordenadas X e Y . Se pudo entonces hacer una comparación y sacar conclusiones acerca de su acuerdo.

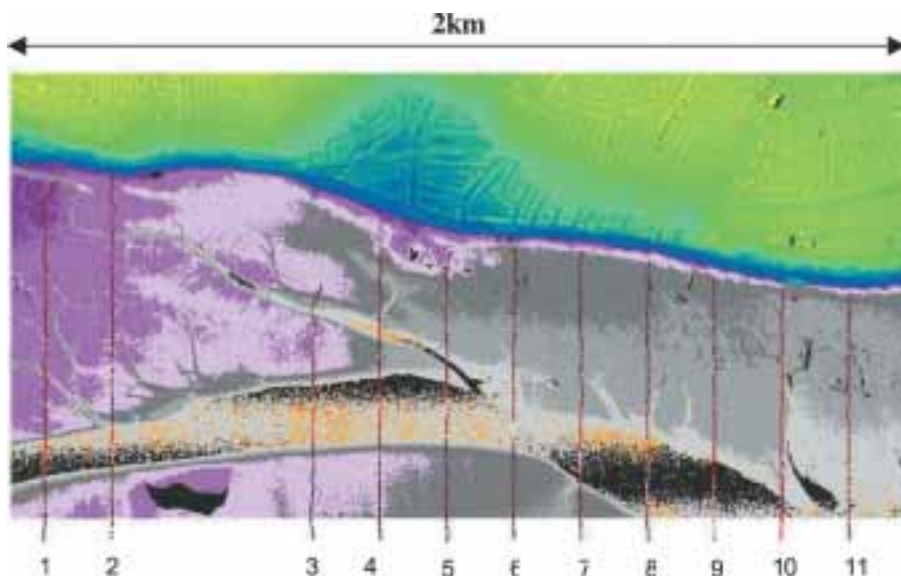


Figura 2. Superposición de los conjuntos de datos de LiDAR y batimétricos

4.1. Integración dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG)

Se empleó un SIG que permitiera el análisis de los dos conjuntos de datos (ESRI ArcMap/INFO). Los datos batimétricos se redujeron al datum Newlyn del Ordnance Survey (datum local de las altitudes ortométricas en el Reino Unido) y fueron convertidos del formato XYZ a un formato de archivo SHAPE. Los datos de LiDAR se suministraron en formato de malla raster ASCII; esto hizo más difícil la extracción de las coordenadas X, Y, Z. Para permitir la conversión del conjunto de datos de malla raster a un formato más utilizable, se incorporó al SIG un conversor de "avenue script", que convirtió la malla raster al formato vectorial deseado. Como ya estaba disponible el acceso al nuevo geoido del Reino Unido OSGM02, que ofrece los valores de la separación en-

tre el geoido y el elipsoide, se incorporó a los datos de LiDAR para mejorar su conversión al datum local vertical del Reino Unido ODN.

4.2. Extracción de perfiles

Los perfiles vienen definidos por las líneas del levantamiento batimétrico. Hay un total de 11 líneas (figura 2). Además, se recorrieron varias líneas de comprobación perpendicularmente a las que se muestran en la figura, para permitir un cierto grado de control de calidad en el conjunto de datos hidrográficos. Se comprende que los puntos de LiDAR y los datos batimétricos rara vez coincidirán en posiciones idénticas a lo largo de las líneas levantadas, de ahí que se seleccionaran aquellos puntos de datos Li-

DAR que se hallaron dentro de un radio de 1 metro de los puntos del conjunto de los datos batimétricos. Cualquier otro par de puntos que se hallaran a más de un metro fue rechazado.

5. ANÁLISIS

Usando el SIG, se extrajo un total de catorce perfiles y se inspeccionaron gráficamente en Microsoft Excel. La mayoría de los perfiles se extienden sobre más de 1.500 metros y aparecen, en consecuencia, de manera exagerada cuando se visualizan gráficamente. Once de los conjuntos de datos representan los perfiles del levantamiento original, en tanto que los otros tres son las líneas de comprobación adicionales. El levantamiento original se efectuó perpendicularmente a la línea de cos-

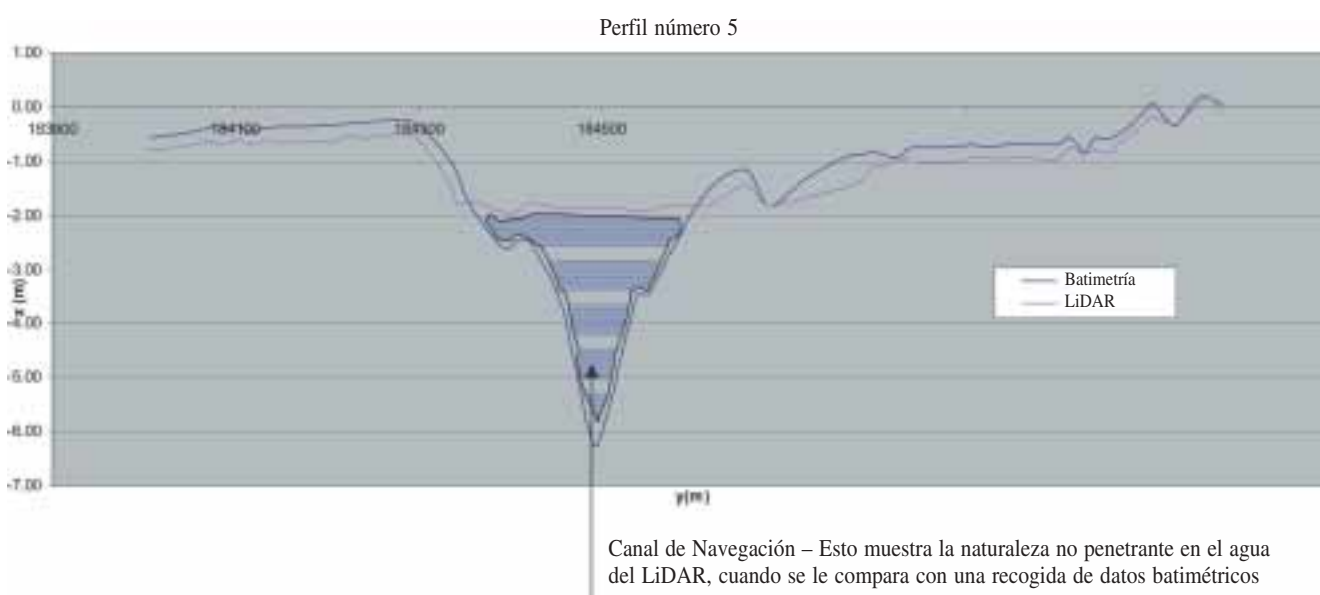


Figura 3. Perfil número 5

ta, en dirección hacia el norte. Para poder evaluar el cambio de altitud a lo largo de los perfiles, se dibujó la altitud (z) en función de las coordenadas Y (sentido este). Las líneas de comprobación se levantaron de forma paralela a la línea de costa, en dirección hacia el este, y la altitud (z) se dibujó con respecto a las coordenadas X (sentido norte).

La figura 3 es un ejemplo muy común del tipo de perfiles que se obtuvieron. A partir de esta figura se puede ver que el acuerdo visual entre ambos sensores es, en general, muy bueno. A través de todos los perfiles se encontró una diferencia promedio de 0,19 metros y un error estándar de 0,12 metros entre los conjuntos de datos batimétricos y de LiDAR.

Nótese que el canal de navegación aparece presente en esta figura 3. Muchos de los perfiles demuestran la naturaleza “no penetrante en el agua” del LiDAR y dan una clara representación de la posición de estos canales acuáticos. En estas áreas existe poco acuerdo entre las dos fuentes de datos, debido a la limitación del sensor de LiDAR. Lo adecuado es filtrar este tipo de anomalías, ya que el retorno del LiDAR no está reconociendo la topografía de los arenales, sino que está describiendo la superficie de las aguas.

La figura 3 demuestra cómo el retorno del LiDAR (púrpura) es reflejado por la superficie de las aguas y cómo el perfil batimétrico (azul) describe la topografía completa del canal. Este efecto aparece claramente en muchos de los perfiles y, a menudo, más de una vez.

Todos los perfiles fueron inspeccionados en busca de anomalías (es decir de una discrepancia no constante). Es importante que se comprenda en detalle la causa de las anomalías, ya que en el futuro, cualquier filtrado o integración con datos hidrográficos debe tener en cuenta estas varianzas para prevenir la recogida de datos falsos. Al inspeccionar los perfiles se encontraron diversas anomalías, entre las que se incluyen: el error humano en el filtrado, los charcos de agua sobre los bancos de arena, los picos causados por las barcas secándose en los bancos de arena durante la pasada de LiDAR en la bajamar y el desplazamiento en la zona de estudio del agua hacia el este.

Para entender plenamente la diferencia promedio mencionada y los errores estándar, debemos, en primer lugar, echar un vistazo a las distintas fuentes de error de cada uno de los sistemas y decidir si podemos quitar la diferencia constante e integrar los conjuntos de datos dentro de unas tolerancias fijadas.

6. ERRORES ATRIBUIBLES A LOS SISTEMAS

6.1. LiDAR topográfico

Cuando se discute la precisión de los datos de LiDAR es importante el tener en cuenta que el error teórico, basado en un riguroso análisis de ingeniería de sistemas, no es alcanzable generalmente sobre el terreno. Ciertas condiciones operativas, tales como las variaciones de la calidad

del GPS o unas malas condiciones meteorológicas, afectarán de forma significativa a la precisión final de los datos. El error total de un sistema LiDAR se basa en el conjunto de las partes de los errores achacables a cada uno de los subsistemas: al distanciómetro de láser, al posicionamiento por GPS y al error de orientación del IMU. Estas contribuciones incluyen factores tales como el error interno de puntería del láser, los sesgos del montaje de los sensores (las pequeñas desalineaciones angulares entre el marco de referencia del láser y el marco de referencia del IMU) y el error al registrar el ángulo de barrido en el instante de cada pulso de láser.

Desafortunadamente, la precisión operacional que puede alcanzarse es generalmente menor que el límite teórico del error. Como resultado, existe la falta de una clara definición de lo que se quiere decir al mencionar la precisión de los datos de LiDAR. Hay que considerar un número importante de aspectos cuando se discute la precisión del LiDAR y estos son:

- Las precisiones variarán bajo las distintas condiciones que se experimentan en un proyecto, tales como zonas de acusada pendiente o cambio de un ángulo máximo de barrido a un ángulo mínimo de barrido.
- La compleja interacción de la energía transmitida por los “pulsos” con la traza finita sobre el fondo, necesita ser cuidadosamente considerada. Una traza con una señal brillante la puede desviar la señal de retorno de su centro geométrico.
- Se necesita un conocimiento de los errores del modelo de altitud geoidal, ya que estos afectarán a la precisión final.

Hill *et al.* (2000) creen que la aportación de errores inherentes al sensor de LiDAR es de 0,2 metros (vertical), sin embargo, diversos estudios independientes han mostrado unas precisiones verticales más cercanas a los 0,15 metros (UKEA, Optech Inc., Infoterra). La UKEA proclama una precisión vertical relativa de 0,11 a 0,25 metros (considerando el error de la transformación del Ordnance Survey empleando el OSTN97 con el geoide OSGM91). Con la nueva transformación OSTN02 y con el modelo del geoide OSGM02, esta precisión vertical relativa mejorará hasta valores de 0,11 a 0,20 metros. Las precisiones pueden mejorarse aun más con controles topográficos adicionales. En este proyecto se ha utilizado una precisión de $\pm 0,2$ metros.

6.2. Ecosonda de haz único

El error total del sistema es la suma de errores constantes y de los errores dependientes de la profundidad. La Organización Hidrográfica Internacional (International Hydrographic Organization - IHO) ha establecido unos límites de error en la precisión de la profundidad de los levantamientos hidrográficos, empleando la ecuación que sigue. El error total del sondeo con un nivel de confianza del 95% no debe de exceder de:

$$\pm \sqrt{[a^2 + (b \times d)^2]}$$

para sondeos de primer orden, es decir, de puertos y entradas de puertos de hasta 100 m de profundidad y donde:

- **a** = 0,5 metros y representa la suma de todos los errores constantes
- (**b** × **d**) representa la suma de todos los errores dependientes de la profundidad
- **b** = 0,013 es un factor de los errores dependientes de la profundidad
- **d** = profundidad (metros)

Para una profundidad de 6 metros, el total del error medio cuadrático del sondeo no debe exceder de ± 0,51 metros. Ésta es una estimación muy conservadora del error; pero fue la que se empleó en este proyecto.

6.3. Áreas sondadas

El tamaño e interacción de la traza del sensor sobre el lecho marino puede tener un número importante de efectos sobre el valor de la profundidad/altitud registrada por el sensor. En esta sección se discutirán estas interacciones.

6.3.1. Batimetría

Cada pulsación sonora resonará sobre un área del lecho marino. El tamaño de esta área de sondeo es función del haz del transmisor y de la profundidad. El tamaño de la traza del transmisor se puede calcular como sigue:

$$\tan(\alpha / 2) = r / D \rightarrow r = D \cdot \tan(\alpha / 2)$$

$$\text{Area} = \pi \cdot r^2 \rightarrow \text{Area} = \pi \cdot D^2 \cdot \tan^2(\alpha / 2)$$

$$\text{Área de recubrimiento de la traza (m}^2\text{)} = \pi \cdot D^2 \cdot \tan^2(\alpha / 2)$$

$$\text{Recubrimiento lineal de la traza} = 2r \rightarrow 2(D \cdot \tan(\alpha / 2))$$

Leigh-Sands es una zona que se está secando, de modo que los levantamientos que se efectúen en esta área serán de profundidades iguales o inferiores al valor de la pleamar. La "huella" mayor se dará en el agua más profunda. Esta profundidad se ha estimado en 6 metros (en una buena marea primavera).

| @ 6m profundidad | Frecuencia (kHz) | |
|-------------------------|------------------|------|
| | 33 | 200 |
| Ángulo del haz (°) | 16,5 | 8 |
| Traza (m ²) | 2,38 | 0,55 |
| Cobertura lineal (m) | 1,74 | 0,84 |

Tabla 1. Trazas acústicas de la ecosonda de haz único

Debido a la escasa profundidad de operación en este proyecto, las trazas acústicas calculadas son relativamente pequeñas. Esto reducirá a un mínimo el retorno acústico y los errores de sesgo en los bancos de arena,

dado que el retorno se promedia en un área más pequeña, y la profundidad registrada es la verdadera profundidad en el nadir. Además, Leigh-Sands es un área plana desde el punto de vista topográfico. La profundidad varía en una pauta de no más de 2 metros por cada 100 metros y existen muy pocas rocas o pendientes pronunciadas que puedan añadir sesgos a la señal de retorno. En combinación con un levantamiento en aguas poco profundas, se reducirán estos errores aun más.

6.3.2. LiDAR

El método empleado para calcular la traza del LiDAR es idéntico al empleado para calcular la traza en los levantamientos batimétricos que acabamos de mencionar. El sensor de LiDAR posee una resolución angular de 0,01° y una altitud de vuelo de 800 metros.

Área de recubrimiento de la traza (m²):

$$\pi \cdot 800^2 \cdot \tan^2(0,01 / 2) = 0,02 \text{ m}^2$$

Recubrimiento lineal de la traza:

$$2r \rightarrow 2(800 \cdot \tan(0,01 / 2)) = 0,14 \text{ m}$$

6.3.3. Comparación de las trazas


A continuación se comparan las trazas y el recubrimiento lineal de las mismas de cada sensor (tabla 2).

| @ 6m profundidad | Sensor | |
|-------------------------|----------|-------|
| | Ecosonda | LiDAR |
| Traza (m ²) | 0,55 | 0,02 |
| Cobertura lineal (m) | 0,84 | 0,14 |

Tabla 2. Comparación de las trazas de los sensores

Las trazas y el recubrimiento lineal de las trazas del sensor LiDAR son significativamente menores que las del sensor batimétrico. Esta diferencia puede tener un efecto señalado sobre el retorno primario y, por tanto, sobre la profundidad registrada. Por ejemplo (figura 4), si la menor profundidad se presenta en el punto 1 (fuera de la traza del sensor de LiDAR), la ecosonda registrará en estas coordenadas una profundidad menor que el sensor LiDAR. Si en el punto 2 hay un máximo de profundidad (dentro de ambos conjuntos de trazas) ambos sensores registrarán el mismo retorno y mejorará así el acuerdo entre ambos.

La probabilidad de que la profundidad menor sólo se presente en la traza de la ecosonda es mucho mayor que la probabilidad de que ocurra dentro de ambas trazas. De ahí que el retorno del haz único registrará menores profundidades más frecuentemente que el sensor LiDAR. Esta hipótesis se refleja en el gráfico de perfiles, en el que el sensor de haz único registra valores de profundidades menores que el sensor LiDAR.

A wide-angle photograph of a vast, flat, grassy landscape. The foreground and middle ground are covered in dense, low-lying vegetation, likely grasses or small shrubs, in shades of green and brown. The horizon is a straight line in the distance, and the sky above is a deep, dark blue, suggesting an overcast or stormy day. The overall scene conveys a sense of vastness and scale.

Quienquiera que haya dicho que el mundo es pequeño, es que nunca ha tenido que topografiarlo



Los grandes trabajos requieren una solución topográfica completa. Una solución que sea precisa, ultrarápida y totalmente interfuncional. Como el líder reconocido en sistemas GPS y topografía óptica, Trimble simplifica el flujo de trabajo desde el inicio hasta la finalización, diseñando sus productos para que funcionen de forma conjunta e ininterrumpidamente. Toda nuestra familia de herramientas y software topográfico incrementa la productividad, reduce el tiempo de aprendizaje y mejora el flujo de trabajo general.

Y puesto que nuestros equipos están diseñados por topógrafos para topógrafos, puede estar seguro de que podrá medir todo con precisión, incluyendo su propio éxito en la tarea realizada.



*Technology Solutions for
the Right Place and Time*

www.trimble.es

Trimble Ibérica

Tel. (+34) 913510100

Fax (+34) 913513443

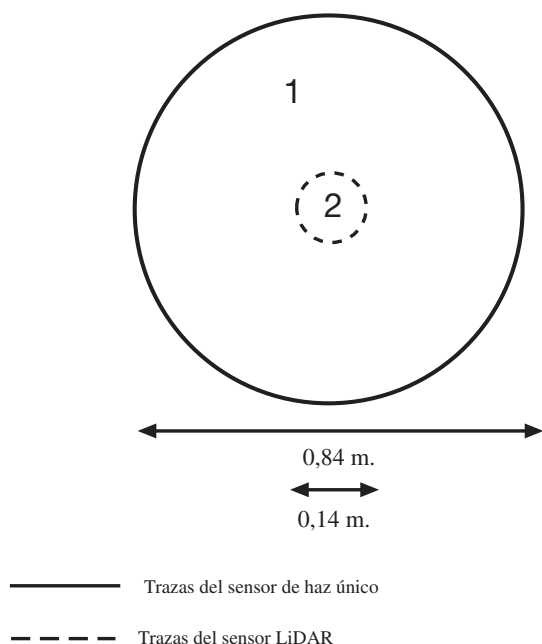


Figura 4. Comparación de las trazas

6.4. Comparación de sondeos

Se efectuó una comparación entre los datos del sondeo batimétrico original y los del levantamiento de comprobación, con el fin de validar la precisión de los datos batimétricos. El acuerdo entre los dos levantamientos fue muy bueno, con una diferencia media de 0,06 metros y un error estándar de 0,10 metros, lo que prueba que los datos de la batimetría son de alta calidad.

7. DISCUSIÓN

La diferencia media total en todos los pares de datos es de 0,19 metros y el error estándar es de 0,12 metros. Los valores estadísticos que se acaban de citar se comparan favorablemente con los anteriores estudios de comparaciones con LiDAR.

La Universidad de Texas ha estudiado recientemente la precisión del ALTM 1020 de Optech a una altitud similar, comparando los datos del Airborne Laser Terrain Mapper con unos levantamientos terrestres por GPS realizados a lo largo de 50 km de carreteras (www.beg.utexas.edu/coastal/survey/altm.html). Se obtuvo una diferencia media total de elevación de -0,184 metros y un error estándar de 0,152 metros. El valor negativo de la diferencia media total de elevación indica que el sensor de LiDAR está registrando menor altitud que la superficie de referencia (levantamiento GPS).

Esto también se ha observado en este proyecto, en el que todos los valores de LiDAR son consistentemente inferiores a los de los sondeos batimétricos (en 0,19 metros). Estos valores representan un sesgo de la elevación y una componente de ruido dentro de los sistemas de Air-

borne Laser Terrain Mapper. El levantamiento GPS empleado en el estudio emprendido por la Universidad de Texas, constituyó una superficie de referencia de mucha precisión con respecto a la que hacer las comparaciones de LiDAR, y la mayoría de las diferencias pueden ser atribuidas al sensor de LiDAR. En este proyecto (Leigh-Sands), puede que ambos sensores tengan en sus sistemas errores igualmente grandes o pequeños. Esto hace que sea extremadamente difícil asignar errores específicos y definir la causa de la discrepancia constante. La figura 5 demuestra visualmente la situación.

La diferencia media calculada de 0,19 metros ha sido empleada como discrepancia constante entre la altitud batimétrica y la de LiDAR. Se han empleado unos márgenes de error para los sensores tales como los descritos en la sección 6.

A partir de la figura 5 puede verse que se puede ajustar uno de los conjuntos de datos en la magnitud de 0,19 metros y quitar la discrepancia constante, mejorando de esta forma el acuerdo y permitiendo la integración de ambos conjuntos de datos. Todo esto puede conseguirse dentro de los márgenes de error definidos.

Por diversas razones, el conjunto de datos de LiDAR debería de ser ajustado, y no el conjunto de datos batimétricos. La primera razón entraña la practicabilidad de los procesos de integración. La meta de la Autoridad Portuaria de Londres es integrar el conjunto de datos LiDAR en su base de datos batimétricos y no al revés. Si el conjunto de datos batimétricos se corrigiera, habría que corregir también la totalidad de la base de datos de la Autoridad Portuaria de Londres en los 0,19 metros, lo que pone a esta alternativa fuera de cuestión.

Adicionalmente, cuando se efectúan los levantamientos hidrográficos de puertos (por ejemplo, para la seguridad de la navegación) se debe siempre operar desde el lado cauto, para asegurar una seguridad óptima para el navegante. Es pues razonable mostrar las profundidades mínimas al usuario del sistema. En este caso, esto se logra mediante el ajuste del conjunto de datos de LiDAR para que representen las profundidades

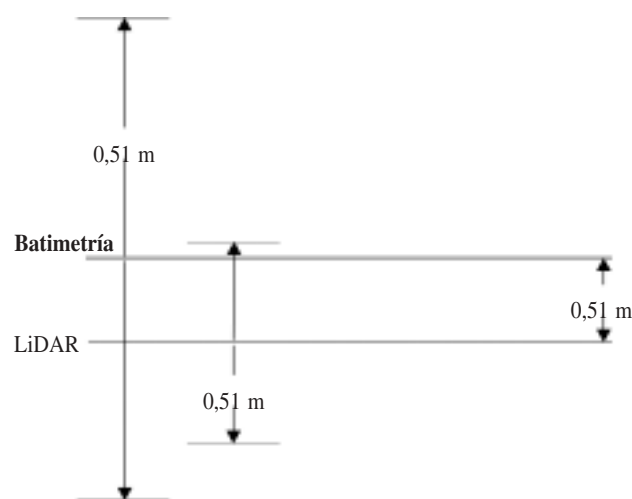


Figura 5. Márgenes de error

| Zonas entre mareas | Costes en (£) |
|--|------------------|
| Southen y Chapman Sands | 1,213.75 |
| Blyth y Yantlet Flats | 1,451.89 |
| Sheerness | 760.51 |
| Hole Haven Creek | 1,160.75 |
| Maplin Sands | 6,668.91 |
| Restos de bancos de arena del estuario | 3,943.31 |
| TOTAL £ | 15.199.12 |

Tabla 3. Costes estimados para el levantamiento hidrográfico de las zonas entre mareas en el Támesis

mínimas, en lugar de adaptar el conjunto de datos batimétricos para que representen mayores profundidades.

La figura 5 demuestra que ajustar los valores de LiDAR en +0,19 metros los mantendrá aun dentro de los límites del error tolerado en ambos sensores (tal como se definieron en la sección 6) y, sin embargo, permitirá que la integración se realice con éxito. Este es un punto de extrema importancia y uno de los principales factores para determinar el éxito de la integración de ambos sistemas. La causa de la discrepancia promediada no ha sido encontrada. Sin embargo, la hipótesis mencionada en la sección 6.3, relativa a las diferencias de las trazas entre los dos sensores, puede ser la posible causa de dicha discrepancia. Esto no puede probarse, pero un levantamiento de GPS detallado puede que resuelva esta incógnita en el futuro.

8. ANÁLISIS DE COSTES Y BENEFICIOS

Con el fin de poder hacer una fundada recomendación a la Autoridad Portuaria de Londres en lo que respecta al uso de LiDAR topográfico para cartografiar las áreas de las zonas entre mareas del Estuario del Támesis, se efectuó un análisis de costes y beneficios (ACB). La finalidad del ACB era la de comparar el método existente en la Autoridad Portuaria de Londres para cartografiar las áreas de las zonas entre mareas (batimetría de haz único) con el potencial uso del LiDAR topográfico, e integrarlo en la base de datos batimétricos de dicha Autoridad Portuaria de Londres. Se emplearon diversos indicadores, entre los que se incluyen coste, tiempo, accesibilidad, seguridad y eficacia en su conjunto.

8.1. Coste

8.1.1. Levantamiento hidrográfico

Para poder confeccionar una hoja de gastos realista para este proyecto hay que establecer una serie de datos de partida en lo que respecta a las horas del levantamiento, la velocidad del mismo, altitud de las mareas y otros diversos aspectos logísticos.

Se estableció un plan detallado del levantamiento en cada una de las zonas entre mareas del Támesis, teniendo en cuenta los factores mencionados. En el apéndice A se puede ver un ejemplo de hoja de gastos. La tabla 3 resume las seis hojas de gastos confeccionadas.

8.1.2. LiDAR topográfico

La Agencia del Medio Ambiente del Reino Unido (UKEA) ha estimado un precio para el levantamiento de 300 libras esterlinas por km², con un valor máximo de 10.000 libras esterlinas para todo el proyecto. El área total de zonas entre mareas a cartografiar es de 43 km²:

$$43 \text{ km}^2 \text{ a } 300 \text{ £ / km}^2 = 12.900 \text{ £}$$

El levantamiento de LiDAR debe efectuarse volando durante la bajamar; preferiblemente durante las grandes mareas de primavera, con el fin de permitir que se cartografie el máximo de terreno. El precio calculado se compara favorablemente con el del levantamiento hidrográfico. Sin embargo, hay que considerar otros aspectos diversos antes de hacer una recomendación.

8.2. Tiempos

8.2.1. Levantamiento hidrográfico

El tiempo necesario total del levantamiento para cubrir todas las áreas con zonas entre mareas, obtenido de los planes detallados del levantamiento, sería de 105,39 horas y se necesitarían para ello de dos a tres semanas.

8.2.2. LiDAR topográfico

El levantamiento por LiDAR es muy eficiente y la UKEA cree que se haría en una semana, dependiendo de la meteorología (Nick Holden, de UKEA).

8.3. Accesibilidad y seguridad

8.3.1. Levantamiento hidrográfico

Existen muchas zonas a lo largo del Támesis en las que la accesibilidad para un levantamiento hidrográfico ocasionaría considerables problemas. Las dos áreas en las que son más pronunciadas las dificultades para las técnicas hidrográficas son Maplin Sands y Hole Haven Creek.

Los arenales de Maplin Sands son los terceros en extensión del Reino Unido y constituyen una vasta área para levantar empleando las técnicas hidrográficas tradicionales (unas 50 horas de levantamiento aproximadamente). Esta área es también muy inaccesible, debido a su designación como zona de prácticas de tiro, en la que cualquier intento de

realizar un levantamiento originaría una interrupción significativa en sus actividades.

La accesibilidad es un problema notable en Hole Haven Creek. En esta área las actividades de los levantamientos hidrográficos deben planificarse meticulosamente para permitir la recogida de un máximo de datos en pleamar, extendiéndose en las zonas superiores del arroyo. El topógrafo debe inicialmente reconocer a pie el área, para asegurarse de que todas las partes del arroyo son accesibles en la pleamar. La coordinación de tiempos es fundamental, dado que el cambio de marea puede ser muy rápido, por lo que hay que planificar con mucho cuidado para permitir el paso con seguridad y la salida del arroyo en bajamar. El encallar inadvertidamente el barco en la bajamar puede dejar al topógrafo aislado en una extensa área de lodos o arenas movedizas.

8.3.2. LiDAR topográfico

El LiDAR es un sistema más flexible, ya que puede volarse tanto de día como de noche. Esto ofrece un mejor acceso a las bajamares primaverales y mejora, por tanto, la eficacia.

Los temas relacionados con la accesibilidad son fácilmente resueltos empleando LiDAR, ya que se pueden cubrir grandes superficies de terreno sin necesidad de introducirse en ellas. Por ejemplo, no habría que cerrar la zona de prácticas de tiro de Maplin Sands, ya que se podría efectuar el vuelo con LiDAR de noche o a una altitud suficiente para no interrumpir las actividades de tiro. La planificación meticulosa de los temas de seguridad, que se describieron para el levantamiento de Hole Haven Creek, sería mínima durante el levantamiento con LiDAR. Con una altitud de vuelo de 800 metros y una anchura de barrido de 600 metros, la mayoría de esta área podría cartografiarse en una sola pasada y no nos veríamos presionados por el descenso de la marea.

El análisis de costes y beneficios ha llegado a la conclusión de que el empleo de LiDAR topográfico para el levantamiento de las zonas entre mareas del Támesis, es efectivo en cuanto a costes y significativamente más eficaz que las técnicas hidrográficas tradicionales. Se puede cartografiar eficientemente grandes extensiones de bajíos arenosos (por ejemplo Maplin Sands) de una manera no presencial sobre el terreno y otras zonas más pequeñas e inaccesibles, como Hole Haven Creek, pueden cartografiarse sin hacer una planificación meticulosa de los temas de seguridad que tanto agobian en los levantamientos hidrográficos tradicionales en estas áreas.

9. CONCLUSIÓN

Existían en este estudio dos finalidades principales. La finalidad primaria era la de comprobar si la batimetría acústica de haz único podía integrarse con éxito con el LiDAR topográfico para levantar y cartografiar las zonas entre mareas. La finalidad secundaria era la de realizar un análisis

de costes y beneficios, para evaluar si la integración de estas dos fuentes de datos era una solución efectiva en cuanto a costes y eficaz para cartografiar las zonas entre mareas del Puerto de Londres.

Se escogió Leigh-Sands como área piloto de estudio, a fin de comprobar el proceso de integración. Los datos se obtuvieron de la Agencia del Medio Ambiente del Reino Unido (UKEA) y de la Autoridad Portuaria de Londres.

Los datums geodésicos desempeñaron un papel importante en este proyecto. El nuevo geoida para el Reino Unido (OSGM02) se incorporó con éxito a los parámetros de transformación de datum, mejorando así la precisión de los datos.

Se extrajeron catorce perfiles del área de estudio y se emplearon comparaciones gráficas y estadísticas para estimar el acuerdo entre los dos sensores. Siguiendo un programa de filtrado detallado se definió una discrepancia sistemática, que se empleó para corregir el conjunto de datos de LiDAR. Se realizó con éxito la integración con la batimetría, dentro de la tolerancia de todos los errores estándar.

Se debe prestar mucha atención a las anomalías de los perfiles detectadas en este proyecto. En cualquier trabajo futuro en esta área deben de efectuarse una detección detallada de anomalías y un filtrado de las mismas.

El análisis de costes y beneficios demostró que el emplear el LiDAR topográfico para levantamiento y cartografía de las zonas entre mareas ahorra tanto dinero como tiempo.

Dentro de la discusión de los perfiles, aun existe cierta incertidumbre con respecto a la causa de la discrepancia constante que se encontró. Para resolver esta cuestión, las futuras direcciones de estudio pueden apuntar hacia la realización de un levantamiento GPS RTK detallado del área en estudio, para establecer una superficie de referencia precisa con respecto a la cual comparar los conjuntos de datos existentes. Además, el trabajo futuro puede implicar el desarrollo de un algoritmo de filtrado para eliminar las anomalías detectadas en el conjunto de datos.

La Autoridad Portuaria de Londres debe ser aconsejada en el sentido de que usar el LiDAR topográfico para levantar y cartografiar las zonas entre mareas del Támesis es una opción eficaz y una solución efectiva en cuanto a costes, que debe ser muy tenida en cuenta. Existen, sin embargo, varios aspectos, como se ha señalado antes, que precisan de más investigación antes de poner en práctica la integración. Esto incluye el esencial estudio de la definición de unos estándares rígidos, a los que se debe de ajustar la integración de datos; y la existencia también de un conocimiento de las iniciativas de compartición de datos que actualmente están en uso en el Ordnance Survey, la Oficina Hidrográfica del Reino Unido y la Agencia del Medio Ambiente del Reino Unido.

PROTOPO V 6.0

DINAMISMO EN AUTOCAD

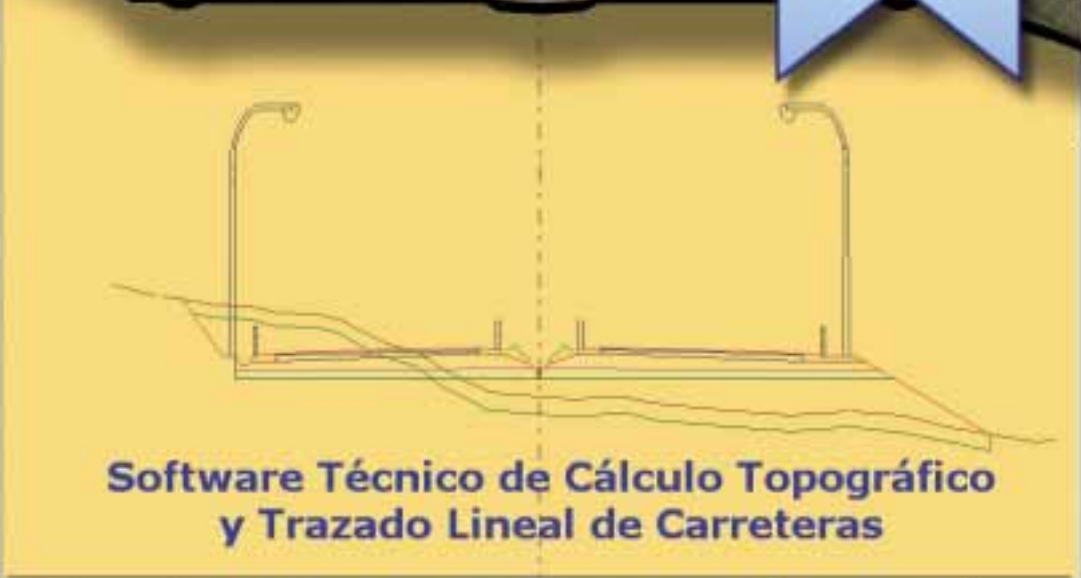


Visitenos en
 - CONSTRUTEC
 Pabellón 7 - 7B 209
 13-16 Octubre
 - TOP-CART 2004
 Stand N° 7
 19-22 Octubre

Config Transv | Est | Imp

Transversales

- 11600.000
- 11610.000
- 11620.000
- 11630.000
- 11640.000
- 11650.000
- 11660.000
- 11670.000
- 11680.000
- 11690.000
- 11700.000
- 11710.000
- 11720.000
- 11730.000
- 11740.000
- 11750.000
- 11760.000
- 11770.000
- PROYECTO
- TERRENO
- VEGETAL
- BASE
- SUB-BASE
- D-PLANADORA
- FIRME
- Benas
- Mobiloid
- Adorno
- 11780.000
- 11790.000
- 11800.000
- 11810.000
- 11820.000
- 11830.000
- 11840.000
- 11850.000
- 11860.000
- 11870.000
- 11880.000



Software Técnico de Cálculo Topográfico
 y Trazado Lineal de Carreteras

Veredas Transversales

| Dist | Cota | Pend | C.Roa | Ver | Código | Capa |
|------|--------|---------|---------|-----|------------------|----------|
| 1 | 22.963 | 619.070 | 0.00000 | D | Sen código | TERRENO |
| 2 | 18.833 | 619.070 | 0.00000 | D | Sen código | TERRENO |
| 3 | 18.833 | 618.770 | 0.00000 | D | Sen código | VEGETAL |
| 4 | 18.833 | 619.070 | 0.00000 | D | Local de drenaje | PROYECTO |
| 5 | 18.716 | 618.567 | 6.26012 | D | Sen código | VEGETAL |
| 6 | 18.763 | 618.257 | 4.77250 | D | Sen código | TERRENO |
| 7 | 18.763 | 618.567 | 0.00000 | D | Sen código | VEGETAL |

DISPONIBLE PARA
 AUTOCAD
 2005

REFERENCIAS

- FLOOD, M., 2001. *Laser Altimetry: From Science to Commercial LiDAR Mapping*. Journal of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 67(11).
- HILL, J. M. et al., 2000. *Wide-Area Topographic Mapping and Applications Using Airborne Light Detection and Ranging (LiDAR) Technology*. Journal of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 66(8).
- ILIFFE, J. C., 2000. *Datums and Map Projections for remote sensing, GIS and surveying*. Latheronwheel: Whittles.
- KRABILL, W. B., THOMAS, R. H., MARTIN C. F., SWIFT, R. N. y FREDERICK, E. B., 1995. *Accuracy of airborne laser altimetry over the Greenland ice sheet*. International Journal of Remote Sensing, 16(7): 1211-1222.
- LEMBO, J. JR., POWERS, C. y GORIN, E. S., 1998. *The use of innovative data collection techniques in support of enterprise wide GIS development*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 861-865.
- PARKER, B. et al., 2000. *A Tampa Bay Bathymetric / Topographic Digital Elevation Model with Internally Consistent Shorelines for Various Datums*. NOAA publication.
- http://www.hydro.gov.uk/pr_inter-tidal_zone_survey.html (31/05/2002)
- <http://www.csc.noaa.gov/products/nchaz/htm/inro.htm>: Beach mapping (24/06/2002)
- <http://www.gps.gov.uk/> (coordinate systems) (21/06/2002)
- <http://www.beg.utexas.edu/coastal/survey/altm.htm> (21/08/2002) ■

Apéndice A - Presupuesto - Levantamiento Hidrográfico

| | salario / hora |
|------------------------|----------------|
| Verificador | 162.00 |
| Yantlet | 64.00 |
| Brent | 14.00 |
| Topógrafo | 29.47 |
| Contra maestre Grado 7 | 27.40 |
| Piloto Grado 9 | 21.40 |
| AA Grado 12 | |

Southend y Chapman Sands

| | | | |
|--|-----|------|-------|
| Espaciado de líneas a 0,3 km* | 0.6 | | |
| Longitud de líneas (km) | 1.5 | | |
| Velocidad del levantamiento (nudos, m/s ⁻¹ , km/h ⁻¹) | 5 | 2.57 | 9.26 |
| Velocidad de crucero (nudos, m/s ⁻¹ , km/h ⁻¹) | 16 | 8.22 | 29.63 |
| Distancia al área a levantar y vuelta (km) | 40 | | |

| | número de líneas | tiempo por línea (horas) | tiempo total (horas) | Salario hora | Total (£) |
|---------------------------------|------------------|--------------------------|----------------------|--------------|-----------|
| Embarcación (Yantlet) a 5 nudos | 32 | 0.16 | 5.18 | 64.00 | 331.75 |
| Tiempo entre líneas | 32 | 0.02 | 0.65 | 64.00 | 41.47 |
| Movilización (x2) a 16 nudos | | | 2.70 | 64.00 | 172.79 |
| Topógrafo | | | 8.53 | 29.47 | 251.42 |
| Contra maestre Grado 7 | | | 8.53 | 27.40 | 233.76 |
| Piloto Grado 9 | | | 8.53 | 21.40 | 182.57 |

* levantamiento efectuado a lo largo de dos mareas altas (es decir, dos días)

** líneas recorridas en dos veces (primero, cerca de la costa y, posteriormente, fuera de la costa) por lo que el espaciado entre líneas de 0,3 km = 0,6 km ya que el levantamiento es hecho dos veces

GPS de Precisión por el Método Estático Relativo para Puntos en Aeropuertos

Dipl.-Ing. Julio Roldán Rodríguez e Ing. Jorge Moya Zamora
UNIVERSIDAD NACIONAL (COSTA RICA)

Resumen

Todo país o región tiene su marco de referencia geodésico definido por un conjunto de parámetros específicos de referencia establecido por mediciones convencionales. Las discrepancias en orientación, traslación y escala respecto a un sistema único mundial, actualmente el Marco Internacional de Referencia Terrestre 2000, abreviado con las siglas en Inglés ITRF00, trae consecuencias en la navegación aérea cuando se utiliza el GPS, debido a que las discrepancias citadas generan errores planimétricos de entre decenas de metros hasta centenas de metros. Ante esto se da la necesidad de establecer, a nivel mundial, criterios de estandarización en la georreferenciación, adoptándose como sistema común de referencia geodésica en la Aviación Civil Internacional, el WGS84 con el ITRF00. En la actualidad la estandarización en la georreferenciación se da hoy no sólo en la aviación civil sino también en todos los campos de la Geodesia, Cartografía y Catastro.

I. INTRODUCCIÓN

En el marco del programa de prestación de servicios de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia (ETCG) de la Universidad Nacional, se determinaron dos estaciones absolutas en el sistema WGS84, marco de referencia ITRF00, en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría, para que sirvieran de apoyo a una red de puntos GPS para dar coordenadas a otros de detalle dentro del aeropuerto, para los fines de la navegación aérea. El problema fundamental de este proyecto radicó en la falta de estaciones de amarre en territorio costarricense con coordenadas en el sistema ITRF00 que tuvieran carácter oficial. Por eso, el trabajo se realizó en coordinación con el Instituto Geográfico Nacional y culminó con la oficialización de los resultados por parte de esta institución.

2. MEDICIÓN GPS SOBRE LOS DOS PUNTOS ABSOLUTOS

La localización geográfica de los puntos, denominados AJSA y AJSB, se muestra en el gráfico de la siguiente página. El método de medición empleado para la determinación de los dos puntos consistió en el denominado Estático Relativo por Medición de Fase. Se utilizaron dos receptores GPS de dos frecuencias modelo 4000 SST. De acuerdo con las especificaciones dadas, en cada estación se debían acumular en total 72 horas de seguimiento de los satélites con registro de datos cada 30 segundos. En la práctica se acumularon en total 102 horas y 36 minutos en el punto AJSA y 101 horas y 55 minutos en la estación AJSB, con sesiones de 12 horas durante los días 28, 29 y 30 de mayo de 2003 y 5,

6 y 7 de abril de 2003. La altura de la antena se varió en cada una de las sesiones de medición para reducir la correlación entre las mediciones.

3. ELABORACIÓN DE LAS MEDICIONES GPS CON GIPSY-OASIS II

La Dirección General de Aviación Civil de Costa Rica estipuló como condición técnica que los datos GPS debían enviarse al JPL-NASA para ser elaborados con el programa GIPSY-OASIS II. Esta especificación obedece a que los vectores a procesar entre las CORS (Continuously Operating Reference Stations) y las estaciones en el Aeropuerto Juan Santamaría superarían los 1000 km, con excepción de la estación MANA de

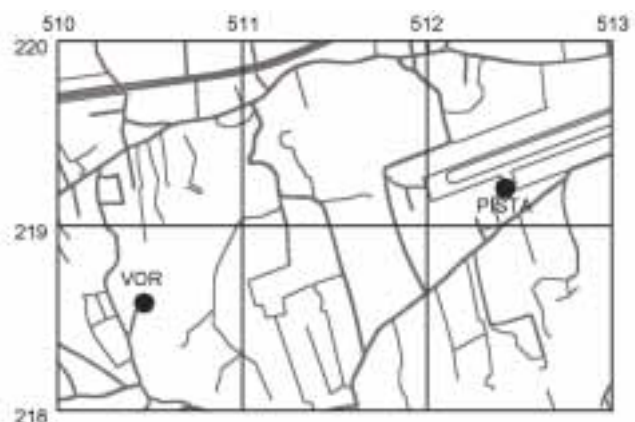


Figura 1. Localización de la zona del VOR y de la PISTA en la hoja cartográfica COCO escala 1:10.000 Proyección Cónica Conforme Lambert del Instituto Geográfico Nacional.

Managua que se ubica a menos de 1000 km. El documento que describe las características del programa y que justifica estas especificaciones puede consultarse en la página:

http://www.ge.ucl.ac.uk/research/gipsy/sw_overview.html

La guía para el envío de archivos de datos a la NASA, la consulta de resultados y la interpretación de los resultados se encuentra en la página:

http://www.ge.ucl.ac.uk/research/gipsy/auto_gipsy_info.html

El procedimiento de elaboración se describe, en forma resumida, en los siguientes puntos:

- Los archivos originales .DAT, .ION, .EPH y MES de cada una de las sesiones de medición realizadas en los puntos AJSA y AJSB con receptores Trimble 4000SST se bajaron al computador.
- Los archivos originales se transformaron a archivos de medición en formato independiente de intercambio entre receptores, RINEX, preferiblemente comprimido en formato GZIP de la forma eeeeddd.aa.o.gz, donde los cuatro primeros campos (eeee) son para el nombre de estación, los tres siguientes (ddd) para el día GPS, un campo para el número de sesión (s), dos campos (aa) para el año, la letra (o) debe ir para identificar que es un archivo de datos observados y finalmente la extensión del tipo de compresión (gz).
- Los archivos RINEX se colocaron en un protocolo de transferencia de archivos o FTP, para su acceso vía internet.
- Luego se envió un correo electrónico a la NASA con la palabra STATIC como tema del mensaje y como cuerpo del mismo la dirección FTP en la cual se encuentra el archivo de observación. Un ejemplo se muestra en el siguiente recuadro.

De: "jroldan" <frceis@racsa.co.cr>
 Para: <ag@cobra.jpl.nasa.gov>
 Asunto: Static
 Fecha: jueves, 24 de julio de 2003 03:35 p.m.
 ftp://fuerzag.ulatina.ac.cr/nasa/AJSA1180.03.o.gz

- El servidor de la NASA busca el archivo en la dirección ftp indicada y una vez procesados envía una respuesta por correo electrónico, indicando el problema por el cual no se pudieron elaborar los datos o la dirección ftp de donde se pueden bajar los resultados de la elaboración. Un ejemplo de respuesta positiva se muestra en el siguiente recuadro.

From: Automated GIPSY Account <ag@gps2.jpl.nasa.gov>
 To: <jroldan@samara.una.ac.cr>
 Subject: output
 Date: Thursday, July 17, 2003 2:29 AM
 You can find several files in directory
 ftp://gps2.jpl.nasa.gov/pub/ag/2003.07.17.12.26.58.24094.24121
 They will disappear within a few days.
 Additional information on AG can be found at
 http://milhouse.jpl.nasa.gov/ag

Por cada elaboración la NASA envía ocho archivos de texto, uno se llama LOG y el otro README. En el archivo README se describe el contenido de todos los demás archivos. Los otros seis archivos tienen las extensiones GD, PFR, TXT, RGNML, STACOV, STACVX y TDP. Así, por ejemplo, los archivos de la solución del 28 de abril de 2003 de la estación AJSA son:

2003-04-28.AJSA.gd
 2003-04-28.AJSA.pfr.txt
 2003-04-28.AJSA.rgnml
 2003-04-28.AJSA.stacov
 2003-04-28.AJSA.stacvx
 2003-04-28.AJSA.tdp

Todos los archivos vienen comprimidos con la extensión .Z. Para cada punto y para cada archivo de datos GPS enviado se tienen los ocho archivos de la solución recibida de la NASA. Los archivos con los resultados en coordenadas elipsoidicas y cartesianas son los que tienen las extensiones .gd y .stacvx, que se muestran como ejemplos a continuación:

ARCHIVO 2003-04-28. AJSA.gd

AJSA LAT 03APR28 9.989540821 + 0.0010 -0.041917 0.143476
 AJSA LON 03APR28 -84.218053586 + 0.0031 0.004773
 AJSA RAD 03APR28 914.5201 + 0.0109

ARCHIVO 2003-04-28. AJSA.stacvx

3 PARAMETERS ON 03APR28.
 1 AJSA STA X 0.632964487527745E+06 +- 0.326689314615742E-02
 2 AJSA STA Y -0.625100964796857E+07 +- 0.106463661420186E-01
 3 AJSA STA Z 0.109926787906222E+07 +- 0.222607597964638E-02
 2 1 -0.307285998886519E+00
 3 1 -0.284814614434780E+00
 3 2 -0.902421820839571E+00
 AJSA ANTENNA LC 0.0000 0.0000 0.0000 !up north east (m)
 ! transformed from frame_not_set with apply using flags -r -t -s to Reference
 frame: IGS00

| Punto | Latitud Norte [° ' "] | S _{LAT} [mm] | Longitud Oeste [° ' "] | S _{LON} [mm] | Altura [m] | S _{ATL} [mm] |
|-------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| AJSA | 09 59 22,34680 | ± 7,5 | 84 13 04,99356 | ± 6,7 | 913,074 | ± 22,7 |
| AJSB | 09 59 00,15248 | ± 6,2 | 84 14 10,16918 | ± 6,2 | 858,126 | ± 24,1 |

Cuadro 1. Promedio de las coordenadas elipsoidicas y exactitud al 95% de probabilidad (1,96 sigma) en el Sistema WGS84 de los puntos ubicados en la pista (AJSA) y en el VOR (AJSB), según elaboración con GIPSY-OASIS II.

| Punto | Latitud Norte [° ' ''] | S _{LAT} [mm] | Longitud Oeste [° ' ''] | S _{LON} [mm] | Altura [m] | S _{ATL} [mm] |
|-------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| ETCG | 09 59 58,13555 | ± 2,2 | 84 06 21,23055 | ± 7,7 | 1194,076 | ± 6,5 |

Cuadro 2. Promedio de las coordenadas elipsoidicas y exactitud al 95% de probabilidad (1,96 sigma) en el Sistema WGS84 del puntos ETCG, según elaboración con GIPSY-OASIS II.

| Punto | Latitud Norte [° ' ''] | S _{LAT} [mm] | Longitud Oeste [° ' ''] | S _{LON} [mm] | Altura [m] | S _{ATL} [mm] |
|-------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| AJSA | 09 59 22,34680 | ± 7,5 | 84 13 04,99356 | ± 6,7 | 913,074 | ± 22,7 |
| AJSB | 09 59 00,15248 | ± 6,2 | 84 14 10,16918 | ± 6,2 | 858,126 | ± 24,1 |

Cuadro 3. Coordenadas elipsoidicas y exactitud al 95% de probabilidad (1,96 sigma) en el Sistema WGS84 del puntos AJSA, AJSB Y ETCG, según elaboración con Trimble Geomatics Office®.

Puede observarse en la última línea del ejemplo anterior que las coordenadas de puntos, suministradas por las soluciones con el programa GIPSY-OASIS II, están referidas al Marco de referencia IGS00, que coincide con el Marco Internacional Terrestre de Referencia del año 2000, ITRF00. La época de referencia de las coordenadas es la de abril - mayo de 2003. Por cada sesión debe efectuarse todo el proceso descrito anteriormente y al final el resultado se obtiene por un ajuste de observaciones directas de todas las soluciones. Dichos resultados se muestran en el cuadro 1.

La estación ETCG ubicada en la azotea de la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia, también fue sometida al mismo proceso de elaboración con el programa GIPSY-OASIS II. Se enviaron en total seis archivos de 24 horas, abarcando los días GPS 91, 117, 118, 119, 120 y 180. A partir de las seis soluciones se calcularon las coordenadas promedio y sus desviaciones estándar, que se muestran en el cuadro 2.

4. ELABORACIÓN PARALELA DE LAS MEDICIONES GPS CON TGO DE TRIMBLE

A manera de experimentación, se realizó una elaboración de los datos GPS con el programa del fabricante del equipo GPS, denominado Trimble Geomatics Office TGO versión 1.60, con la licencia que tiene la Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia. Aunque de acuerdo a las especificaciones, los resultados de la elaboración en la NASA son los que se sometieron a la oficialización, se decidió realizar la elaboración con el TGO para hacer una serie de comparaciones con los resultados de ambos programas. En primer lugar se realizó un ajuste elipsoidico por mínimos cuadrados, considerando como puntos fijos de amarre MANA y TEG1 de Tegucigalpa y como punto nuevo ETCG. Sus coordenadas se determinaron elaborando los vectores, considerando efemérides precisas en el formato EF18 y archivos de datos con sesiones de 24 horas en los días GPS 91 al 111. Estos días abarcaron un período anterior al de

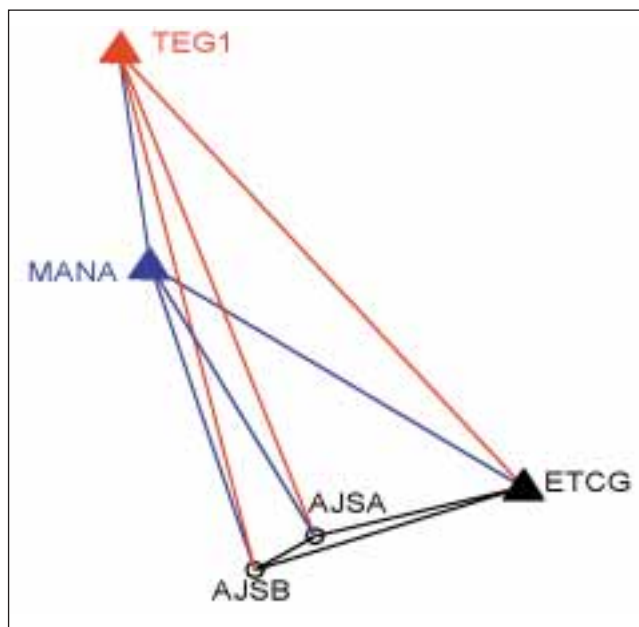


Figura 2. Red GPS de amarre para los puntos AJSA y AJSB.

la medición en los puntos AJSA Y AJSB, realizada durante los días GPS 118, 119, 120, 125, 126 y 127.

En un segundo paso, se realizó un ajuste de la red que se muestra en la figura 2, considerando como puntos de amarre a las estaciones MANA, TEG1 y ETCG y a los puntos AJSA y AJSB como nuevos. Los vectores correspondientes a esta red se procesaron también con archivos de efemérides precisas. Los resultados de la elaboración están en el cuadro 3.

5. COMPARACION DE RESULTADOS

En el cuadro 4 pueden observarse las discrepancias en las coordenadas en los puntos AJSA, AJSB y ETCG, obtenidas por la elaboración con los

| Punto | Programa | Latitud ["] | Longitud ["] | Altura ["] | Vector [mm] |
|-------|------------------|-----------------|----------------|----------------|--------------|
| | Elaboración | | | | 3D / 2D |
| ETCG | TGO | 58,13473 | 21,23093 | 1193,902 | |
| | GIPSY-OASIS II | 58,13555 | 21,23055 | 1194,076 | |
| | Diferencia ["] | -0,00082 | 0,00038 | | 176,21 |
| | Diferencia [mm] | -25,33 | 11,56 | -174,00 | 27,84 |
| AJSA | TGO | 22,34625 | 4,99408 | 912,698 | |
| | GIPSY-OASIS II | 22,34680 | 4,99356 | 913,074 | |
| | Diferencia ["] | -0,00055 | 0,00052 | | 376,72 |
| | Diferencia [mm] | -16,99 | 15,82 | -376,00 | 23,21 |
| AJSB | TGO | 0,15166 | 10,16959 | 857,832 | |
| | GIPSY-OASIS II | 0,15248 | 10,16918 | 858,126 | |
| | Diferencia ["] | -0,00082 | 0,00041 | | 295,35 |
| | Diferencia [mm] | -25,33 | 12,47 | -294,00 | 28,23 |

Cuadro 4. Comparación de coordenadas ajustadas a partir de resultados de la elaboración con los programas GIPSY-OASIS II y TGO.

programas GIPSY-OASIS II y TGO. Estas son significativas, si se toma en cuenta que sus magnitudes son mayores que las desviaciones estándar de las coordenadas ajustadas, en un factor mayor que tres en casi todos los casos.

Para experimentar la repetitividad de los resultados en la determinación de las coordenadas de un punto, se compararon los resultados de la elaboración de datos GPS en la estación ETCG, los cuales se muestran en el cuadro 5. Los resultados de 1998, 1999 y 2000 corresponden a una elaboración con el programa TGO y los de 2003 corresponden a una elaboración con el programa de la NASA.

| Año | Latitud [ss.ssss] | s (95%) | Longitud [ss.ssss] | s (95%) | Altura [m] | s (95%) |
|------|-------------------|----------|--------------------|-----------|------------|-----------|
| 1998 | 58,13467 | ± 7,3 mm | 21,23118 | ± 9,8 mm | 1193,745 | ± 18,5 mm |
| 1999 | 58,13432 | ± 7,0 mm | 21,23042 | ± 13,3 mm | 1193,779 | ± 19,9 mm |
| 2000 | 58,13412 | ± 5,2 mm | 21,23165 | ± 7,8 mm | 1193,505 | ± 36,0 mm |
| 2003 | 58,13555 | ± 2,2 mm | 21,23055 | ± 7,7 mm | 1194,076 | ± 6,5 mm |
| 2003 | 58,13556 | ± 9,4 mm | 21,23058 | ± 15,1 mm | 1194,064 | ± 21,9 mm |

Cuadro 5. Coordenadas de ETCG calculadas en diferentes épocas LAT NORTE: 9° 59' .. LON OESTE: 84° 06' ...

Pueden apreciarse discrepancias hasta de 15 mm en latitud, 30 mm en longitud y 27 cm en altura al comparar los resultados de dos elaboraciones independientes con el programa TGO, y de 0,3 mm en latitud, 0,9 mm en longitud y 1,2 cm en altura cuando se comparan los resultados de las elaboraciones con el programa de la NASA.

6. CONCLUSIONES

En términos generales, considerando los métodos de medición aplicados en la parte GPS, además del análisis de los resultados obtenidos, se puede concluir que:

- Los cálculos realizados por el software GIPSY-OASIS II de la NASA, con base en los archivos de las sesiones de medición GPS efectuadas en los dos puntos, brinda coordenadas elipsoidicas ajustadas en el Sistema WGS84, marco de referencia ITRF2000, cuyas desviaciones estándar son 7,5 mm y 6,2 mm en latitud; 6,7 mm y 6,2 mm en longitud y 22,7 mm y 24,1 mm en altura, valores que reflejan la alta calidad con la que se determinaron ambos puntos.
- Se comprueba que el método estático relativo con medición de fase, por ser un método flexible en cuanto a la duración de las sesiones, es el que brinda resultados de alta exactitud y confiabilidad.
- Al comparar las coordenadas de latitud y longitud del punto ETCG, obtenidas en la elaboración con el programa de la NASA y con el programa TGO en la elaboración paralela con el amarre a MANA y TEGI, se obtienen diferencias de 25,3 mm y 11,6 mm respectivamente (GIPSY-OASIS II menos TGO).
- Las discrepancias anteriores muestran que con la elaboración paralela se obtuvieron resultados que pueden considerarse como una buena aproximación a los resultados de GIPSY-OASIS II. En las estaciones AJSA y AJSB las diferencias muestran una tendencia similar al hacer una comparación análoga de las coordenadas.
- Cálculos repetitivos con datos de diferentes épocas de una misma estación muestran que con el programa GIPSY-OASIS II se obtiene una

mejor coincidencia entre los diferentes resultados que la que se obtiene elaborando con el programa TGO.

- La elaboración de datos GPS con el programa GIPSY-OASIS II permite obtener resultados de coordenadas con una alta confiabilidad y exactitud, cuando se determinan amarres con estaciones ubicadas a más de mil kilómetros.
- Las estaciones ETCG, ASJA y AJSB materializan en Costa Rica el ITRF00 y pueden considerarse como puntos de amarre en trabajos geodésicos que deben enmarcarse en el sistema mundial, sin necesidad de tener que efectuar largas sesiones de medición al querer amarrear a estaciones muy distantes.

7. BIBLIOGRAFIA

- Dörries, E.; Roldán, J.: *Estudio comparativo del datum geodésico de Ocoatepeque y el datum satelitario del sistema WGS84*. Informe final de proyecto de investigación. Universidad Nacional. Costa Rica. 1999.
- Hoffman-Wellenhof, B; Lichteneger, H.; Collins, J.: *Global Positioning System: Theory and Practice*. Adolf Holzhausens Nachfolger, Springer, Viena, Austria. 1992. 326 p.
- Moya, J.: *Desarrollo de una metodología de medición en el GPS para el estudio cinemático de cuerpos en la superficie de la Tierra*. Trabajo de Graduación en Licenciatura en Ingeniería Topográfica y Geodésica. Universidad Nacional. 2001.
- Núñez-García, A.; Valbuena, J. L.; Velasco, J.: *GPS: La nueva era de la topografía*. Ediciones de las ciencias sociales. Madrid, España. 1992. 236 p.
- OACI: *Manual del sistema geodésico mundial 1984 (WGS84)*. Organización de Aviación civil Internacional. Primera edición. Catálogo de publicaciones y ayudas audiovisuales de la OACI. 1997.
- Roldán, J.; Moya, J.: *Medición GPS para la determinación de dos puntos en el sistema WGS84 en el Aeropuerto Internacional Juan Santamaría*. Informe final. Escuela de Topografía, Catastro y Geodesia, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 2003. 54 p. ■



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

6ª SEMANA
**GEO
MÁTICA**
BARCELONA

FEBRERO 2005

Congreso del 8 al 11

Salón del 8 al 10

GLOBALGEO
SALÓN INTERNACIONAL DE LA GEOMÁTICA Y LA GEOTELEMÁTICA



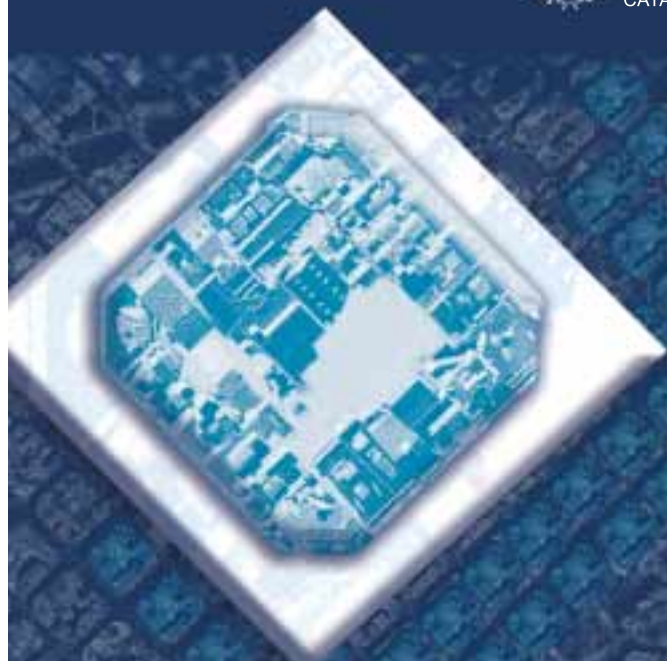
Escola Politècnica Superior
d'Edificació de Barcelona



Col·legi Oficial
d'Enginyers Tècnics
en Topografia
CATALUNYA



INSTITUT DE
GEOMÀTICA



Geodesia

Navegación

Fotogrametría

Teledetección

Cartografía

Sistemas de Información
Geográfica (SIG)

Sesiones en castellano
e inglés

Lugar de celebración:

Fira de Barcelona
Palacio de Congressos
Av. Reina Maria Cristina, s/n
www.firabcn.es

tema Central: Sensores de alta resolución y sus aplicaciones

ORACLE®

 **Esri**
ESPAÑA
GRUPO IEP

 **S&C**
Geo-technologies

 **hp**
invent

Participa enviando tu resumen a través de nuestra web:
www.setmana-geomatica.org

Catalogación de las Estaciones de Referencia GPS en España

Enrique Priego de los Santos
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

F. Javier González Matesanz
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

Resumen

Las estaciones de referencia GPS proporcionan un importante servicio a determinadas aplicaciones, tal es el caso de los trabajos topográficos o geodésicos, estudios científicos de geodinámica, sismología, controles geométricos, etc., ofreciendo la disponibilidad permanente de observables GPS de alta precisión. En la actualidad son ya casi un centenar el número de estaciones instaladas por todo el territorio nacional, en algunos casos controladas por organismos oficiales u otro tipo de instituciones y en otros por empresas privadas. En este sentido se va a desarrollar este artículo, intentado ofrecer una catalogación o inventario del mayor número posible de las estaciones permanentes GPS que se encuentran funcionando actualmente en España. Como resultado de este estudio se obtiene una relación y la localización de estos receptores GPS.

I. INTRODUCCIÓN

La corrección diferencial es un procedimiento de mejora en la precisión mediante la comparación entre la posición obtenida por la tecnología GPS y la posición previamente determinada de ese mismo punto (estación de coordenadas conocidas), éste es el sentido de las correcciones en tiempo real. El modo de llevarlo a cabo es instalando en dicha estación de referencia un receptor GPS que realice, a intervalos regulares de tiempo, esa comparación y transmitiendo esa información a los receptores GPS móviles, con lo que se reducirán de forma significativa los errores, aumentando así la precisión. En los modelos de posicionamiento con fase, las ecuaciones en dobles diferencias se apoyan en un conjunto de observables comunes a dos receptores, uno de ellos con coordenadas conocidas (el receptor de referencia).

Este incremento en la exactitud del posicionamiento resulta esencial para aplicaciones topográficas y geodésicas o estudios científicos de geodinámica, sismología o controles geométricos que requieren de mayores precisiones, o incluso para la navegación aérea y marítima, que también demandan de este servicio, reconocimientos del territorio, gestión de flotas de transporte, inventarios patrimoniales, actividades deportivas, etc. Para atender estas nuevas demandas diversos centros están implantando estos servicios de corrección diferencial, mediante la instalación de estaciones de referencia con receptores GPS funcionando de forma permanente.

En este proceso de instalación de estaciones de referencia permanentes GPS, que día a día sigue aumentando, es preciso que sobre los datos recogidos por cada una de las estaciones, habitualmente públicos y de acceso gratuito vía Internet o línea telefónica, exista una valoración de los mismos. Estos observables se normalizan cuando están integrados en redes nacionales, europeas o internacionales, sin embargo no sucede lo mismo con los datos puestos a disposición de las estaciones que no pertenecen a dichas redes o cuando se trata de receptores permanentes GPS particulares.

2. REDES Y ESTACIONES DE REFERENCIA PERMANENTES GPS EN ESPAÑA

2.1. Red Nacional de Estaciones de Referencia GPS (ERGPS): Instituto Geográfico Nacional

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) establece una red de estaciones permanentes de referencia GPS distribuidas para cubrir el territorio español. En la actualidad son ya diecisiete las estaciones de esta red en funcionamiento con receptores bifrecuencia, más otras tres estaciones con receptores monofrecuencia. El proyecto original consta de veinte estaciones ampliables hasta veinticinco.

Las dos primeras estaciones se instalaron en 1998, ubicadas en los mareógrafos de los puertos de Alicante (ALAC) y de La Coruña

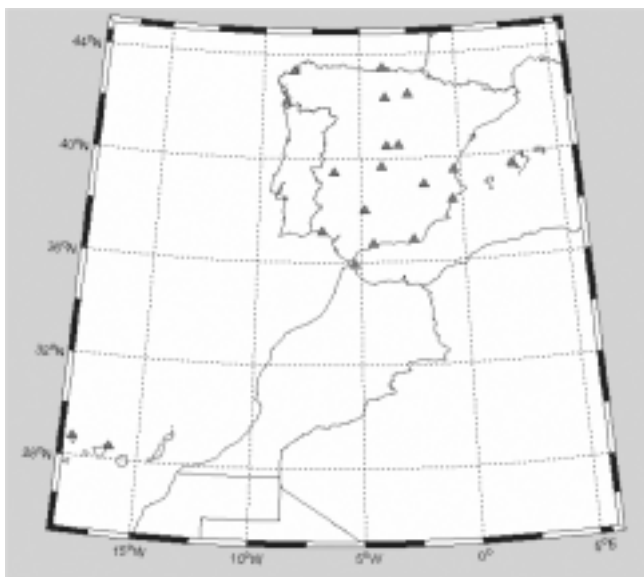


Figura 1. Estaciones de referencia IGN (ERGPS)

(ACOR). La estación de Alicante, situada en un punto clave para el datum nacional, dispone de registros continuos desde abril de 1998, mientras que la de La Coruña dispone de datos desde enero de 1999. Ambas están integradas en la red EUREF desde 1999.

Durante 1999 se instalaron tres más, ubicadas en el Observatorio Astronómico de Yebes (YEBE), en Guadalajara, en el Observatorio Geofísico de Almería (ALME) y en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica de la Universidad Politécnica de Valencia (VALE). En el año 2000 se colocaron otras tres en la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander (CANT), en el Observatorio Geofísico de Málaga (MALA) y en el Instituto Español de Oceanografía de Palma de Mallorca (MALL). Todas ellas, excepto la de Málaga, forman parte de la red de estaciones de EUREF.

En 2002 se instalaron en la Universidad de Extremadura (CACE), en Cáceres, también integrada en EUREF, en el Observatorio Sismológico de Sonseca (SONS), en Toledo, en el Observatorio Geofísico de Logroño, en La Rioja (RIO), en el Observatorio Astronómico Roque de los Muchachos en la isla de La Palma (LPAL), en la Autoridad Portuaria de Ceuta (CEUT), en el Instituto Español de Oceanografía de Vigo (VIGO), en la Universidad de Huelva (HUEL) y en el Observatorio Geofísico de Canarias, en Tenerife (TENE). El último receptor puesto en marcha está situado en la Universidad de Albacete (ALBA).

A estas estaciones hay que añadir las estaciones que el IGN tiene en su sede de Madrid, con un receptor de doble frecuencia en el punto Iberia IE09 y un segundo receptor monofrecuencia situado a 50 metros del anterior. Además, los receptores monofrecuencia ubicados en las dependencias regionales que el IGN tiene en Burgos (BURG),

Córdoba (CORD) y La Coruña (ACOR2). Próximamente ofrecerán datos en L1 y L2 las estaciones de Burgos, León, Zamora y Salamanca. En proyecto están las estaciones de Melilla, así como otras dedicadas a la geodinámica, como por ejemplo la de Tarifa.

Las estaciones IGN se integran en su mayoría dentro de proyectos europeos y mundiales, tales como ECGN (European Combined GPS Network), EPN (European Permanent Network) o IGS (International GPS Service). Se intenta siempre colocar las estaciones en lugares donde exista otra técnica, como mareógrafos, gravimetría absoluta, VLBI, etc.

2.2. Estaciones permanentes GPS integradas en Agencias Espaciales

Los tres centros o estaciones de tierra para seguimiento de satélites con propósitos científicos que existen en España están ubicados en Robledo de Chavela (Madrid), Villafranca del Castillo (Madrid) y Maspalomas (Gran Canaria). Estos centros pertenecen a la NASA (National Aeronautics and Space Administration), ESA (European Space Agency) e INTA (Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial) respectivamente.

En el complejo espacial de Robledo de Chavela se encuentra una de las tres estaciones mundiales de la Red de Espacio Profundo (Deep Space Network) de la NASA, perteneciente al JPL (Jet Propulsión Laboratory) de EEUU. Las otras dos se encuentran en Goldstone (EEUU) y Canberra (Australia), situadas en distintos continentes para conseguir un contacto permanente con los vehículos fuera de la órbita terrestre (misiones espaciales). En 1964 se instaló la primera antena paraboloïdal, que se estrenó en la misión Mariner 4 (1965), desde entonces son ya siete las antenas operativas. Cuenta con radiotelescopios para las observaciones de interferometría de muy larga base (VLBI), tanto de interés astronómico como de interés geodésico.

La estación de seguimiento de satélites de Villafranca del Castillo lleva a cabo servicios de Telemetría, Seguimiento y Comando (TT&C) para satélites de órbita baja de la Agencia Espacial Europea (ESA). Es el equivalente del centro de Robledo (NASA) pero de la ESA. Empezó a funcionar en 1975 y desde entonces ha participado en multitud de misiones, siendo el centro encargado del seguimiento y control de la fase de lanzamiento de la nave o satélite hasta que llega a su órbita. Este centro científico proporciona servicios de telecomunicaciones a satélites comerciales de órbita geoestacionaria para el mantenimiento de los mismos y como reserva para otros satélites si fuese necesario; además, actúa como centro de control en algunas misiones (ISO, IUE) y como estación de reserva (SOC) y referencia (LEOP) en otras misiones de la ESA.

La instalación de Maspalomas, en el municipio de San Bartolomé de Tirajana (isla de Gran Canaria), del INTA, realiza una intensa actividad de apoyo en un gran número de misiones espaciales internacionales, a través de operaciones de seguimiento, telemetría y telecomando (TT&C). Además, es responsable de las operaciones de recepción y retransmisión de mensajes de alerta procedentes de balizas de emergencia, dentro de la Misión COSPAS-SARSAT, cubriendo la zona geográfica asignada. De igual forma, se encarga de la recepción, archivo y transmisión de imágenes de satélites de observación de la Tierra (CREPAD) de la ESA, NOAA (EEUU) y NASDA (Japón), actúa como estación de control para la segunda generación de satélites Meteosat (MSG) y realiza operaciones de teledetección, adquisición, grabación, proceso y distribución de datos de observación de la Tierra de otras misiones (SEASTAR, LANDSAT, ERS, SPOT e IRS-P3).

En cada uno de estos tres centros se encuentra un receptor GPS, que forman parte de la red de estaciones permanentes de seguimiento del IGS (Servicio Internacional GPS). En Madrid se encuentran las estaciones de Robledo de Chavela, con códigos (MADR) y (MAD2), y la de Villafranca del Castillo (VILL), y en la isla de Gran Canaria la de Maspalomas (MASI).

2.3. Red CATNET: Instituto Cartográfico de Cataluña

Desde 1992, el Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC) ha desarrollado una red de diez estaciones permanentes GPS sobre territorio catalán, denominada CATNET, que será densificada hasta un total de catorce estaciones.

Las estaciones de la red CATNET se encuentran distribuidas por las cuatro provincias de la siguiente forma: tres en la provincia de Lérida, una en Avellanes (AVEL) y dos en el Pirineo, en Escornacrabes (ESCO) y en Llívia (LLIV); una en Gerona, en el Cabo de Creus (CREU), en Cadaqués; cinco distribuidas por la provincia de Barcelona, en Bellmunt de Segarra (BELL), Garraf (GARR), Montcada (MNTC), Planes (PLAN) y Sant Bartomeu del Grau (SBAR); y una en el Observatorio del Delta del Ebro (EBRE) en Roquetes (Tarragona). Todas ellas están integradas en IGS.

De las anteriores, BELL, CREU, ESCO y LLIV están integradas en EUREF.

Desde mayo de 2002 el ICC ha puesto en marcha un servidor de correcciones diferenciales en tiempo real a través de Internet, en colaboración con el BKG (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie), y el servicio CATNET-IP se ha incluido en el proyecto EUREF-IP, que cuenta con servidores de correcciones en distintos países europeos.

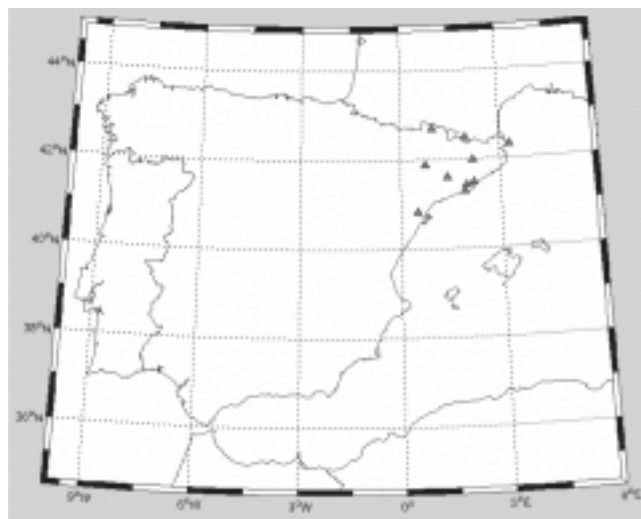


Figura 2. Estaciones de referencia ICC (CATNET)

2.4. Red GPS permanente del Real Instituto y Observatorio de la Armada

El Real Instituto y Observatorio de la Armada (ROA), además de Observatorio Astronómico y Geofísico, es un centro científico para la investigación en aquellos campos de la ciencia físico-matemática que se juzgan de interés para la Marina. Ubicado desde 1798 en la ciudad de San Fernando (Cádiz), durante sus más de dos siglos de funcionamiento se han ido ampliando a sus originales observaciones astronómicas, secciones para el cálculo de las efemérides y la publicación del Almanaque Náutico, el Curso de Estudios Superiores, el Depósito de Cronómetros e Instrumentos de la Marina, las observaciones meteorológicas, sísmicas y magnéticas y la determinación científica de la hora.

Respecto a las actividades vinculadas con el sistema de posicionamiento mundial, en 1989 se implementó una estación de seguimiento GPS en el Observatorio de San Fernando (SFER), que fue incluida en EUREF en la campaña de ese mismo año, y desde marzo de 1996 se integró en el Servicio Internacional GPS para la Geodinámica (IGS).

Posteriormente, este organismo ha diseñado y puesto en marcha una red permanente GPS para el estudio de la evolución geodinámica de la región Ibero-Marroquí, zona límite de la placa Euroasiática-Africana, que cubre el sur de la Península Ibérica, el Golfo de Cádiz, el Mar de Alborán y la zona noroeste del continente africano. Además de la estación de San Fernando, ha instalado otras estaciones permanentes en Cartagena (CART) (Murcia), Mahón (MAHO) en las islas Baleares (Menorca), en Melilla (MELI) y en el observatorio de la Cartuja de Granada (GRAN).

Los últimos receptores puestos en marcha han sido las estaciones GPS de la isla de Alborán y la de Ceuta.

2.5. Red de estaciones de referencia permanente GPS: Proyecto IBEREF-GPS

El proyecto IBEREF (IBERIA REFerencia GPS) consiste en el establecimiento de estaciones permanentes de referencia GPS en el territorio nacional, con el propósito de crear redes locales a partir de las cuales crear una red de orden superior para dar cobertura a la comunidad topográfica. Esta red GPS está promovida por la empresa Leica Geosystems en colaboración con el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, y ha sido desarrollada por Universidades y otras empresas topográficas que integran el proyecto.

Las Escuelas Universitarias que participan en el proyecto son la de Ingeniería Técnica Topográfica de la Universidad Politécnica de Madrid, encuadrada dentro del proyecto Mercator, que dispone de una estación permanente GPS (MERC) y próximamente ofrecerá datos de un segundo receptor ya instalado; otra estación se encuentra en la Escuela Politécnica Superior de Edificación de la Universidad Politécnica de Barcelona, montada en colaboración con la empresa INSTOP; otra antena se encuentra al norte de Badajoz, en el edificio *Valle del Jerte* de la Escuela de Ingenierías Agrarias de la Universidad de Extremadura, y otra en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Geodésica, Cartográfica y Topográfica de la Universidad de Jaén.

En cuanto a las estaciones de referencia GPS gestionadas por empresas privadas, Leica Geosystems tiene una en la cubierta de sus oficinas de Madrid, donde se encuentra el ordenador central que gestiona los datos. Al norte de Madrid, en la localidad de Moralzarzal, la empresa ALCOR Topógrafos tiene instalado otro receptor, y al oeste, en Villaviciosa de Odón, la empresa La Técnica tiene otra estación permanente GPS. Hace algún tiempo la empresa ORSENOR tenía una estación en la localidad madrileña de Camarma de Esteruelas, que en estos momentos se ha dado de baja en este proyecto. Otras estaciones se ubican en La Coruña, gestionada por la empresa Lógica, en Badajoz,

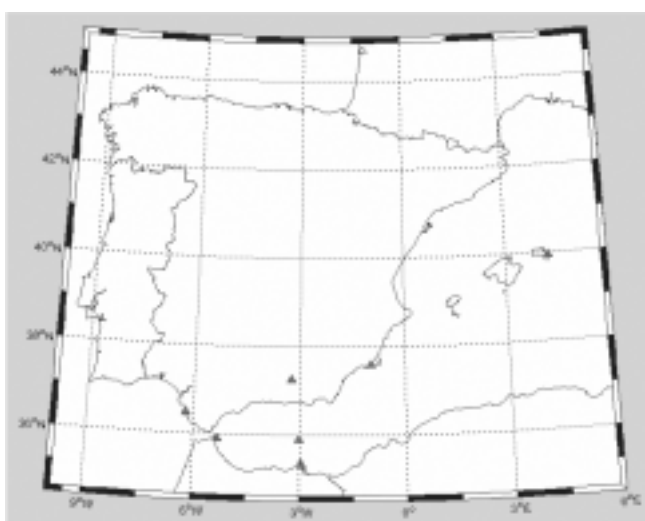


Figura 3. Estaciones GPS ROA

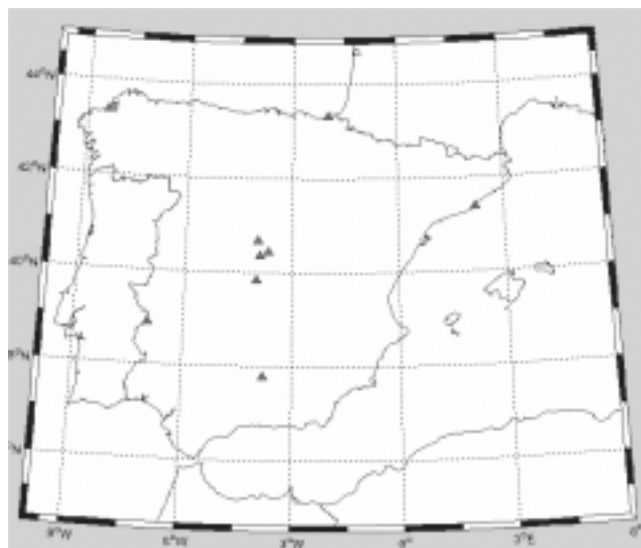


Figura 4. Estaciones IBEREF-GPS

por la empresa ATICSA, y se instalará otra en el municipio de Olías del Rey (Toledo), gestionada por la empresa ACRE.

La microrred IBEREF-GPS Madrid estará formada por las estaciones de la Escuela de Ingeniería Técnica Topográfica de Madrid, la estación de las oficinas de Leica Geosystems, los receptores de Moralzarzal y Villaviciosa de Odón y la futura estación de Olías del Rey en Toledo.

Está en marcha la creación de una microrred local en el País Vasco y Navarra, con la instalación de tres estaciones, una en la Universidad de Vitoria, otra en la Universidad de Pamplona y otra en Bilbao (posiblemente gestionada por una empresa constructora); estaciones de referencia que se integrarán con la que ya está funcionando en el Palacio de la Diputación Foral de Guipúzcoa (Donostia – San Sebastián).

2.6. Otras Instituciones

Se engloban en este apartado las estaciones permanentes GPS de organismos que no están integradas en ninguna de los sistemas o redes anteriores, cuya finalidad tiene un servicio local enmarcado dentro de su territorio.

2.6.1. Sistema GPS para Información Agraria: Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía

La Junta de Andalucía, a través de su Consejería de Agricultura y Pesca, ha establecido un sistema de nueve estaciones diferenciales GPS, cuyo propósito es facilitar la medición de superficies agrarias para el control de la PAC (Política Agraria Comunitaria).

Para dar cobertura a todo el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía se ha instalado una estación GPS por cada una de las

Delegaciones Provinciales de Almería, Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla. Además, existe otra en los Servicios Centrales de Sevilla.

2.6.2. Red Andaluza de Posicionamiento (RAP): Instituto de Cartografía de Andalucía

La Comunidad Autónoma de Andalucía acaba de iniciar el concurso para contratar la instalación de una red de estaciones GPS permanentes distribuidas por todo su territorio, y controladas mediante un único centro, que permitan la prestación de un servicio de corrección diferencial en tiempo real y en postproceso.

Dada la extensión del territorio andaluz, se supone que se necesitarán entre 20 y 35 estaciones para tener una distribución acorde con una distancia media entre ellas de 50 ó 70 km. Los emplazamientos previstos se localizan en las ciudades de Almería, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla, y en los municipios de Alosno, Aracena, Alanís, Pozo Blanco, Bailén, Villanueva del Arzobispo, Lebrija, Osuna, Lucena, Benamaurel, Albox, Nerja, Ronda, San Fernando y Los Barrios.

2.6.3. Estación GPS-Base de La Rioja: Gobierno de la Rioja

La Dirección General de Política Territorial del Gobierno de la Rioja dispone de un receptor monofrecuencia (12 canales) situado en el edificio SOS *Rioja* de Logroño. Esta base GPS para corrección diferencial es de acceso público, ofreciendo datos en formatos SSF (Trimble) y RNX (Rinex), con secuencia temporal de 1 segundo.

2.6.4. Estación GPS-Base de Valladolid: Consejería de Agricultura y Ganadería de la Junta de Castilla y León

La Consejería de Agricultura y Ganadería, a través del Instituto Tecnológico Agrario, de la Junta de Castilla y León dispone, desde 1999, de un receptor monofrecuencia de 12 canales ubicado en el edificio de la Dirección General de Desarrollo Rural, próximo a la ciudad de Valladolid. Esta estación GPS es mantenida por el Servicio de Planificación e Información Geográfica de esta Dirección General y ofrece datos, recogidos cada 5 segundos del mes actual y de los tres anteriores, en ficheros con formato SSF y RNX.

2.6.5. Antena GPS de Murcia: Consejería de Medio Ambiente de Murcia

La Comunidad Autónoma de Murcia, a través de su Consejería de Medio Ambiente y dentro de los servicios de Sistemas de Información Geográfica y Ambiental (SIGA), dispone de un receptor monofrecuencia (12 canales) en un edificio que la Consejería tiene en la ciudad de Murcia. Esta antena base GPS tiene como finalidad realizar levantamientos de información geográfica para la planificación y gestión

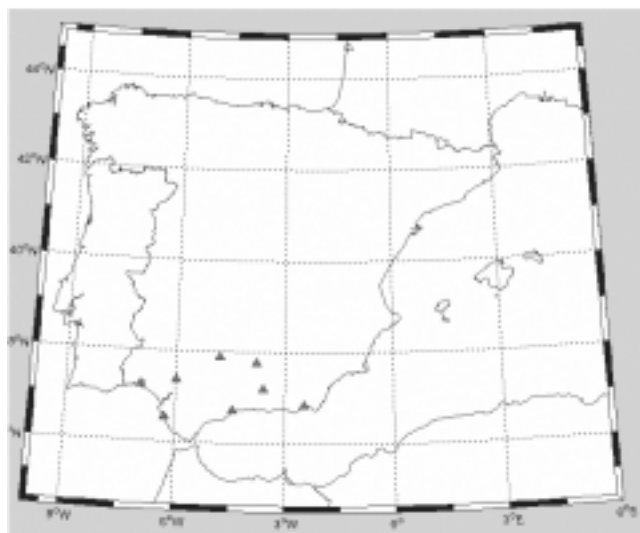


Figura 5. Estaciones de referencia Junta de Andalucía

del medio natural. Además, ofrece un servicio público de datos, disponibles en ficheros con formato SSF y RNX.

2.6.6. Base Comunitaria de Referencia de Lugo: Escuela Politécnica Superior de Lugo

En la Escuela Politécnica Superior (EPS) de Lugo se instaló el primer receptor monofrecuencia GPS de Galicia y se preparó una página web para descargar sus datos, siendo sustituido más adelante por un receptor bifrecuencia. En estos momentos esta estación se encuentra desactivada por avería y por falta de medios para su mantenimiento.

2.6.7. Estación de Referencia GPS de Santiago de Compostela

En el Ayuntamiento de Santiago de Compostela (La Coruña) está instalado un receptor bifrecuencia GPS como estación de referencia fija, gestionado por la empresa Cartogalicia, y que ofrece observables GPS simultáneamente con el envío de correcciones en tiempo real.

2.7. Red Española DGPS para la Navegación Marítima: Puertos del Estado

El Departamento Técnico de Señales Marítimas del Ente Público Puertos del Estado ha realizado un plan de cobertura radioeléctrica para establecer una Red Nacional DGPS (Differential Global Positioning System). Las Autoridades Portuarias y Puertos del Estado, como responsables de las ayudas a la navegación marítima en España, han implantado una red de estaciones transmisoras de correcciones diferenciales DGPS-Marítimo, cumpliendo los requisitos de la Organización Marítima Internacional (OMI).

Este servicio DGPS facilita una mayor precisión para la navegación en cualquier condición atmosférica, completando las técnicas actuales de

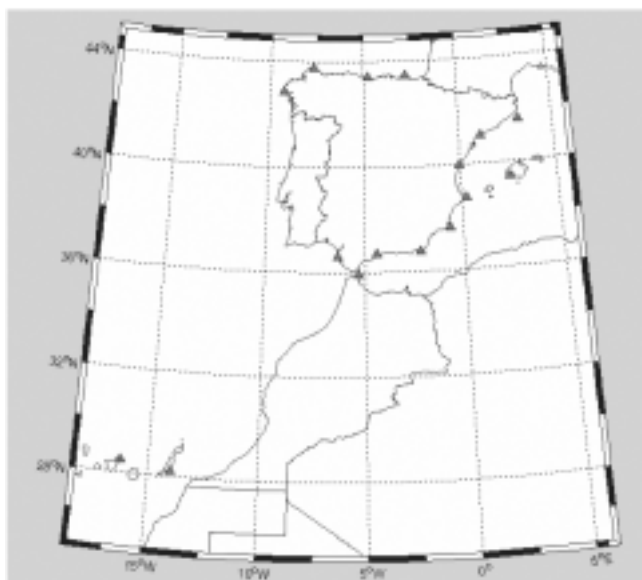


Figura 6. A la izquierda, estaciones DGPS Puertos del Estado. A la derecha agencias espaciales: INTA (amarillo), ESA (rojo), NASA (verde), y otras AAPP (azul)

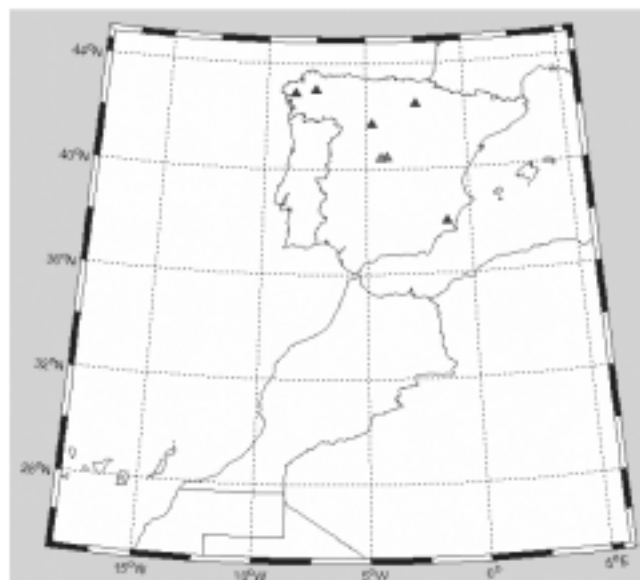


Figura 7. Estaciones de referencia GPS en España

radionavegación con radiofaros convencionales y mejorando la precisión obtenida por los radares embarcados. El área de cobertura de este servicio incluye una franja de aproximadamente 100 km, paralela a todo el litoral peninsular e insular.

Los receptores GPS se han instalado en los diecisiete radiofaros existentes en el vigente Plan de Señales Marítimas. En la cornisa cantábrica se localizan tres: uno en Cabo Machichaco, otro en Bermeo (Vizcaya), otro en Llanes (Asturias) y el tercero en Estaca de Bares (La Coruña). En la zona atlántica hay otros dos: el de Finisterre (La Coruña) y el de Rota (Cádiz). Otros siete en el litoral peninsular mediterráneo: en Málaga, en Cabo de Gata (Almería), en Cabo de Palos (Murcia), en el Cabo de la Nao (Alicante), en Castellón, en Salou (Tarragona) y en el Cabo San Sebastián (Gerona). Dos en las islas Baleares: uno en Cala Figuera (Mallorca) y otro en Mahón (Menorca) y otros dos en las islas Canarias: uno en Tenerife y otro en La Entallada (Fuerteventura).

2.8. Estaciones GPS integradas en redes internacionales: IGS y EUREF

Las estaciones de referencia GPS integradas en la red global que el IGS (International GPS Service for Geodynamics - Servicio Internacional GPS para la Geodinámica) actualmente tiene en España son las siguientes. LPAL, situada en el Observatorio Astronómico de Roque de los Muchachos del Instituto Astrofísico de Canarias, en la isla canaria de La Palma, y YEBE, localizada en el Observatorio Astronómico de Yebe (Guadalajara), cuyo organismo responsable es el Instituto Geográfico

Nacional; las tres estaciones ubicadas en las instalaciones de las Agencias Espaciales: MASI (INTA), situada en Maspalomas (Gran Canaria), VILL (ESA), en la localidad madrileña de Villafranca del Castillo, y MADR - MAD2 (NASA), estaciones localizadas en Robledo de Chavela (Madrid); la estación situada en el Observatorio Delta del Ebro de Roquetes (Tortosa), EBRE, en Tarragona, cuyo organismo responsable es el Instituto Cartográfico de Cataluña; y la estación SFER, situada en el Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando (Cádiz).

Las estaciones españolas integradas en la red EUREF (European Reference Frame o Marco de Referencia Europeo) son las siguientes: ACOR (La Coruña), ALAC (Alicante), ALME (Almería), CACE (Cáceres), CANT (Cantabria), MALL (Mallorca), VALE (Valencia) y YEBE (Yebe, Guadalajara) de la Red Nacional de Estaciones de Referencia GPS (ERGPS) del Instituto Geográfico Nacional. Las estaciones de BELL (Bellmunt de Segarra, Barcelona), CREU (Cabo de Creus, Gerona), ESCO (Escornacrabes, Lérida) y LLIV (Llivia, Lérida) de la red CATNET del Instituto Cartográfico de Cataluña. Y por último, la estación de SFER (San Fernando, Cádiz) de la ROA.

Como se puede observar, las estaciones de Yebe y San Fernando están integradas tanto en la red global de IGS como en EUREF. Yebe tiene la particularidad de ser *Core Station* dentro del proceso que realiza el Instituto Geográfico Nacional como centro de análisis de EUREF, dado que tiene un máser de hidrógeno que proporciona una estabilidad atómica para el tiempo y cuyas medidas se complementan con las VLBI del radiotelescopio de 14 m.

| ESTACIONES DE REFERENCIA PERMANENTES GPS | | | |
|--|---|--------------|-----------|
| Nº | Localización (población) | Provincia | Organismo |
| 1 | Museografía del Puerto de La Coruña | La Coruña | IGN |
| 2 | Universidad de Almería | Almería | IGN |
| 3 | Museografía del Puerto de Alicante | Alicante | IGN |
| 4 | Observatorio Geofísico de Almería | Almería | IGN |
| 5 | Universidad de Extremadura | Cáceres | IGN |
| 6 | ITEXCCP (Universidad de Cantabria) | Cantabria | IGN |
| 7 | Asociación Portuaria de Cádiz | Cádiz | IGN |
| 8 | Universidad de Huelva | Huelva | IGN |
| 9 | Instituto Asturleonés de Ciencias | La Palma | IGN |
| 10 | Observatorio Geofísico de Málaga | Málaga | IGN |
| 11 | Instituto Español de Oceanografía de Mallorca | Mallorca | IGN |
| 12 | Observatorio Geofísico de Logroño | Logroño | IGN |
| 13 | Observatorio Hidrográfico de Sotomayor | Toledo | IGN |
| 14 | Observatorio Geofísico de Canarias | Tenerife | IGN |
| 15 | ITEXCT (Universidad Politécnica de Valencia) | Valencia | IGN |
| 16 | Instituto Español de Oceanografía de Vigo | Porriño | IGN |
| 17 | Observatorio Astronómico de Yebes | Guadalajara | IGN |
| 18 | Red central IGN (Estación IBERIA-IGN) | Madrid | IGN |
| 19 | Red central IGN (Estación de Madrid) | Madrid | IGN |
| 20 | Deposiciones regionales IGN (L1) | Burgos | IGN |
| 21 | Deposiciones regionales IGN (L1) | Córdoba | IGN |
| 22 | Deposiciones regionales IGN (L1) | La Coruña | IGN |
| 23 | Málaga | Gran Canaria | INTA |
| 24 | Villaverde del Castillo | Madrid | ISA |
| 25 | Balduino de Churreta | Madrid | NASA |
| 26 | Balduino de Churreta 2 (código 07-211) | Madrid | NASA |
| 27 | Arbilano | Lleida | ICC |
| 28 | Bellver de Segura | Balears | ICC |
| 29 | Cabo de Corso (Cadagüer) | Girona | ICC |
| 30 | Observatorio Delta del Ebro (Burgos) | Burgos | ICC |
| 31 | Encarnación | Lleida | ICC |
| 32 | Gençol | Balears | ICC |
| 33 | Illesol | Lleida | ICC |
| 34 | Montcada | Balears | ICC |
| 35 | Planas | Balears | ICC |
| 36 | Sant Bartomeu del Grau | Balears | ICC |
| 37 | Riad Llanudo y Observatorio de la Armada (San Fernando) | Cádiz | IGNA |
| 38 | Carligos | Menorca | IGNA |
| 39 | Mahón | Menorca | IGNA |
| 40 | Mallorca | Mallorca | IGNA |
| 41 | Observatorio de la Cumbre (Granada) | Granada | IGNA |
| 42 | Universidad Politécnica de Madrid (I.I.T.T. Topografía) | Madrid | IBERF |

| ESTACIONES DE REFERENCIA PERMANENTES GPS | | | |
|--|--|-------------|---------------------------|
| Nº | Localización (población) | Provincia | Organismo |
| 43 | Univ. Politécnica de Barcelona (E.P.S. Edificació i Integr.) | Barcelona | IBERF |
| 44 | Universidad de Extremadura (C.I. Agrotéc) | Badajoz | IBERF |
| 45 | Universidad de Jula (I.T.T. Topografía) | Jula | IBERF |
| 46 | Deposición Forestal de Ouztreros (Donostia-San Sebastián) | Guipúzcoa | IBERF |
| 47 | Lata Geosystems (Madrid) | Madrid | IBERF |
| 48 | Alcat Topografía (Madrid) | Madrid | IBERF |
| 49 | La Técnica (Villaverde de Godo) | Madrid | IBERF |
| 50 | Logros (La Coruña) | La Coruña | IBERF |
| 51 | Alicia (Badajoz) | Badajoz | IBERF |
| 52 | Aura (Cabo del Rey) | Jula | IBERF |
| 53 | Consorcio de Agricultura y Pesca, Del. Prov. Almería | Almería | Fuente de Andalucía |
| 54 | Consorcio de Agricultura y Pesca, Del. Prov. Cádiz | Cádiz | Fuente de Andalucía |
| 55 | Consorcio de Agricultura y Pesca, Del. Prov. Córdoba | Córdoba | Fuente de Andalucía |
| 56 | Consorcio de Agricultura y Pesca, Del. Prov. Granada | Granada | Fuente de Andalucía |
| 57 | Consorcio de Agricultura y Pesca, Del. Prov. Huelva | Huelva | Fuente de Andalucía |
| 58 | Consorcio de Agricultura y Pesca, Del. Prov. Jula | Jula | Fuente de Andalucía |
| 59 | Consorcio de Agricultura y Pesca, Del. Prov. Málaga | Málaga | Fuente de Andalucía |
| 60 | Consorcio de Agricultura y Pesca, Del. Prov. Sevilla | Sevilla | Fuente de Andalucía |
| 61 | Consorcio de Agricultura y Pesca, Suro. Central Sevilla | Sevilla | Fuente de Andalucía |
| 62 | Colección de la Fleja (Bilbao "SIS Fleja") | Logroño | Colección La Fleja |
| 63 | Junta de Castilla y León | Valladolid | Fuente de Castilla y León |
| 64 | Consorcio de Medio Ambiente de Murcia | Murcia | I. A. De Murcia |
| 65 | Escuela Politécnica Superior de Logro | Logro | Universidad |
| 66 | Ayuntamiento de Santiago de Compostela | La Coruña | Empresa privada |
| 67 | Cabo Machichaco (Balears) | Vizcaya | Puerto del Estado |
| 68 | Lleida | Aragón | Puerto del Estado |
| 69 | Estaca de Bares (Punta de Bares) | La Coruña | Puerto del Estado |
| 70 | Palastra (Finestrat) | La Coruña | Puerto del Estado |
| 71 | Tenerife | Tenerife | Puerto del Estado |
| 72 | La Dársíada | Puerto Rico | Puerto del Estado |
| 73 | Rara | Cádiz | Puerto del Estado |
| 74 | Cádiz | Cádiz | Puerto del Estado |
| 75 | Málaga | Málaga | Puerto del Estado |
| 76 | Cabo de Gata | Almería | Puerto del Estado |
| 77 | Cabo de Palos | Murcia | Puerto del Estado |
| 78 | Cabo de la Nao | Almería | Puerto del Estado |
| 79 | Cadixón | Cádiz | Puerto del Estado |
| 80 | Salés | Burgos | Puerto del Estado |
| 81 | Cabo San Sebastián | Girona | Puerto del Estado |
| 82 | Cala Figuera | Mallorca | Puerto del Estado |
| 83 | Mahón | Menorca | Puerto del Estado |

Tabla 1. Relación de estaciones GPS en territorio español

3. TABLAS Y GRAFICOS

4. CONCLUSIONES

La disponibilidad de los observables GPS que ofrecen las estaciones de referencia permanentes presta un gran servicio a una amplia gama de estudios científicos y aplicaciones de ingeniería, así como para la realización de proyectos o trabajos geodésicos y topográficos. Sería agradecer por todos los usuarios un acceso fácil y directo a estos datos, pero, como ya se sabe, en este país, donde la información se guarda en los cajones en lugar de compartirla o hacerla pública, ha sido difícil establecer una completa catalogación de todas los receptores permanentes GPS en funcionamiento, estando convencidos de que existirán otras estaciones aquí no descritas.

Por tanto, tras la búsqueda y localización de estas estaciones, se han localizado un total de al menos ochenta y tres antenas funcionando en la actualidad en España, a las que habría que añadir las veintidós futuras estaciones previstas para la Red Andaluza de Posicionamiento, además de las que está ampliando el propio Instituto Geográfico Nacional, lo que daría lugar a más de un centenar de estaciones funcionando y emitiendo datos GPS de forma permanente en territorio español (tabla 1).

Otra cuestión es la distribución de estas estaciones permanentes GPS por todas las ciudades españolas, resaltando los ocho receptores de Madrid, frente a otras ciudades que no cuentan con ninguna. Estas estaciones están distribuidas por provincias y comunidades autónomas, como se puede apreciar en la tabla 2.

| Provincia | Nº estaciones GPS | Comunidad Autónoma | Nº estaciones GPS |
|---------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| A Coruña | 6 | Galicia | 8 |
| Lugo | 1 | | |
| Orense | 0 | | |
| Pontevedra | 1 | | |
| Asturias | 1 | Asturias | 1 |
| Cantabria | 1 | Cantabria | 1 |
| Álava | 0 | País Vasco | 2 |
| Guipúzcoa | 1 | | |
| Vizcaya | 1 | | |
| Navarra | 0 | Navarra | 0 |
| La Rioja | 2 | La Rioja | 2 |
| Huesca | 0 | Aragón | 0 |
| Teruel | 0 | | |
| Zaragoza | 0 | | |
| Barcelona | 5 | Cataluña | 12 |
| Girona | 2 | | |
| Lleida | 3 | | |
| Tarragona | 2 | | |
| Ávila | 0 | Castilla y León | 2 |
| Burgos | 1 | | |
| León | 0 | | |
| Palencia | 0 | | |
| Salamanca | 0 | | |
| Segovia | 0 | | |
| Soria | 0 | | |
| Valladolid | 1 | | |
| Zamora | 0 | | |
| Madrid | 8 | | |
| Albacete | 1 | Castilla La Mancha | 4 |
| Ciudad Real | 0 | | |
| Cuenca | 0 | | |
| Guadalajara | 1 | | |
| Toledo | 2 | | |
| Alicante | 1 | C. Valenciana | 3 |
| Castellón | 1 | | |
| Valencia | 1 | Extremadura | 3 |
| Cáceres | 1 | | |
| Badajoz | 2 | | |
| Almería | 3 | Andalucía | 19 |
| Cádiz | 3 | | |
| Córdoba | 2 | | |
| Granada | 2 | | |
| Huelva | 2 | | |
| Jaén | 2 | | |
| Málaga | 3 | | |
| Sevilla | 2 | | |
| Murcia | 3 | Murcia | 3 |
| Ceuta | 2 | Ceuta | 2 |
| Melilla | 1 | Melilla | 1 |
| Ibiza | 0 | I. Baleares | 4 |
| Mallorca | 2 | | |
| Menorca | 2 | | |
| Fuerteventura | 1 | I. Canarias | 5 |
| Gomera | 0 | | |
| Gran Canaria | 1 | | |
| Hierro | 0 | | |
| Lanzarote | 0 | | |
| La Palma | 1 | | |
| Tenerife | 2 | | |

Tabla 2. Estaciones GPS por provincias

5. REFERENCIAS

- Berné, J. L., Priego, E. (2004): *Estaciones de referencia permanentes GPS en España*. Revista Mapping.
- López, M., Barreira, A., Celada, J., Peñafiel, J., Zayas, J., Jiménez, N. (2000): *Observación GPS de la red geodésica de Santiago de Compostela*. Revista Mapping.
- Martín, J., Gárate J., Berrocos M.: *The San Fernando Observatory permanent GPS network covering south Spain – north Africa region*.
- Quirós, R., Fraile J., Barbadillo, A., Regidor, J.: *El proyecto SERDAG, 3ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Valencia 2002.
- Quirós, R., Sánchez, J., Valdés, M., González-Matesanz, J. Cano, M., Prieto, J.: *Estado y desarrollo de la red de estaciones de referencia GPS de España y del proyecto RECORD, 3ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Valencia 2002.
- Quirós, R., Sánchez, J., Valdés, M., Fraile, J.: *Procesamiento de la red de estaciones permanentes del IGN, 3ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Valencia 2002.
- Quiros, R.: *Estado actual de redes GPS permanentes del IGN*. Informe interno.
- Ramírez, I., Albaladejo, M. V., Linares, J. L., García, R. M.: *El sistema de posicionamiento global en la gestión del medio natural. Servicio público de acceso a antena base de GPS en Murcia*.
- Rebollo, J. F.: *Sistemas de navegación por satélite: la red española DGPS para la navegación marítima*.
- Sánchez, F., Torrecillas, C. (2004): *Diseño de la red andaluza de posicionamiento*. Revista Mapping.
- Sánchez, J. A., Cano, M. A., Prieto, J. F., Quirós, R., Valdés, M. (2001): *Red Nacional de Estaciones de Referencia GPS (ERGPS)*. Revista Topografía y Cartografía. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía.
- Talaya, J.: *El sistema DGPS RASANT en Cataluña*.
- Talaya, J.: *Red de estaciones GPS para el posicionamiento diferencial en tiempo real*. ■

Desarrollo de un Sistema de Referencia Vertical continuo: Retos y oportunidades

Ahmed El-Rabbany

RYERSON UNIVERSITY (ONTARIO, CANADÁ)

Resumen

Tradicionalmente, las mediciones topográficas y batimétricas se han recogido independientemente para atender finalidades distintas. Asimismo, los datos de altitud y profundidad se han referido a datum verticales distintos, lo que ha creado una cierta inconsistencia a través de la interfase tierra-mar. Con el creciente número de aplicaciones costeras, tales como la gestión de la zona costera o la delimitación de la zona marítima, es necesario establecer una superficie de referencia vertical continua y "sin costuras". También es necesaria la existencia de una superficie de referencia de esta índole para el desarrollo de un sistema de información ECDIS, del que se espera un significativo impacto económico y en la seguridad en la navegación. Sin embargo, y desafortunadamente, no es una tarea fácil establecer las relaciones entre los diversos datum verticales y obtener como resultado una superficie de referencia vertical continua y "sin costuras". Esto se debe, sobre todo, a las distorsiones entre los datum, así como a las discrepancias en las subsecuentes técnicas de medición.

Para resolver este tema se creó el grupo de trabajo 4.2 de la FIG, denominado Marco de Referencia Vertical. Este artículo sumaria las actividades y los descubrimientos de dicho grupo de trabajo.

Abstract

Traditionally, bathymetric and topographic measurements have been collected independently to serve different purposes. As well, depth and height data were referred to different vertical datum, which created inconsistency across the land-sea interface. With the growing number of coastal applications, such as coastal zone management and marine boundary delimitation, it is necessary that a seamless vertical reference surface be established. The availability of such a reference surface is also necessary for the development of the three-dimensional ECDIS, which is expected to have significant economic and safety impacts. Unfortunately, however, establishing the relationships between the various vertical datum, and consequently the seamless vertical reference surface, is not an easy task. This is mainly due to the inconsistent datum distortion as well as the discrepancies in the subsequent measuring techniques.

To tackle this subject, the FIG Working Group 4.2 (WG 4.2), Vertical Reference Frame, was established. This paper summarizes the activities and findings of the Working Group.

I. ANTECEDENTES

En el pasado, las mediciones topográficas y batimétricas se han recogido independientemente para atender a finalidades distintas. Asimismo, los datos de altitud y profundidad se han referido a datum verticales distintos, lo que ha creado una cierta inconsistencia a través de la interfase tierra-mar. Con el creciente número de aplicaciones costeras, tales como la gestión de la zona costera o la delimitación de la zona marítima, es necesario establecer una superficie de referencia vertical continua y "sin costuras". Una superficie de referencia continua y "sin costuras", como su propio nombre indica, significa una superficie continua e invariable a lo largo del tiempo.

A partir de mediados de los 80 se han establecidos diversos grupos de trabajo de la IAG y de la FIG para resolver el problema de establecer un datum vertical continuo y "sin costuras" (Wells y alumnos, 1996). Mas recientemente, en el XXII Congreso Internacional de la FIG, que se celebró en Washington D.C., E.E.U.U., se estableció el nuevo grupo de trabajo 4.2. denominado *Marco de Referencia Vertical*. Este grupo de trabajo atiende muy diversos temas, entre los que se incluyen los siguientes:

- Desarrollar y promocionar la realización y establecimiento de un marco de referencia vertical.
- Examinar las demandas de un marco de referencia vertical continuo y "sin costuras", para su uso en hidrografía, navegación marítima y gestión de los recursos costeros.

- Efectuar un inventario de las superficies de referencia vertical empleadas en diversos países de la comunidad internacional.
- Hacer algunas recomendaciones para el establecimiento de un datum de referencia vertical continuo y "sin costuras".

2. ¿EN QUÉ CONSISTE UN DATUM CONTINUO Y "SIN COSTURAS"?

El hecho de que la superficie topográfica de la Tierra sea altamente irregular hace que sea difícil efectuar los cálculos geodésicos. Para superar este problema los geodestas han adoptado una superficie de referencia suavizada matemáticamente, que se aproxime a la forma irregular de la superficie terrestre (más exactamente, que se aproxime al geoide, la superficie equipotencial del campo gravitatorio terrestre que mejor se aproxima al nivel medio del mar, en una base global). Para el posicionamiento de alta precisión, como el posicionamiento mediante GPS, se encontró que la mejor superficie matemática que se aproxime a la superficie terrestre y que a la vez mantenga los cálculos lo más sencillos posible, es el elipsoide biaxial (Vanicek y Krakiwsky, 1986). Este elipsoide biaxial de referencia, sencillamente elipsoide de referencia, se obtiene girando una elipse alrededor de su eje menor (ver figura 1).

Se conoce como datum geodésico (u horizontal) a un elipsoide de referencia posicionado adecuadamente (Vanicek y Krakiwsky, 1986). En otras palabras, un datum geodésico es una superficie matemática, o un elipsoide de referencia, con una orientación y un origen (centro) bien definidos. Así pues, un datum geodésico queda unívocamente determinado mediante la especificación de 8 parámetros: dos parámetros para definir la dimensión del elipsoide de referencia, tres parámetros para definir la posición del origen con respecto al centro de la Tierra y tres parámetros para definir la orientación de los tres ejes con respecto a los ejes de la Tierra.

En el pasado, los datum horizontales no eran geocéntricos y se seleccionaban de modo que tuvieran el mejor ajuste con el geoide en determinadas regiones del planeta. Estos datum se conocían comúnmente como "datum locales". Existen más de 150 datum locales empleados en diferentes países del mundo (El-Rabanny, 2002). Con el advenimiento de

los sistemas de posicionamiento espacial geodésico como el GPS, es posible, en la actualidad, determinar datum geocéntricos mundiales tridimensionales.

Además de datum geodésico, el datum vertical también se usa en la práctica como una superficie de referencia, con respecto a la cual se refieren las altitudes o profundidades de los puntos. El datum vertical se selecciona a menudo como geoide para aplicaciones topográficas y también como datum de las cartas náuticas en aplicaciones hidrográficas. De ahí que las altitudes que aparecen sobre los mapas topográficos estén a menudo referenciadas con respecto al geoide, en tanto que las profundidades representadas en una carta náutica estén referenciadas con respecto al datum de las cartas náuticas. Como resultado de la no disponibilidad de una información de precisión de las profundidades, además de otros factores, los datum de las cartas náuticas tradicionalmente se han elegido para representar el sistema de referencia vertical en un caso próximo al peor posible (Wells et al., 1996)

Los datum de las cartas náuticas son superficies específicas de cada lugar y que, por tanto, varían de una posición a otra, dado que se establecen en base a las mediciones del nivel del agua en posiciones discretas (Wells et al., 1996). Además, por el momento, los datum de las cartas náuticas se definen de forma distinta en las diversas oficinas hidrográficas. Los datum de las cartas náuticas no son, como tal, una superficie de referencia continua y "sin costuras" (como ya se dijo una superficie de referencia continua y "sin costuras" significa que la superficie es continua e inmutable en el tiempo). Por otro lado, el geoide es considerado como una superficie de referencia continua y "sin costuras" que puede emplearse en todo el mundo.

Sin embargo, y desafortunadamente, la precisión actual del geoide varía de una posición a otra, siendo la precisión peor en zonas montañosas y en los océanos abiertos. Además, tanto los datum de las cartas náuticas como las diferentes, y mejoradas, versiones del geoide varían a lo largo del tiempo, lo que crea un problema de mantenimiento en el enorme volumen de datos esperado. En consecuencia, el elipsoide de referencia es la superficie de referencia más sencilla que cumple todos los requisitos para ser una superficie de referencia continua y "sin costuras" (Wells et al., 1996). Además de su capacidad de ser una superficie de referencia mundial, el elipsoide de referencia tiene un conjunto de ventajas adicionales, incluida su compatibilidad con el RTK GNSS y su consistencia a través de la interfase mar-tierra.

3. LA NECESIDAD DE UNA SUPERFICIE DE REFERENCIA CONTINUA Y "SIN COSTURAS"

El desarrollo de un datum continuo y "sin costuras" beneficiaría a múltiples aplicaciones, tales como la gestión de la zona costera o la delimitación de la zona marítima. También es necesaria la disponibilidad de una superficie de referencia de esta índole para el desarrollo de un sistema de información tridimensional de la nueva generación ECDIS, del que se espera un significativo impacto económico, y en la seguridad en la nave-

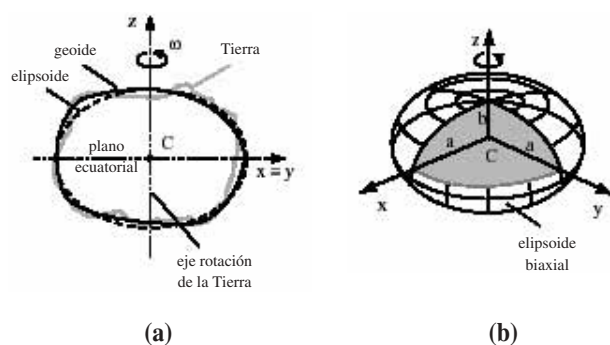


Figura 1. (a) Relación entre la superficie física de la Tierra, el geoide y el elipsoide. (b) parámetros elipsoidales

gación. A continuación se da un resumen de las aplicaciones primarias que se beneficiarían del desarrollo de un datum continuo y "sin costuras".

3.1. Gestión de la zona costera

Ya se sabe que las zonas costeras cambian dinámicamente como resultado de las variaciones medioambientales, del crecimiento urbano y de otros factores. Es importante para muchas aplicaciones monitorizar estos cambios dinámicos, incluidas la gestión de recursos costeros, el control y seguimiento de la erosión y del crecimiento de los sedimentos, el control de las inundaciones y la respuesta frente a emergencias.

Como Wilson y Gesch (2002) han señalado, la monitorización de la zona costera precisa de la disponibilidad de datos topográficos y batimétricos recientes y que estén referidos a un datum continuo y "sin costuras". Los datos obtenidos con las modernas tecnologías de los sensores remotos, tales como InSAR y LiDAR, podrían de esta forma integrarse con los datos topográficos y batimétricos existentes para ayudar a superar algunas inconsistencias y algunos problemas de precisión (figura 2).

3.2. Delimitación de los límites de la zona marítima

Bajo la Legislación del Mar de la Convención de las Naciones Unidas (UNCLOS), un estado costero tiene varios límites externos normalizados, que se miden desde la línea base territorial marítima hacia el mar. Esta línea de base separa las aguas interiores del estado y el mar territorial e incluye la línea de bajamar de la costa, tal y como se muestra en las cartas náuticas a gran escala oficialmente reconocidas por el estado, o bien los segmentos rectilíneos que unen los puntos de bajamar (IHO, 1993). Los límites normalizados definen las líneas límite de las zonas marítimas específicas, y que son: el mar territorial, la Zona Contigua, la Zona Económica Exclusiva y, en algunos casos, la Plataforma Continental (figura 3).

Un estado costero tiene derechos de soberanía sobre los recursos del lecho marino en estas zonas, siempre y cuando se tengan en cuenta las reclamaciones de los estados adyacentes o frontales limítrofes. Claramente, y a menos que se considere el datum y los factores de incertidumbre, sería de esperar la determinación imprecisa de los límites externos marítimos de un estado, lo que a su vez conduciría a serios problemas económicos y de soberanía. Y podrán surgir problemas técnicos, a menos que los estados colindantes adopten el mismo datum geodésico (que deseablemente sea continuo y "sin costuras" a ser posible), así como el mismo sistema de líneas de base para definir la línea de equidistancia, es decir la línea de bajamar, o el sistema de segmentos rectilíneos (Kapoor y Kerr, 1986).

3.3. La próxima generación: los ECDIS tridimensionales

La precisión de la información de las profundidades es un componente clave para la seguridad de la navegación marítima. Actualmente, y como

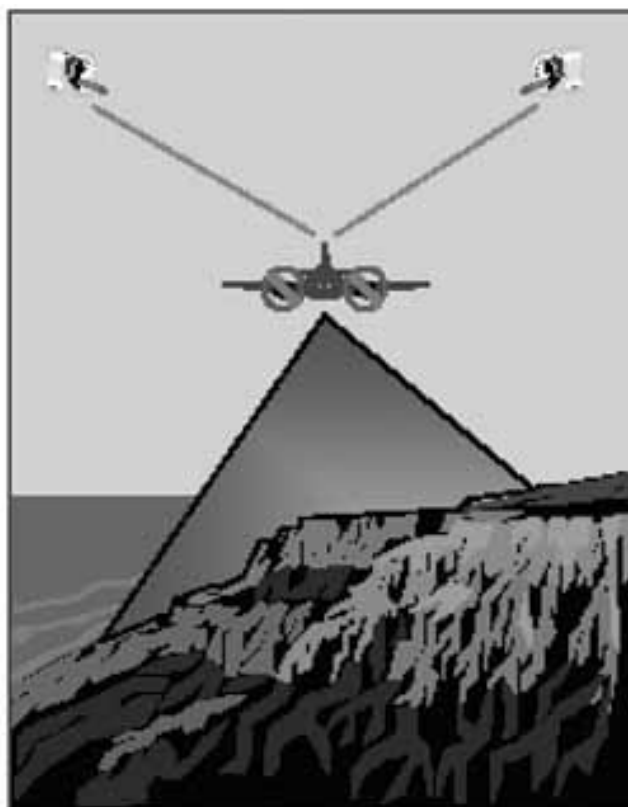


Figura 2. Recogida de datos costeros empleando el sistema LiDAR

consecuencia de la no disponibilidad de una información de profundidades de precisión, así como de otros factores, las cartas náuticas usan los sistemas de referencia vertical "menos malos", es decir, los datum de las cartas náuticas, que suministran unas representaciones conservadoras de las profundidades de las aguas navegables. Esto, a su vez, conlleva una reducción en la carga de los navíos, lo que supone una significativa pérdida de beneficios en cada viaje. Con las crecientes demandas de la industria del transporte naval de mercancías de disponer de datos más fiables y realistas de la información de profundidad de quilla admitida, existe la urgente necesidad del desarrollo de la próxima generación de sistemas ECDIS tridimensionales. Se espera que el ECDIS tridimensional emplee datos batimétricos digitales referidos a un datum vertical conti-

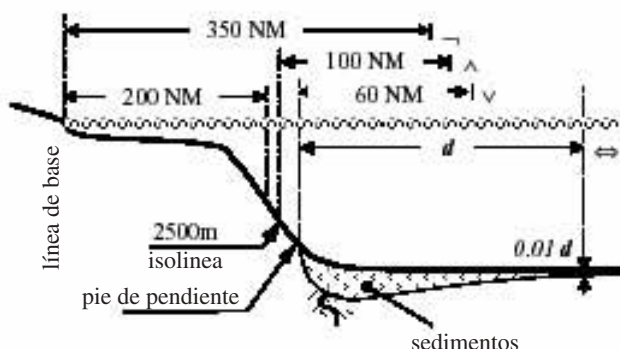


Figura 3. Posibles límites de la plataforma continental

nio y "sin costuras". Se espera además que muestre las profundidades bajo el nivel instantáneo del mar, lo cual es posible a través de la inclusión de información variable en el tiempo, tal como la de las mareas (figura 4). Esto permitiría el mostrar una información relativa a la profundidad de quilla admitida más realista, lo que es de gran importancia para los grandes navíos. En este sentido, se espera que el desarrollo de un datum vertical continuo y "sin costuras" y, consecuentemente, de un ECDIS tridimensional, tenga unos impactos significativos, tanto económicos como relativos a la seguridad para la navegación

4. LOS RETOS

El establecimiento de un datum vertical continuo y "sin costuras" podría efectuarse sencillamente mediante el desarrollo de una función de transformación entre los datum actuales y el datum continuo y "sin costuras". Sin embargo, esto viene acompañado de una serie de retos relacionados con la disponibilidad, volumen y calidad, es decir incertidumbres, de los datos topográficos y batimétricos. La disponibilidad de los datos incluye aspectos tales como la cobertura de los datos, tanto desde el punto de vista histórico como en la actualidad.

Es sabido que muchas regiones del mundo han sido levantadas topográficamente de manera insuficiente o, si lo fueron, de forma inadecuada (ver, por ejemplo, a Barritt, 2001). Además, se necesitan datos auxiliares para poder desarrollar la función de la transformación, es decir, las altitudes elipsoidales, referidas a un datum continuo y "sin costuras", en puntos del datum de la carta náutica. El volumen de los datos digitales es otro problema y constituye otro reto que precisa de un estudio en profundidad. Como ya mencionaron Gesch y Wilson (2002), para el desarrollo de un modelo continuo y "sin costuras" que recubre la región de la Bahía de Tampa, se empleó un conjunto de datos de 50 Gigabytes.

Las incertidumbres en los datos son achacables a diversas fuentes de errores, incluidas las mediciones geodésicas, hidrográficas y la determinación del datum de la carta náutica. Las incertidumbres en las mediciones geodésicas se originan principalmente a partir de las limitaciones de las técnicas geodésicas empleadas, sean éstas terrestres o espaciales.

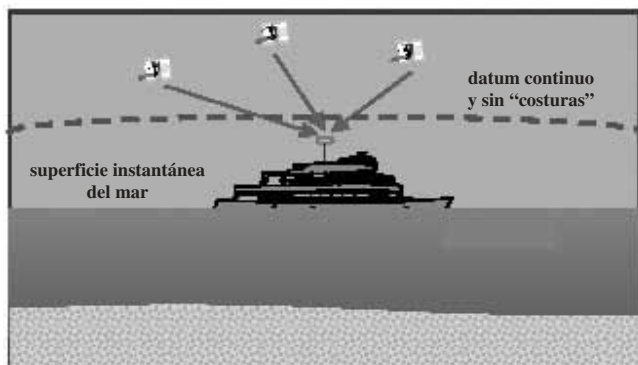


Figura 4. Relaciones entre el datum de la carta náutica, el datum continuo y "sin costuras" y la superficie instantánea del mar

Las mencionadas incertidumbres se propagarán a las posiciones estimadas. Las viejas cartas náuticas y los viejos mapas topográficos se basaban en técnicas terrestres, que son mucho menos precisas que las modernas técnicas espaciales. Además, no se espera que la distribución de las incertidumbres de posición siga un patrón consistente a través de la carta o mapa. Esto se debe, sobre todo, a la distorsión del datum, así como a las discrepancias en las técnicas de medición de las siguientes versiones de la carta o mapa. Además, las cartas existentes sobre papel (y digitizadas) de algunas zonas se basaban en los viejos métodos de levantamiento hidrográfico, como, por ejemplo, el método de la línea de plomada, que son mucho menos precisos que las técnicas modernas, tales como el método de sondeos por eco multihaz.

5. RESUMEN

Este artículo resume las actividades planificadas del grupo de trabajo 4.2 de la FIG, denominado *Marco de Referencia Vertical*. Se argumenta que el desarrollo de una sistema de referencia vertical continuo y "sin costuras" beneficiaría a muchas aplicaciones, tales como la gestión de la zona costera o la delimitación de la zona marítima. La disponibilidad de esta superficie de referencia es también necesaria para el desarrollo de la próxima generación de los ECDIS tridimensionales, que se espera tengan significativos impactos económicos y de seguridad para la navegación.

REFERENCIAS

- Barritt, C. (2001). *The State and Coastal Surveying – Surveys for safety of navigation in coastal waters*. Hydro International, Vol. 5, No. 5.
- El-Rabbany, A. (2002). *Introduction to GPS: The Global Positioning System*. Artech House Publishers, Boston, USA.
- Gesch, D. and R. Wilson (2002). *Development of a Seamless Multi-source Topographic/Bathymetric Elevation Model of Tampa Bay*. MTS Journal, Vol. 35, No. 4.
- International Hydrographic Organization (IHO) (1993). *A Manual on Technical Aspects of the United Nations Convention on the Law of the Sea, 1982*. 3rd Edition, International Hydrographic Bureau, Special Publication No. 51, Monaco.
- Kapoor, D.C. and A.J. Kerr (1986). *A Guide to Maritime Boundary Delimitation*. Carswell Company Ltd., Toronto.
- Vanicek, P. and E.J. Krakiwsky (1986). *Geodesy: The Concepts*. 2nd Edition, North Holland, Amsterdam.
- Wells, D., A. Kleusberg, and P. Vanicek (1996). *A Seamless Vertical-Reference Surface for Acquisition, Management and Display of ECDIS Hydrographic Data*. Final contract report for the Canadian Hydrographic Service, Department of Geodesy and Geomatics Engineering Technical Report No. 179, University of New Brunswick, New Brunswick, Canada, 64 pp. ■

¿Son importantes las normas en el mundo de la Topografía?

Ian Greenway

PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE NORMALIZACIÓN DE LA FIG

Resumen

¿Qué son las normas? ¿Cómo pueden afectar a los topógrafos? ¿Qué deben de hacer los topógrafos con ellas? ¿Son buenas o malas para los topógrafos? ¿Cuál es el papel de las asociaciones profesionales de topógrafos en los temas de normalización?

Este artículo trata de responder a estas preguntas. Comienza con una revisión del contexto del trabajo, llegando a la conclusión de que existen normas en una amplia gama de actividades empresariales y que contribuyen muy significativamente a incrementar el negocio y a alcanzar el éxito a nivel nacional. Se da un resumen del rango de organizaciones involucradas en actividades de normalización, desde la ISO a la OTAN, así como de los procedimientos que emplean. Una sección describe las normas que ya existen dentro del área de la topografía.

La segunda parte de este artículo describe la respuesta de la FIG a la agenda de la normalización. Se incluye la política de la FIG en esta área, que puede resumirse como: "ayudar al proceso de desarrollo de unas normas oficiales y legales que incluyan las actividades de los topógrafos", así como un resumen del trabajo realizado por el Grupo de Trabajo de la FIG sobre Normalización entre los años 1997 y 2002. Se describen, a continuación los trabajos y los planes de la Comisión de Normalización de la FIG. Esta Comisión existe con la finalidad de establecer un centro experto de la FIG en temas de normalización que asesore al Consejo y a las Comisiones sobre temas de prioridades y actividades. Las áreas particulares en las que está trabajando incluyen las normas de la información geográfica, las normas de valoración y cómo moverse hacia unas normas oficiales en las áreas de la planificación espacial y de la economía de la construcción. Todo ello sirve para ofrecer a los topógrafos los beneficios de la normalización, incluyendo unas normas mejores y una mejor práctica topográfica.

Este artículo llega a la conclusión de que las normas son de gran interés para los topógrafos, tanto en su aspecto profesional como en el empresarial, y que un compromiso temprano y activo con el proceso de normalización debería asegurar unas normas más actuales y de mejor aplicación, siendo una de las labores principales de las organizaciones profesionales, y por tanto de la FIG, que ya ha realizado progresos significativos durante los últimos cinco años en este campo pero que aun tiene mucho que hacer.

Abstract

What are standards? How might they affect surveyors? What should surveyors do about them? Are they a surveyor's friend or his foe? What is the role of the surveyor's professional body in guiding him in matters of standardisation?

This paper sets out to address these questions. It begins with a review of the context of the work, reaching the conclusion that standards exist in a very wide range of business areas and that they contribute very significantly to business and national success. The range of organisations involved in standardisation activities, ranging from ISO to NATO, is summarised, as are the processes that they use. A further section describes the standards already in existence in the area of surveying.

The second half of the paper describes FIG's response to the standardisation agenda. FIG's policy in this area, which can be summarised as 'to assist in the process of developing workable and timely official and legal standards covering the activities of surveyors' is included, as is a summary of the work of the FIG Task Force on Standards between 1997 and 2002. The work and plans of the FIG Standards Network are then described. The Network exists to provide a centre of expertise in FIG on standards issues, advising the Council and Commissions on priorities and activity. Particular areas in which it is working include geographic information standards, valuation standards, and how to move towards official standards in the areas of spatial planning and construction economics. All of this is to provide surveyors with the benefits of standardisation, including better standards and better survey practice.

The paper concludes that standards are of great interest to surveyors both as professionals and as business people, that early and active engagement with the process of standardisation should ensure more workable and more timely standards, and that this is a central role for professional associations and one in which FIG has made significant strides over the last five years but has more still to do.

I. INTRODUCCIÓN

¿Qué son las normas? ¿Cómo pueden afectar a los topógrafos? ¿Qué deben de hacer los topógrafos con ellas? ¿Son buenas o malas para los topógrafos? ¿Cuál es el papel de las asociaciones profesionales de topógrafos en los temas de normalización?

Este artículo trata de responder a estas preguntas. En su primera mitad saca la conclusión de que las normas, adecuadamente empleadas, son beneficiosas para el topógrafo y que, en este campo, las asociaciones profesionales deben desempeñar un papel clave. La segunda parte de este artículo refleja el trabajo hasta el momento presente de la FIG (Federación Internacional de Geómetras) en esta área y sus planes para el futuro.

2. EL CONTEXTO

2.1. ¿Qué son las normas?

El lugar más adecuado para buscar la respuesta a esta pregunta puede que sea el diccionario. El diccionario inglés Collins nos ofrece, entre otras diecinueve acepciones de la palabra, las siguientes: “de tamaño usual, regularizado, medio, o aceptado”; “señalado, o característico del idioma, o del vocabulario, etc. y que es considerado como correcto, o aceptable, por los nativo-hablantes educados”; “un ejemplo aceptado, o aprobado, de algo, frente a lo cual otros son juzgados, o medidos”; y “un nivel de excelencia, o calidad”. Existe un fondo común en todas estas definiciones de la palabra.

La Organización Internacional de Normalización (ISO) ofrece la siguiente definición: “Las normas son unos acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas, u otros criterios precisos, tales como reglas, directrices o definiciones de características, para que sean usados de forma consistente, con el fin de asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios sean adecuados para sus propósitos”. Como puede verse, toma una definición del diccionario de la palabra norma y crea un proceso, una finalidad y una medición para ella.

A partir de estas dos fuentes, tal vez podamos distinguir entre normas y las Normas. Las primeras son unas normas con las cuales comparamos los elementos para su aceptación; las Normas son documentos formales, y a menudo legales, que definen más detalladamente lo que se considera aceptable para una finalidad particular y lo que no. Ambas son de importancia para los topógrafos bajo su papel dual; tanto como profesionales como empresarios. Diariamente nos encontramos con muchos ejemplos de ambas:

- Los machos y las hembras de los enchufes encajan uno dentro del otro (¡siempre que uno se acuerde del adaptador internacional!).
- Las reglas y las convenciones aceptadas en el empleo de las carreteras.

- El conjunto único y consistente de números de libros a través del sistema ISBN.
- Unas normas académicas en las que podamos confiar.

2.2. ¿Por qué debemos de preocuparnos?

Tal vez la sección anterior haya comenzado a responder a esta cuestión; la frecuencia con la que nos encontramos normas significa que no podemos ignorarlas. La página web de la ISO (www.iso.org) lista, con cierto orgullo, como ejemplos los siguientes logros de la organización desde su fundación en los años cuarenta:

- El código ISO de velocidad de las películas
- La normalización del formato de las tarjetas telefónicas y de crédito
- El número de empresas que están implantando la ISO 9000 (gestión de la calidad) y la ISO 14000 (gestión medioambiental)
- El contenedor de cargas normalizado internacionalmente
- El Sistema Universal de medidas, conocido como SI
- Los tamaños de papel
- Los símbolos idénticos de los controles de los automóviles que se emplean por todo el mundo
- La seguridad de las cuerdas de cables
- Los códigos ISO de los nombres de países, monedas e idiomas
- Las normas ISO de pasos métricos de los tornillos.

La lista nos señala de nuevo la ubicuidad de las normas, aunque también comienza a indicar los beneficios económicos que ofrecen (la confianza en que las cosas funcionarán y encajarán entre sí). Esto tiene cada vez mayor importancia, debido al gran número de cambios clave que se presentan en el mundo que nos rodea, incluyendo:

- *La globalización del comercio:* Cada vez más y más empresarios y consumidores necesitan tener confianza en que el comercio pueda efectuarse fluidamente entre países y continentes.
- *Las leyes de la competencia:* La necesidad de demostrar que se aplican normas y oportunidades equivalentes en transacciones equivalentes.
- *Los crecientes requisitos del consumidor:* En virtud de los cuales los productos y los servicios necesitan incluir la garantía de que cumplen ciertos criterios.
- *Los desarrollos tecnológicos:* Han alcanzado un punto en el que la mayoría de los usuarios de los equipos (tanto el sector de los negocios como desde el punto de vista social) no están en posición de comprender el funcionamiento detallado del equipo, y en consecuencia, de realizar sin ayuda los adecuados ajustes a los resultados.
- *La creciente imbricación de las industrias y las profesiones:* Supone que los profesionales deben tener un nivel de entendimiento que va más allá de la disciplina en la que se formaron.

Todas estas tendencias apuntan hacia la necesidad de un lenguaje común de expectativas. Las normas se diseñan para aportar este lenguaje y el necesario sistema de traducción.

Añadiendo algunas comparaciones y algunas cifras comprobadas a estas declaraciones generales, un trabajo de la Universidad Técnica de Dresde y el Instituto Fraunhofer de Sistemas e Innovación (DIN, 1999) descubrió que:

- El beneficio de la normalización para la economía alemana supone, al año, más de 15 billones de dólares.
- Las normas contribuyen al crecimiento económico, más que las patentes y las licencias.
- Las compañías que participan activamente en los trabajos de normalización tienen una ventaja de salida sobre sus competidores a la hora de adaptarse a las demandas del mercado y a las nuevas tecnologías.
- Los costes de las transacciones son menores cuando se emplean Normas europeas e internacionales.
- Los riesgos de la investigación y los costes del desarrollo se reducen en aquellas compañías que contribuyen al proceso de normalización.

Sin duda, estas cifras y estas sentencias interesarán a los topógrafos en su faceta de hombres de negocios ¿Pero qué sucede con su faceta profesional? El Código de Conducta del Instituto de Gestión (Davies, 1997) lo cita de la siguiente manera: *“Un profesional es alguien que justificablemente pretende ofrecer un servicio experto de valor para la sociedad y que acepta los deberes... incluyendo... y haciendo honor a la especial confianza depositada por los clientes, empleadores, colegas y el público en general”*.

Ya hemos expuesto la proposición de que el desarrollo de la tecnología significa que ni siquiera puede esperarse que los profesionales comprendan plenamente el funcionamiento detallado de los equipos que usan. Seguramente, las Normas son, en consecuencia, una parte integral del proceso mediante el cual los topógrafos profesionales cumplen con esta especial confianza. Además, *“... las quejas pueden verse reducidas sustancialmente por la provisión de información completa, comparable y transparente. Las normas mundiales pueden tener un impacto directo sobre el mercado, sobre la sociedad, y sobre la prosperidad. La amplia adopción de las normas internacionales en el campo de los servicios, significaría que los suministradores basarían el desarrollo de su actividad en especificaciones que tengan una aceptación en el mundo entero. Esto supondría una ventaja, tanto para las empresas como para los consumidores”*. (Ringstedt, 2001). Los topógrafos, en sus dos roles, deberían, en consecuencia, preocuparse de las normas.

2.3. ¿Quién esta involucrado en el desarrollo de las normas?

Ya se ha mencionado a ISO varias veces en este artículo. Lo cual no es sorprendente, ya que esta organización puede ser tal vez descrita como la “gran abuela” de las organizaciones de normalización. A finales del año

2001, ISO estaba compuesta por 143 organizaciones nacionales de normalización, manejaba 2.885 cuerpos técnicos (sobre todo en el desarrollo de normas); daba empleo a 500 personas y tenía un presupuesto de 150 millones de francos suizos, y además tenía impresas 13.544 normas, consistentes en 430.608 páginas.

La actividad de la organización se refleja en el hecho de que en el año 2001 se publicaron 813 normas (49.795 páginas) y hay otros 4.405 temas de trabajo en progreso. El número de normas en impresión ha ascendido en más de 1.000 (cerca de 75.000 páginas) desde finales de 1999. Es un mercado en expansión. Las normas ISO más actuales incluyen las siguientes:

- ISO 2172 – Zumos de fruta – determinación del contenido de sólidos solubles – método picnométrico;
- ISO 2729 – Herramientas para trabajar la madera – formones y guías
- ISO 6806 – Tuberías de goma y acoples de tuberías para emplear en quemadores de gasoil – especificaciones;
- ISO 8192 – Calidad del agua – test para la inhibición del consumo de oxígeno mediante lodos activados;
- ISO 11540 – Papeles para escritura e instrumentos de dibujo para ser empleados por niños de hasta 14 años de edad – requisitos de seguridad;
- ISO 12857 – Óptica e instrumentos ópticos – instrumentos geodésicos – procedimientos de campo para determinar su precisión.

La misión de la ISO es la de *“promocionar en el mundo el desarrollo de la normalización y de las actividades relacionadas, con vistas a facilitar el intercambio de bienes y servicios y a desarrollar la cooperación en las esferas de las actividades intelectuales, científicas, tecnológicas, y económicas”*. Sus productos, las normas internacionales, son, más formalmente, unos acuerdos internacionales. Su adopción, en teoría, es voluntaria, aunque, a menudo, son exigidas por los procesos de ofertas públicas y por los clientes, que buscan la seguridad que ofrece la conformidad a un conjunto de normas. Todo esto se obtiene a través de los fines de ISO, que pretenden facilitar el comercio, el intercambio y la transferencia de tecnología mediante:

- Una fiabilidad y una calidad del producto mejoradas a un precio razonable.
- Mejor salud, más seguridad, protección medioambiental y reducción de gastos.
- Mayor compatibilidad e interoperabilidad de bienes y servicios.
- Simplificación para una operabilidad mejorada.
- Reducción del número de modelos y por tanto una reducción de costes.
- Incremento en la eficacia de la distribución y en la facilidad del mantenimiento.

La ISO, cuya sede central está en Ginebra, trabaja en unión con otra organización cuya sede también se encuentra en dicha ciudad: la Organización Mundial del Comercio (World Trade Organization-WTO). Las normas reafirman el libre comercio y un acuerdo entre las dos organizaciones para eliminar las barreras técnicas en el mismo consagra el papel de las normas ISO dentro de las actividades de la WTO.

Un segundo cuerpo de normalización, de importancia para los topógrafos, es el Comité Internacional de Normas de Valoración (IVSC). Esta es una organización más joven y de menor tamaño que ISO. No obstante, tiene una considerable actividad y sus normas (la más reciente es la IVS2001) están siendo adoptadas por muchos países, estando íntimamente relacionadas con las normas internacionales de contabilidad, que están ganando importancia, tras los recientes escándalos financieros, en la contabilidad de algunas corporaciones. De acuerdo con los fines del IVSC, sus normas *“facilitarán las transacciones relacionadas con la propiedad a través de las fronteras y contribuirán a la vitalidad de los mercados financieros, promoviendo la transparencia de los informes financieros”*.

A estas dos organizaciones podemos añadir una mirada de otras muchas, entre las que se incluyen:

- Las organizaciones nacionales de normalización, que cada vez con más frecuencia están adoptando las normas internacionales directamente en lugar de crear las suyas propias.
- Las organizaciones de normalización regionales, incluidos aquellos grupos que no se relacionan directamente con estas actividades, tales como la OTAN.
- Los gobiernos; toda la legislación puede considerarse como el establecimiento de una normativa.
- Las compañías, las mayores de las cuales pueden crear normas de facto, tales como las que rodean al sistema operativo de Microsoft.

Todas estas organizaciones oficiales de normalización emplean unas técnicas semejantes para la creación y revisión de las normas. En el fondo, todas ellas emplean la figura del experto, o persona clave, que es quien prepara el borrador y revisa los documentos. Estos borradores, o propuestas, pasan, a continuación, a través de muy diversos procesos formales e informales, para asegurar que se llega a un consenso entre los participantes y que las normas reflejan adecuadamente los requisitos de las comunidades de usuarios. Así pues, y por definición, todos aquellos involucrados en la creación de unas normas pueden, si así lo desean, realizar una contribución sustancial a los documentos publicados. El proceso de consenso está diseñado para resolver cualquiera de las objeciones clave que procedan de cualquier grupo involucrado.

Los expertos de ISO son nombrados por sus miembros: las organizaciones nacionales de normalización. Reconociendo, sin embargo, unos intereses más amplios, existen diversas organizaciones internacionales (unas 550 en total) que están registradas en ISO como Cuerpo de Enlace. Éstas varían, desde Visa Internacional a la FIG. Pueden intervenir en el proceso de normalización con tanta participación como las organizaciones nacionales, con la única excepción de que no disponen de voto.

Los expertos nominados por las organizaciones nacionales de normalización frecuentemente son académicos y empleados del sector público, siempre que sus jefes y directivos estén dispuestos a apoyar sus actividades. También es necesario un determinado perfil mental para enfrentarse al lento y a veces tedioso proceso de alcanzar un consenso y acordar unas normas. Son bastantes las organizaciones del sector privado que en la actualidad comienzan a ver las ventajas de intervenir en el proceso de normalización, lo cual es una noticia positiva en tanto no conduzca a una hegemonía corporativa. Esta tendencia sectorial de los expertos nombrados por las organizaciones nacionales de normalización aumenta la importancia de los Cuerpos de Enlace, que a menudo representan a los usuarios de las normas, y que designan a los expertos más adecuados para llevar el punto de vista del usuario profesional al proceso del desarrollo de las normas, apoyándoles en este trabajo clave. El que las normas resultantes sean aceptables y útiles depende del balance de esta colaboración.

2.4. ¿Qué normas existen en el mundo de la Topografía?

El trabajo de ISO comenzó en el ámbito de las manufacturas. Mucho más recientemente, se ha centrado en las industrias de servicios. No es por tanto sorprendente que la Topografía de ingeniería terrestre este más normalizada que la planificación espacial.

Las normas de ISO que existían para los aparatos topográficos, tales como los teodolitos y las estaciones totales, constituyeron un caso a estudiar, en el que la normalización perdía contacto con la realidad. Esta realidad era a menudo un embarrado emplazamiento de construcción bajo la lluvia, en tanto que las normas ISO requerían unas facilidades estándar de calibración. Además, existían dos normas diferentes y no correlacionadas, que cubrían el mismo terreno. En los años más recientes, la FIG, y en particular la Comisión 5 (Posicionamiento y Medición), han estado trabajando con los correspondientes comités técnicos de ISO para armonizar estos requisitos y en la actualidad se están publicando diversas normas nuevas de la serie ISO 17123. Éstas incorporan dos niveles de pruebas: calibración periódica y comprobaciones regulares sobre el terreno (para más detalles ver Becker, 2002).

Una reciente área de atención de ISO ha sido la información geográfica. Una iniciativa europea de principios a mediados de los años 1990 produjo varias normas provisionales en esta área, pero ISO está en la actualidad en proceso de publicar más de 30 normas de la serie ISO 191xx. Estas normas abarcan aspectos que van desde la terminología a los sistemas de coordenadas de referencia, incluyendo áreas cruciales tales como la interoperabilidad. Esto va en línea con la tendencia de la industria hacia las normas de los sistemas abiertos y los creadores de SIG desempeñan un papel clave en el trabajo de ISO, igual que las diversas organizaciones profesionales de topógrafos, entre las cuales tal vez sea la FIG la más activa. Otras organizaciones profesionales involucradas son ISPRS (Asociación Internacional de Fotogrametría y Teledetección), ICA (Asociación Cartográfica Internacional), IHO (Organización Hidrográfica Internacional), IAG (Asociación Geodésica Internacional) y SCAR (Co-

AHORA PAGUE SUS COMPRAS EN 6 o 12 MESES
SIN INTERESES

6 meses
12 meses

Financiamos el 85% IVA incluido
Financiamos el 75% IVA incluido
C.E. 1% - C.A. 1%

Oferta de lanzamiento Medidor de Distancia Láser
Trimble HD-360 y Nivel Automático+Trípode de Aluminio+Mira
Telescópica

Disponemos de servicio de alquiler de GPS TRIMBLE

Consulta nuestros precios y te sorprenderás

OFERTA ESTACIÓN TOTAL TRIMBLE 3306DR
+ COLECTOR DE DATOS DATA V50

5.430 € + IVA

“Alquile sus equipos en el parque de maquinaria
más actualizado y numeroso de España, en
el que dispone de GPS, estaciones totales,
colectores de datos, niveles automáticos y
láser, ...”



Estación Total Trimble 3600DR con ACU
Precisión angular: 10cc
Precisión en distancias: 2mm + 2ppm
Alcance: 2.500 m
Controlador ACU: con software Trimble Survey Controller
Medición sin prisma
Disponibles en 10cc y 15cc



Trimble 3306
10cc-1.500 m - 3mm+ 3ppm
Trimble 3305
15cc-1.300 m - 5mm+ 3ppm
Trimble 3306
15cc-1.300 m - 5mm+ 3ppm



Medidor de Distancia Láser
Trimble HD-360



Colector de datos DATA V50 bajo Pda Workabout:
Introducción y salida de datos en formatos:
CLIP, ISTRAM, ISPOL, ficheros ASCII, etc
Taquimetría - Replanteo - Perfiles

mité Científico para la Investigación en la Antártida). Ver a Ostenten, 2001 para más información en los trabajos de la ISO en esta área.

Este trabajo sobre normas oficiales está sustentando un movimiento de los gobiernos y la industria hacia la interoperabilidad de datos geográficos y sistemas, tanto entre proveedores de datos como a través de las fronteras. Por ejemplo, la iniciativa INSPIRE para crear una Infraestructura Europea de Datos Espaciales del Medioambiente, se basa en normas ISO.

Ya se ha mencionado al área de las normas de valoración y su creciente importancia como elemento clave para establecer los activos y los pasivos financieros, que es una forma de medir el bienestar corporativo de una empresa.

Teniendo en cuenta todo esto, los topógrafos están, cada vez más, siendo afectados por las normas y uno de los papeles clave de las organizaciones profesionales de topógrafos es el de participar e influir en estos trabajos de normalización. El topógrafo individual espera, con toda razón, que sus organismos representativos lleven su voz al foro del desarrollo de las normas y diseminen una información relevante acerca de cómo el desarrollo de dichas normas influirá y mejorará su trabajo.

3. LA RESPUESTA DE LA FIG

La FIG ha reconocido la creciente importancia de las normas en el trabajo de los topógrafos y el papel fundamental que desempeñan las organizaciones profesionales (en especial a nivel internacional) a la hora de articular los requisitos y necesidades y, en consecuencia, a finales de los noventa ha incrementado su interés sobre las normas. A partir de entonces se han asumido una amplia gama de actividades, y aun continúan los trabajos adicionales. Las secciones de este artículo que siguen dan una información adicional sobre estas actividades.

3.1. Política

En 2002 la FIG promulgó la siguiente política sobre las normas, que está reproducida y elaborada en la Guía de Normalización de la FIG (FIG, 2002a):

“En su conjunto, la pretensión de la FIG en el campo de las normas es ayudar en el proceso de desarrollar unas normas oficiales y legales, operativas y oportunas, que cubran todas las actividades de los topógrafos. La FIG también sigue comprometida en sus objetivos de desarrollar las habilidades de los topógrafos y alentar el adecuado empleo de la tecnología; ambas actividades vienen siendo afectadas cada vez más por las normas.

Generalmente, la FIG buscará asegurar que las normas de facto se conviertan en normas oficiales, según vaya madurando la tecnología o, al menos, que todas las normas relevantes, oficiales, legales y de facto, se elaboren con el pleno conocimiento de todo el resto del material relacionado.

La FIG contempla que los profesionales desempeñen las siguientes actividades en los procesos de normalización:

- *Ayudar en la producción de unas normas operativas y oportunas, proponiendo materiales que puedan transformarse en normas internacionales (en lugar de depender del trabajo realizado por otros) y participar activamente en el proceso del desarrollo de las normas;*
- *Difundir la información y crear un material explicativo y notas de guía, para asegurar que todos los miembros de la FIG estén al tanto de las más recientes actividades de normalización, de las normas y regulaciones y de su implicación sobre los topógrafos.*

En apoyo de esta política, la FIG engranará el trabajo de sus Comisiones y otros estamentos con el de las organizaciones oficiales de normalización, para asegurarse que se alcanzan los mayores beneficios posibles para los topógrafos y para sus clientes. Este encaje de trabajos se reflejará en los planes de trabajo de la Comisión, del Grupo de Trabajo y de la Comisión Permanente, y éstos incluirán la creación de la información y material explicativo necesarios; cualquier aportación de los estamentos de la FIG se discutirá con las pertinentes organizaciones de normalización antes de que la norma sea redactada. La FIG también intentará trabajar íntimamente con otras organizaciones internacionales que representen a los topógrafos, para asegurar un uso colectivo más eficaz de los recursos.”

Estos dos elementos conjuntos de operatividad y oportunidad son primordiales, ya que la FIG cree que pueden conferir un valor añadido al proceso de normalización, aportando las necesarias experiencias y habilidades al proceso.

3.2. El trabajo hasta la fecha

A fines de 1997, la FIG estableció un Grupo de Trabajo sobre Normas para enfocar y coordinar sus esfuerzos en normalización. En el periodo transcurrido hasta el año 2002, los elementos clave del trabajo de este Grupo incluían:

- La difusión y análisis de un cuestionario sobre temas de normalización, del que se recibieron 50 respuestas. Estos resultados establecieron las prioridades de trabajo del Grupo de Trabajo, tanto en términos geográficos (centrándose más en normas internacionales en lugar de regionales o nacionales) como en su ámbito (determinados aspectos del trabajo de la ISO y de la IVSC).
- Entender mejor cómo funciona ISO y registrarlos en la guía de la FIG sobre normalización (FIG, 2002a)
- Establecer un compromiso activo con la IVSC, alcanzando en 2002 una etapa de relaciones muy cercanas.
- El trabajo al que nos referimos en la sección anterior, sobre las normas de los instrumentos topográficos, que dio lugar a la publicación número 9 de la FIG en esta área (FIG, 1994).
- Submitir a ISO la Declaración sobre el Catastro de la FIG (FIG, 1995), para que se convirtiera en una norma internacional (aprovechando, de esta forma, el trabajo de los expertos de la FIG y empleándolo para acortar los tiempos necesarios para el desarrollo de las normas). Debido a los aspectos legales nacionales, ISO no llevó adelante este tema, pero la FIG aprendió algo más de los procedimientos.

- Intervención activa en el proyecto de la ISO de normalización en el área de calificación y certificación de personal (más adelante se trata ampliamente este punto).
- Estableció relaciones con las sociedades hermanas de la FIG en el área de las normas, lo que condujo a una sesión conjunta de presentaciones en el Congreso de Washington del año 2002.
- Efectuar las comunicaciones sobre normas a los miembros de la FIG a través de diversos canales, que incluyen el Boletín, página web de la FIG, etc..

Precisamente en la página web de la FIG (www.fig.net) se puede encontrar más información acerca de estos trabajos.

Esta actividad confirmó a los topógrafos la importancia de la normalización y de las normas y que un esfuerzo, adecuadamente coordinado por la FIG, podría añadir un sustancial valor a esta área. En el Congreso de Washington del año 2002, la FIG decidió dar por terminadas las labores del Grupo de Trabajo (por definición, un Grupo de Trabajo tiene un periodo limitado de vida) y estableció, en su lugar, una Comisión de Normalización para continuar su trabajo.

3.3. La Comisión de Normalización de la FIG

Como se acaba de mencionar, la Comisión de Normalización se formó en el año 2002. Los términos de referencia que se acordaron para la Comisión de Normalización son los siguientes:

- Establecer y mantener relaciones con los secretariados de las organizaciones de normalización.
- Proponer las prioridades en las actividades de normalización de la FIG, incluyendo el asesoramiento sobre las prioridades de gastos del Consejo.
- Establecer los necesarios enlaces con las organizaciones de normalización.
- Asegurarse de que los contactos con los Comités Técnicos están bien establecidos.
- Mantener el flujo de información sobre normalización dirigido hacia los miembros de la FIG, empleando el Boletín y la página web de la FIG, y de forma más directa hacia los responsables de las Comisiones.
- Mantener al día la guía de la FIG sobre normalización y todo el material relacionado en la página web de la FIG.
- Trabajar con otras organizaciones NGO dentro del marco de trabajo de *Memoranda of Understanding* suscrito por el Consejo.
- Asesorar a los responsables y miembros de la FIG acerca de las actividades de normalización, según vaya siendo necesario.

Un área clave en la que la Comisión de Normalización pretende reforzar el trabajo del Grupo de Trabajo es en sus enlaces con las Comisiones de la FIG. Éstas son la sala de máquinas y los principales motores del trabajo técnico de la FIG, suministrando información a los topógrafos profesionales y generando el material a introducir en el proceso de normalización. También pueden aportar expertos de la FIG a las actividades de normalización. La Comisión de Normalización, que oficialmente es

parte de la Comisión I de la FIG (Normas Profesionales y la Práctica Profesional), consta de un representante de cada una de las diez Comisiones de la FIG. En la mayoría de los casos suelen ser los vicepresidentes de cada Comisión, ofreciendo, de esta forma, un enlace directo con el equipo directivo de cada Comisión.

Ya desde la primera reunión se hicieron aparentes los beneficios de reunir expertos de todos los campos de la Topografía, debido al gran número de relaciones que se establecieron. También en esta primera reunión se bosquejó un borrador del plan de trabajo y de las prioridades de la Comisión de Normalización.

3.4. Planes para un futuro inmediato

El plan de trabajo de la Comisión de Normalización para los dos años siguientes al Congreso de la FIG de 2002, incluye:

- **Cotejar la información de los trabajos de las diferentes Comisiones que sean importantes para la normalización.** Esto permitirá que la Comisión de Normalización revise todos los trabajos de la FIG que sean relevantes para las normas y se asegure de que se coordinan de forma efectiva, con unos adecuados enlaces a los planes de trabajo de las Comisiones.
- **Estrechar lazos con otras organizaciones nacionales.** En el Congreso de Washington del año 2002 se celebró una sesión conjunta sobre normas, que permitió revisar cómo la FIG y otras organizaciones afines pueden trabajar conjuntamente e influir efectivamente en esta área. Como paso siguiente, las distintas organizaciones compilarán un sumario que indique cómo está cada una involucrada en el trabajo de normalización; esto permitirá que se trabaje conjuntamente siempre que sea posible.
- **Establecer una mayor relación con la IVSC.** En el Congreso de la FIG del año 2002 se celebraron con éxito varias sesiones conjuntas de la FIG y la IVSC. El Comité Internacional de Normas de Valoración ha desarrollado la norma IVS2001 y está trabajando en la versión del 2002. La FIG está, en la actualidad, revisando su relación formal con la IVSC, reconociendo la importancia del papel que la FIG (y en particular la Comisión 9 - Valoración y Administración de Fincas) puede desempeñar a la hora de desarrollar unas normas de valoración.
- **Colaborar en los trabajos de ISO sobre las normas para los instrumentos topográficos.** La Comisión 5 de la FIG ha intervenido, desde hace ya varios años, en los trabajos de ISO para refinar las normas para los instrumentos topográficos. El fin es lograr un único conjunto de normas, que sean adecuadas para los topógrafos de campo y no sólo para los laboratorios de calibración. Algunas de estas normas han sido ya publicadas; la Comisión 5 se asegurará de que la FIG continúe su trabajo en este campo.
- **Colaborar en los trabajos de ISO sobre normas para la información geográfica.** El trabajo del Comité Técnico 211 de ISO tendrá un profundo impacto sobre gran número de topógrafos. En el presente, muchas de las normas de primera generación son modelos conceptuales.

Sin embargo, el Comité Técnico 211 se está desplazando hacia un área de más detalle y que incluye el desarrollo de los registros. Los Servicios Basados en la Posición son uno de sus particulares enfoques. Otro son los parámetros y códigos geodésicos, en donde se ha pedido la asistencia de la FIG para compilar una biblioteca de las transformaciones definitivas, requeridas para desplazarse entre los diversos sistemas de coordenadas de referencia. El Comité Técnico 211 se está también convirtiendo en el foro donde se reúne la comunidad de la información geográfica. Los miembros de enlace del Comité incluyen al Open GIS Consortium, a la Global Spatial Data Infrastructure (GSDI) y a la FIG. La FIG ha desempeñado un papel activo, pero ha reconocido que no puede estar involucrada en todo. En la actualidad, los aspectos particulares en los que se está centrando son:

1. El trabajo sobre *Calificación y Certificación del Personal* (más información a continuación).
 2. Intervención en actividades punteras. El Comité Técnico 211 ha establecido un Grupo Avanzado, cuya responsabilidad es asegurar que el mercado esté al tanto de sus normas y de las implicaciones de las mismas y que los promotores de normas están al tanto de los puntos de vista del mercado y de las necesidades de las comunidades mundiales de usuarios de información geográfica. La FIG, desde hace tiempo, apoya este trabajo, teniendo dos miembros en el Grupo. La Comisión de Normalización se coordinará con el Grupo Avanzado para asegurarse que la FIG desempeña una parte importante en este trabajo.
 3. Trabajos particulares de relevancia en las distintas Comisiones, incluida la Comisión 3 (trabajos en Servicios Basados en la Posición e Infraestructuras de Datos Espaciales) y la Comisión 5 (temas del Sistema de Coordenada de Referencia)
 4. Participación en los trabajos de terminología. En particular, la Comisión de Normalización continúa trabajando con el equipo del diccionario multilingüe de la FIG y de ISO, para revisar cómo este diccionario puede ayudar a la normalización de la terminología. El diccionario puede ser particularmente útil, ya que está originariamente en alemán, en tanto que, hasta ahora, el trabajo del Comité Técnico 211 ha sido en inglés. Este enlace también facilitará el mantenimiento y la puesta al día del diccionario, tras la conclusión de la revisión en curso. En la actualidad hay establecidos enlaces mutuos entre las dos páginas web y están en consideración otros desarrollos.
 5. Estudiar si algún material de la FIG puede acelerar el desarrollo de las normas. Existe una gran riqueza de material que la FIG podría aportar al proceso, apoyando una vez más la política de la FIG de crear unas normas operativas y oportunas. Esto se aclarará en el proceso de cotejar la actividad de la Comisión.
- **Promocionar el desarrollo de una buena práctica y de las normas** en las áreas de la economía de la construcción (Comisión 10, trabajando conjuntamente con el Consejo de Ingeniería de Costas) y de la planificación espacial (Comisión 8), que son unas áreas que hasta el momento no han sido cubiertas por las normas oficiales. Otra área de

interés para la FIG es la ampliación del desarrollo de unas normas hidrográficas internacionales.

- **Investigar cómo las asociaciones miembro intervienen en las actividades de normalización**, a fin de ver si se necesita más apoyo por parte de la FIG en esta área.
- **Establecer y mantener enlaces con el Secretariado Central de ISO.** La FIG ha establecido un buen perfil de colaboración con el Secretariado de Ginebra. Se está difiriendo un mayor contacto hasta que la FIG y sus sociedades afines hayan revisado su actual actividad, ya que un enfoque conjunto será de mayor provecho que los enfoques individuales.
- **Mantener en la Comisión de Normalización un buen perfil de trabajo**, mediante artículos, presentaciones, etc.

Este conjunto de trabajos se fortalecerá con los éxitos del Grupo de Trabajo, a la vez que permitirá establecer unas relaciones más intensas con todas las Comisiones de la FIG.

3.5. ¿Por qué debe de intervenir la FIG?

La FIG tiene unos recursos limitados, tanto en términos financieros como humanos. Es, así pues, necesario que la FIG centre sus esfuerzos en aquellas áreas que sean vitales para los intereses de sus miembros y en las que pueda añadir sus valores particulares. El Consejo de la FIG y la Asamblea General han decidido, por los motivos expuestos en este artículo, que la normalización internacional es una de estas áreas y, por tanto, han apoyado, primero al Grupo de Trabajo y luego a la Comisión de Normalización

Los principales beneficios para los topógrafos y para la normalización que surgen de la participación de la FIG incluyen:

- Una mejora de los enlaces bidireccionales entre los impulsores de las normas y los topógrafos profesionales, que asegura que los redactores de las normas están más al tanto de las necesidades de los usuarios y de lo ya existente en este campo y de que los topógrafos conozcan el trabajo de normalización y las consecuencias que para ellos supone.
- Unas normas mejores en términos tanto de operatividad como de oportunidad.
- Una mejor práctica topográfica, con mayores niveles de calidad y conformidad, para que responda, de esta forma, a las crecientes expectativas de los clientes.
- Una línea de mejora tanto para los topógrafos como para sus clientes.

Todo esto es posible, dentro de la Federación, a cambio de una cantidad limitada de recursos y de un claro enfoque hacia estos trabajos.

El ejemplo del trabajo de ISO sobre la calificación y certificación del personal (dentro de Comité Técnico 211) ilustra muchos de estos puntos. Este trabajo fue propuesto inicialmente a ISO en 1997 por Canadá, que estaba preocupado de que las calificaciones nacionales canadienses no fuesen reconocidas cuando sus profesionales intentaran trabajar en otras jurisdicciones. Esto interesa a todos los topógrafos, sobre todo en un mundo que cada vez es más global. Canadá propuso que la ISO desa-



- **Digi3D**
Estación de fotogrametría digital
- **TopCal21**
Cálculos topográficos
- **MDTop**
Modelos digitales del terreno
- **AeroTri**
Programa de aerotriangulación

www.digi21.net

902 21 51 21

Ctra. Canillas 138
2º planta, oficina 16 C
C.P. 08047, Madrid

rollara unas normas oficiales que abordaran este problema. La FIG y otras organizaciones profesionales indicaron que ésta no era la forma de hacerlo y que el camino correcto era confiar este trabajo a las organizaciones profesionales del sector. En esencia, la FIG estaba de acuerdo en la necesidad de normas en esta área, pero no estaba convencida de que unas normas ISO fuesen el mecanismo adecuado para alcanzar la meta deseada.

Tras la celebración del congreso de la FIG de 1998, en Brighton (Reino Unido), se modificó la propuesta canadiense, en el sentido de que ISO hiciera un informe sobre el tema, echándose atrás en el inmediato desarrollo de una norma oficial. Esto se sometió a voto dentro del Comité Técnico 211 de ISO y pasó, por 12 votos contra 9. A estas alturas, la FIG tomó la decisión de participar en el trabajo, en lugar de ignorarlo, en base a que la influencia en ISO se gana mediante la participación activa. En paralelo, la FIG constituyó un Grupo de Trabajo sobre Reconocimiento Mutuo, bajo la dirección de Stig Enemark, para revisar los protocolos adecuados que asegurasen la transferibilidad de las calificaciones en el medio profesional. Este Grupo de Trabajo presentó su informe en el año 2002 (ver FIG 2002b)

El trabajo de ISO, con un pequeño grupo de expertos activos (incluyendo generalmente a un experto de la FIG), progresó lentamente de 1999 al año 2001. Adoptó el método de revisar los procedimientos de diversos países, complementando así el trabajo que la FIG había realizado a nivel regional. Se elaboró una propuesta, que se votó en el Comité Técnico 211, en otoño del año 2002, con un resultado abrumadoramente a favor y unos cuantos y limitados comentarios, haciendo reconsideraciones o enmiendas a la propuesta. La propuesta recomienda que una organización profesional internacional de amplia base debiera desarrollar un sistema de calificación y certificación adecuado, apoyándose en los sistemas que ya existen en diferentes países. La FIG organizó una mesa redonda en su congreso de Washington del año 2002, incluyendo a todas las partes más importantes, para discutir la propuesta y el trabajo de la FIG sobre el mutuo reconocimiento de calificaciones.

Como resultado del trabajo de los cinco últimos años, todas las partes apreciaron la motivación de las restantes y reconocieron que se esta intentando alcanzar una meta común. La normalización tiene sus deficiencias en un mundo en rápido cambio y el mutuo reconocimiento de calificaciones necesita de las organizaciones profesionales, tanto en el país exportador como en el importador de profesionales. Una solución completa probablemente se apoye en elementos de ambos. El siguiente paso clave, en conjunción con la publicación del informe final de la ISO, fue realizar otro seminario, con mesa redonda incluida, que se celebró en la primavera del 2003.

Mediante este trabajo, la FIG ha participado constructivamente en el trabajo de la ISO, en tanto que, paralelamente, ha continuado con sus actividades profesionales. El resultado ha sido un mayor entendimiento general de los temas tratados y de los puntos de vista de las partes afectadas. Una respuesta más crítica por parte de la FIG no hubiera despertado este flujo de comunicación y entendimiento, lo que hubiera conducido a una solución menos óptima. Es mediante este tipo de par-

ticipación como la FIG puede representar los intereses de sus miembros y de sus clientes, ambos esenciales para la organización profesional.

4. RECAPITULACIÓN

Las normas son de gran importancia para los topógrafos, tanto como profesionales como empresarios. Un compromiso activo y temprano con el proceso de normalización, por parte de las organizaciones profesionales tales como la FIG, debe asegurar que las normas sean más operativas y oportunas y que respondan a las necesidades de los topógrafos, de sus clientes y de la comunidad en su más amplio sentido. Éste es un papel muy importante para las asociaciones profesionales y en el que la FIG ha realizado unos avances significativos a lo largo de los últimos cinco años. Sin embargo, aun queda mucho camino por recorrer antes de que todos los miembros de la FIG estén al tanto de los temas de normalización que tienen importancia para ellos y estén proporcionando la colaboración adecuada al proceso de desarrollo de dichas normas. La creación de una Comisión de Normalización de la FIG, ligando íntimamente su trabajo al de las Comisiones de la FIG, es un desarrollo adicional en este sentido. En los próximos tres años la Comisión de Normalización debe facilitar un creciente entendimiento mutuo entre los topógrafos y los diseñadores de normas, introduciendo en el mundo de la Topografía los beneficios de la normalización.

REFERENCIA

- Becker, J-M., 2002. *Recommendations concerning survey instruments maintenance and quality specification*, proceedings of the FIG Congress, Washington DC, 2002. Disponible en la página web de la FIG (www.fig.net).
- Davies, P.W.F., 1997. *Current Issues in Business Ethics*, Routledge Publishing (la cita incluida en el texto se encuentra en el capítulo 7, pág. 92).
- DIN (German Institute for Standardisation), 1999. *Economic benefits of standardisation: summary of results*, disponible en la página web www.din.de/set/aktuelles/benefit.html
- FIG, 1994. Publication No 9: *Recommended procedures for routine checks of electro-optical distance meters (EDM)*. Disponible en la página web de la FIG (www.fig.net).
- FIG, 1995. Publication No 11: *The FIG statement on the cadastre*. Disponible en la página web de la FIG (www.fig.net).
- FIG, 2002a. Publication No 28: *FIG Guide on Standardisation*. Disponible en la página web de la FIG (www.fig.net).
- FIG, 2002b. Publication No 27: *Mutual Recognition of Professional Qualifications*. Disponible en la página web de la FIG (www.fig.net).
- Ostensen, O., 2001. *The expanding agenda of geographic information standards*, ISO Bulletin, July 2001.
- Ringstedt, N., 2001. *The need for International Standards for services has been identified – now we need solutions*, ISO Bulletin, March 2001.
- Se puede encontrar más información en las páginas web de ISO (www.iso.org), WTO (www.wto.org), FIG (www.fig.net), IVSC (www.ivsc.org) e ISO TC211 (www.isotc211.org). ■

Legislación: Ley del Catastro Inmobiliario (y III)

En el BOE del día 8 de marzo de 2004 se publicó el Real Decreto 1/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario.

Por su importancia para nuestra profesión se publica íntegramente, en números sucesivos, este Real Decreto.

☛ Continuación

MINISTERIO DE HACIENDA

REAL DECRETO 1/2004, de 5 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Catastro Inmobiliario.

TÍTULO V

De la constancia documental de la referencia catastral

Artículo 38. *Constancia documental y registral de la referencia catastral.*

La referencia catastral de los bienes inmuebles deberá figurar en los instrumentos públicos, mandamientos y resoluciones judiciales, expedientes y resoluciones administrativas y en los documentos donde consten los hechos, actos o negocios de trascendencia real relativos al dominio y demás derechos reales, contratos de arrendamiento, proyectos técnicos o cualesquiera otros relativos a los bienes inmuebles. Asimismo, se hará constar en el Registro de la Propiedad, en los supuestos legalmente previstos.

Artículo 39. *Excepciones.*

No será preciso hacer constar la referencia catastral en:

- a) Los documentos en que conste la cancelación de derechos reales de garantía.
- b) Los actos administrativos por los que se adopten o cancelen medidas tendentes a asegurar el cobro de deudas de derecho público.
- c) Los procedimientos que tengan por objeto los aplazamientos o fraccionamientos de pago regulados en la normativa recaudatoria y en los procedimientos de comprobación, investigación y liquidación tributaria, cuando dicha referencia sea ya conocida por la Administración tributaria.
- d) Las anotaciones que deban practicarse en el Registro de la Propiedad en cumplimiento y ejecución de una resolución judicial o de una resolución administrativa dictada en procedimiento de apremio.

Artículo 40. *Sujetos obligados.*

1. Están obligados a aportar la referencia catastral de los bienes inmuebles:

a) Ante la autoridad judicial o administrativa competente para instruir o resolver un procedimiento que afecte a los bienes inmuebles incluidos en el ámbito de aplicación de esta ley, los titulares de derechos reales o con trascendencia real sobre los citados bienes inmuebles.

b) Ante el notario, los requirentes u otorgantes del documento notarial en el que conste el hecho, acto o negocio constituido sobre el inmueble de que se trate. De no mediar la intervención de notario, las partes o interesados consignarán por sí la citada referencia en los documentos que otorguen o expidan.

c) Ante el Registro de la Propiedad, quienes soliciten del registrador la práctica de un asiento registral relativo a bienes inmuebles.

2. En los casos de modificaciones de fincas será suficiente la aportación de la referencia catastral de las fincas de origen, junto con el plano o proyecto, si fuera necesario para la operación de que se trate, que refleje las modificaciones realizadas.

3. Si fueran varios los obligados a aportar la referencia catastral, cumplida la obligación por uno, se entenderá cumplida por todos los obligados que pudieran concurrir con aquél.

Artículo 41. *Documentos acreditativos de la referencia catastral.*

1. La referencia catastral de los inmuebles se hará constar en los expedientes y resoluciones administrativas, en los instrumentos públicos y en el Registro de la Propiedad por lo que resulte del documento que el obligado exhiba o aporte, que deberá ser uno de los siguientes, siempre que en éste conste de forma indubitada dicha referencia:

- a) Certificación catastral electrónica obtenida por los procedimientos telemáticos que se aprueben por resolución de la Dirección General del Catastro.
- b) Certificado u otro documento expedido por el Gerente o Subgerente del Catastro.
- c) Escritura pública o información registral.
- d) Último recibo justificante del pago del Impuesto sobre Bienes Inmuebles.

2. Cuando la autoridad judicial o administrativa, o los notarios o registradores de la propiedad obtengan directamente las certificaciones catastrales a que se refiere el párrafo a) del apartado 1, los otorgantes del documento público o solicitantes de la inscripción registral quedarán excluidos de la obligación a que se refiere el artículo anterior.

3. La competencia para expedir u obtener el certificado a que se refiere el párrafo b) del apartado 1 podrá ser delegada en órganos de la propia o distinta Administración.

Artículo 42. *Plazo de aportación.*

La referencia catastral de los bienes inmuebles deberá aportarse ante la autoridad judicial o administrativa en el plazo de 10 días a contar desde aquél en que se practique el correspondiente requerimiento, ante el notario con anterioridad a la autorización del documento y ante el registrador de la propiedad durante el plazo de despacho de éste.

Artículo 43. *Advertencia de incumplimiento.*

1. El órgano competente para instruir el procedimiento administrativo, el notario o el registrador de la propiedad deberá advertir a los interesados, de forma expresa y escrita, en los casos en que incurran en incumplimiento de la obligación establecida en este título.

2. Asimismo, en los casos en que no se cumplan los requisitos establecidos en el párrafo a) del artículo 14, los notarios y registradores de la propiedad deberán advertir expresamente a los interesados de que subsiste la obligación de declarar prevista en el apartado 2 del artículo 13.

Artículo 44. *Efectos del incumplimiento de la obligación de aportar la referencia catastral.*

1. La falta de aportación de la referencia catastral en el plazo legalmente previsto se hará constar en el expediente o resolución administrativa, en el propio documento notarial o en nota al margen del asiento y al pie del título inscrito en el Registro de la Propiedad.

2. La falta de aportación de la referencia catastral:

a) No suspenderá la tramitación del procedimiento ni impedirá su resolución.

b) No impedirá que los notarios autoricen el documento ni afectará a su eficacia o a la del hecho, acto o negocio que contenga.

3. La no constancia de la referencia catastral en los documentos inscribibles o su falta de aportación no impedirá la práctica de los asientos correspondientes en el Registro de la Propiedad, conforme a la legislación hipotecaria.

4. Lo dispuesto en el apartado 2 se entiende sin perjuicio de lo especialmente regulado para supuestos concretos en los que se exija la aportación de determinada documentación catastral como requisito para continuar el procedimiento o de lo legalmente establecido para el caso de que la resolución fuera inscribible en el Registro de la Propiedad.

Artículo 45. *Correspondencia de la referencia catastral con la identidad de la finca.*

A efectos de lo dispuesto en este título, se entenderá que la referencia catastral se corresponde con la identidad de la finca en los siguientes casos:

a) Siempre que los datos de situación, denominación y superficie, si constara esta última, coincidan con los del título y, en su caso, con los del Registro de la Propiedad.

b) Cuando existan diferencias de superficie que no sean superiores al 10 por ciento y siempre que, además, no existan dudas fundadas sobre la identidad de la finca derivadas de otros datos descriptivos. Si hubiera habido un cambio en el nomenclátor y numeración de calles, estas circunstancias deberán acreditarse, salvo que le constaran al órgano competente, notario o registrador.

Artículo 46. *Constancia de la referencia catastral en documentos administrativos.*

El órgano competente para instruir un procedimiento administrativo que afecte a los bienes inmuebles incluidos en el ámbito de aplicación de esta ley requerirá a los titulares de derechos reales o de trascendencia real sobre éstos para que aporten la documentación acreditativa de la referencia catastral a que se refiere el artículo 41, salvo que la pueda obtener por procedimientos telemáticos. En la resolución que ponga fin al procedimiento se hará constar la referencia catastral, así como el justificante en su caso aportado, haciendo constar si la referencia catastral se corresponde con la identidad de la finca en los términos establecidos en el artículo anterior.

Artículo 47. *Constancia de la referencia catastral en documentos notariales.*

1. Los notarios deberán solicitar a los otorgantes o requerentes de los instrumentos públicos a que se refiere el artículo 38 que aporten la documentación acreditativa de la referencia catastral conforme a lo previsto en el artículo 41, salvo que la pueda obtener por procedimientos telemáticos, y transcribirán en el documento que autoricen dicha referencia catastral, incorporando a la matriz el documento aportado para su traslado en las copias.

2. En los supuestos a que se refiere el artículo 40.2, el notario remitirá copia simple de la escritura, junto con el plano o proyecto, si se lo presentase el interesado, al Catastro, para que por éste se expida nueva referencia catastral. El Catastro notificará la nueva referencia catastral, además de al titular de la finca afectada, al notario autorizante del documento, para su constancia en la matriz por diligencia o nota al margen de la descripción de la finca.

En estos casos el notario, a instancia de los interesados, transcribirá la nota o diligencia de la matriz en la copia ya expedida que se le presente.

Artículo 48. *Constancia registral de la referencia catastral.*

1. La constancia de la referencia catastral en los asientos del Registro de la Propiedad tiene por objeto, entre otros, posibilitar el trasvase de información entre el Registro de la Propiedad y el Catastro Inmobiliario.

2. El registrador, una vez calificada la documentación presentada, recogerá en el asiento como uno más de los datos descriptivos de la finca, la referencia catastral que se le atribuya por los otorgantes en el documento inscribible, cuando exista correspondencia entre la referencia catastral y la identidad de la finca en los términos expresados en el artículo 45.

3. No obstante lo dispuesto en el apartado anterior, se podrá reflejar registralmente la identificación catastral de las fincas como operación específica, de acuerdo con lo legalmente previsto.

4. Si la referencia catastral inscrita sufriera alguna modificación que no se derive de una modificación de las características físicas de la finca, bastará para su constancia la certificación expedida al efecto por el Catastro.

LA NUEVA OPCIÓN



SOUTH



DISTRIBUIDOR PARA ESPAÑA



ORSEÑOR, S.L.
TOPOGRAFÍA

www.orsenor.com

orsenor@ctv.es

radillo, 26 - 28002 MADRID / Tf: 914167454 - 914156604 / Fax: 91415630

5. Las discrepancias en la referencia catastral no afectarán a la validez de la inscripción.

Artículo 49. Constatación de la referencia catastral.

1. Cuando el órgano competente para instruir un procedimiento administrativo, el notario o el registrador de la propiedad considere que la referencia catastral que resulte de los documentos aportados por el interesado, no obstante haber identidad en los términos expresados en el artículo 45, pueda no coincidir con la correspondiente al inmueble objeto del hecho, acto o negocio jurídico documentado, lo comunicará al Catastro solicitando certificación o documento informativo, que le será remitido por cualquier medio que permita su constancia, en el plazo más breve posible, y siempre dentro de los cinco días hábiles siguientes al de recepción de la solicitud.

2. En los procedimientos administrativos dicha certificación se incorporará al expediente previa audiencia de los interesados, aunque este estuviera ya resuelto.

3. No obstante lo dispuesto en el apartado 1, en los documentos notariales, el notario, en caso de urgencia alegada por los otorgantes, podrá autorizar el documento haciéndolo constar así, transcribiendo en él la referencia catastral, reseñando el justificante aportado y expresando su duda sobre la correspondencia de la referencia catastral con el inmueble. Autorizado el documento, el notario se abstendrá de hacer constar la referencia comunicada por el Catastro sin que medie consentimiento para ello de los otorgantes.

4. El registrador de la propiedad, cuando le sea remitido el certificado o documento informativo, previa calificación favorable, hará constar la referencia en el asiento, o si éste ya se hubiera practicado, por nota al margen de él, consignándolo, en su caso, también por nota, al pie del título.

TÍTULO VI

Del acceso a la información catastral

Artículo 50. Normativa aplicable.

1. La difusión de la información catastral a que se refieren los artículos 2 y 4 se regirá por lo dispuesto en este título.

2. La entrega y utilización de información catastral gráfica y alfanumérica estarán sujetas a la legislación sobre la propiedad intelectual. Los derechos de autor corresponderán, en todo caso, a la Administración General del Estado.

De igual forma, dicha entrega y utilización estará sujeta a la exacción de las tasas que correspondan, de conformidad con lo establecido en el título VII.

3. De conformidad con lo dispuesto en los artículos 4.3 y 37.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, el acceso a la información catastral podrá ser denegado de forma motivada por la Dirección General del Catastro cuando su ejercicio pueda causar un perjuicio grave a sus intereses o al cumplimiento de sus propias funciones o afectar a la eficacia del funcionamiento del servicio público.

4. La información catastral únicamente se facilitará en los formatos disponibles en la Dirección General del Catastro, utilizando siempre que sea posible técnicas y medios electrónicos, informáticos y telemáticos.

Artículo 51. Datos protegidos.

A efectos de lo dispuesto en este título, tienen la consideración de datos protegidos el nombre, apellidos, razón social,

código de identificación y domicilio de quienes figuren inscritos en el Catastro Inmobiliario como titulares, así como el valor catastral y los valores catastrales del suelo y, en su caso, de la construcción de los bienes inmuebles individualizados.

Artículo 52. Condiciones generales del acceso.

1. Todos podrán acceder a la información de los inmuebles de su titularidad y a la información de datos no protegidos contenidos en el Catastro Inmobiliario.

2. La Dirección General del Catastro podrá autorizar la transformación y posterior distribución de la información catastral en los términos previstos en el artículo 21 del texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, previa petición del interesado en la que deberá constar el número de copias del producto transformado que se pretenda distribuir.

Artículo 53. Acceso a la información catastral protegida.

1. El acceso a los datos catastrales protegidos sólo podrá realizarse mediante el consentimiento expreso, específico y por escrito del afectado, o cuando una ley excluya dicho consentimiento o la información sea recabada en alguno de los supuestos de interés legítimo y directo siguientes:

a) Para la ejecución de proyectos de investigación de carácter histórico, científico o cultural auspiciados por universidades o centros de investigación, siempre que se califiquen como relevantes por el Ministerio de Hacienda.

b) Para la identificación de las fincas, por los notarios y registradores de la propiedad y, en particular, para el cumplimiento y ejecución de lo establecido en el título V.

c) Para la identificación de las parcelas colindantes, con excepción del valor catastral de cada uno de los inmuebles, por quienes figuren en el Catastro Inmobiliario como titulares.

d) Por los titulares o cotitulares de derechos de trascendencia real o de arrendamiento o aparcería que recaigan sobre los bienes inmuebles inscritos en el Catastro Inmobiliario, respecto a dichos inmuebles.

e) Por los herederos y sucesores, respecto de los bienes inmuebles del causante o transmitente que figure inscrito en el Catastro Inmobiliario.

2. No obstante, podrán acceder a la información catastral protegida, sin necesidad de consentimiento del afectado:

a) Los órganos de la Administración General del Estado y de las demás Administraciones públicas territoriales, la Agencia Estatal de Administración Tributaria y las entidades gestoras y servicios comunes de la Seguridad Social, con las limitaciones derivadas de los principios de competencia, idoneidad y proporcionalidad.

b) Las comisiones parlamentarias de investigación, el Defensor del Pueblo y el Tribunal de Cuentas, así como las instituciones autonómicas con funciones análogas.

c) Los jueces y tribunales y el Ministerio Fiscal.

d) Los organismos, corporaciones y entidades públicas, para el ejercicio de sus funciones públicas, a través de la Administración de la que dependan y siempre que concurren las condiciones exigidas en el párrafo a).

Artículo 54. Recurso de alzada.

Corresponderá al Director General del Catastro la competencia para resolver el recurso de alzada establecido en la sección 2.ª del capítulo II del título VII de la Ley 30/1992, de 26 de

noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, que se interponga contra las resoluciones dictadas en aplicación de lo previsto en este título.

TÍTULO VII

De las tasas catastrales

CAPÍTULO I

Tasa por inscripción catastral

Artículo 55. *Objeto y naturaleza.*

La tasa por inscripción catastral es un tributo estatal que grava la incorporación de bienes inmuebles en el Catastro Inmobiliario y la modificación de sus datos descriptivos a petición de parte.

Artículo 56. *Hecho imponible.*

Constituye el hecho imponible de la tasa por inscripción catastral la incorporación o modificación de datos en el Catastro Inmobiliario, practicada en virtud de la declaración de cada uno de los siguientes hechos, actos o negocios:

a) La realización de nuevas construcciones y la ampliación, rehabilitación, demolición o derribo de las existentes, ya sea total o parcial, que no sean obras de mera conservación y mantenimiento de los edificios o afecten únicamente a características ornamentales o decorativas.

b) Los cambios de clase de cultivo o de aprovechamiento en los bienes inmuebles de naturaleza rústica.

c) La modificación de uso o destino de los bienes inmuebles que no conlleven ninguna de las alteraciones contempladas en los párrafos anteriores.

d) La constitución, modificación o adquisición de la titularidad de los derechos reales de usufructo o de superficie y de una concesión administrativa sobre bienes inmuebles o sobre los servicios públicos a los que se hallen afectos.

e) La segregación o división de bienes inmuebles y la agrupación o agrupación de éstos.

Artículo 57. *Sujetos pasivos.*

Serán sujetos pasivos de la tasa por inscripción catastral las personas naturales y jurídicas y las comunidades y entidades sin personalidad a las que se refiere el artículo 9.3 que efectúen la declaración.

Artículo 58. *Exención.*

1. Estarán exentos de la tasa por inscripción catastral la Administración General del Estado, las Administraciones de las comunidades autónomas, las entidades que integran la Administración local y los demás entes públicos territoriales e institucionales cuando actúen en interés propio y directo para el cumplimiento de sus fines.

Estas exenciones se concederán previa petición de la entidad interesada, que deberá acreditar la concurrencia de los requisitos anteriormente indicados.

2. Así mismo, estarán exentos de la tasa por inscripción catastral quienes efectúen las declaraciones con el programa informático de ayuda suministrado por la Dirección General del Catastro.

Artículo 59. *Devengo.*

La tasa por inscripción catastral se devengará el día en que se presente la declaración catastral, momento en el que deberá justificarse el pago.

Artículo 60. *Elementos cuantitativos.*

La cuantía de la tasa por inscripción catastral será de 3,20 euros por cada inmueble rústico y de 6,20 euros por cada inmueble urbano o de características especiales que, en cada caso, se vea afectado por el hecho imponible, excepto para los cambios de clase de cultivo o de aprovechamiento en los bienes inmuebles rústicos, que será de 3,20 euros por cada una de las subparcelas rústicas afectadas. A tal efecto, se entenderá por inmuebles o subparcelas afectadas las resultantes del hecho, acto o negocio cuya inscripción se solicite.

CAPÍTULO II

Tasa de acreditación catastral

Artículo 61. *Objeto y naturaleza.*

La tasa de acreditación catastral es un tributo estatal que grava la expedición de documentos por la Dirección General del Catastro, a petición de parte.

Artículo 62. *Hecho imponible.*

Constituye el hecho imponible de la tasa de acreditación catastral la expedición por la Dirección General del Catastro o por las Gerencias y Subgerencias del Catastro, a instancia de parte, de certificaciones en las que figuren datos que consten en el Catastro Inmobiliario, salvo que se obtengan directamente por medios telemáticos, y de copia de los siguientes documentos:

- a) Ortofotografía.
- b) Fotografía aérea.
- c) Cartografía.
- d) Información alfanumérica digital.
- e) Copias de información no gráfica de expedientes.

Artículo 63. *Sujetos pasivos.*

Serán sujetos pasivos de la tasa de acreditación catastral las personas naturales y jurídicas, y las comunidades y entidades sin personalidad a las que se refiere el artículo 9.3, que soliciten el correspondiente documento o certificación catastral.

Artículo 64. *Exención.*

1. Estarán exentos de la tasa de acreditación catastral la Administración General del Estado, las Administraciones de las comunidades autónomas, las entidades que integran la Administración local y los demás entes públicos territoriales e institucionales, cuando actúen en interés propio y directo para el cumplimiento de sus fines, siempre que necesiten disponer de información catastral para el ejercicio de sus competencias. Estas exenciones se concederán previa petición de la entidad interesada, que deberá acreditar la concurrencia de los requisitos anteriormente indicados.

Estas mismas entidades estarán exentas cuando la información catastral solicitada se destine a la tramitación de procedimientos iniciados a instancia de parte que tengan por objeto la concesión de ayudas y subvenciones públicas.

2. Asimismo, gozarán de exención:

a) Las instituciones que soliciten la información catastral para la tramitación de los procedimientos de asistencia jurídica gratuita.

b) Los notarios y registradores de la propiedad, en los casos previstos en el título V, respecto a datos necesarios para la constancia documental de la referencia catastral.

c) Las entidades que hayan firmado con la Dirección General del Catastro un convenio o acuerdo de colaboración para el mantenimiento, actualización o generación de la información catastral.

Artículo 65. *Devengo.*

La tasa de acreditación catastral se devengará en el momento de la entrega del documento acreditativo solicitado por el sujeto pasivo, sin perjuicio de la posibilidad de exigir su depósito previo.

Artículo 66. *Elementos cuantitativos.*

1. La cuantía de la tasa de acreditación catastral será:

a) Por certificaciones catastrales literales: 3,20 euros por cada documento expedido, que se incrementará en 3,20 euros por cada uno de los bienes inmuebles a que se refiera el documento.

b) Por certificaciones catastrales descriptivas y gráficas referidas únicamente a un inmueble, la cuantía será de 12,40 euros por documento expedido.

Cuando las certificaciones descriptivas y gráficas incorporen, a petición del interesado, datos de otros inmuebles, la cuantía se incrementará en 3,20 euros por cada inmueble.

2. La cuantía de la tasa por las certificaciones a que se refiere el apartado anterior se incrementará en 31,20 euros cuando incorporen algún dato referido a una fecha anterior en más de cinco años al momento de la solicitud.

3. No obstante, por cada uno de los documentos que específicamente se relacionan las cuantías de la tasa serán las siguientes:

a) Copia de ortofotografías en papel fotográfico o diapositiva: 31,20 euros/unidad.

b) Copia de ortofotografías en papel opaco: 12,40 euros/unidad.

c) Copia de ortofotografías en soporte digital: 31,20 euros/unidad.

d) Copia de fotografía aérea en positivo por contacto: 9,40 euros/unidad.

e) Copia de fotografía aérea en papel opaco: 6,20 euros/unidad.

f) Copia de cartografía en papel opaco DIN A-3 o DIN A-4: 6,20 euros/unidad.

g) Copia de cartografía en papel opaco en tamaño superior a DIN A-3: 12,40 euros/unidad.

h) Copia de cartografía en papel reproducible: 31,20 euros/unidad.

i) Copia de cartografía digitalizada de bienes inmuebles urbanos y de características especiales: 3,20 euros/hectárea.

j) Copia de cartografía digitalizada de bienes inmuebles urbanos y de características especiales para su transformación y

distribución: 0,40 euros/hectárea por cada copia que se autorice a distribuir.

k) Copia de cartografía digitalizada de bienes inmuebles rústicos: 0,20 euros/hectárea.

l) Copia de cartografía digitalizada de bienes inmuebles rústicos para su transformación y distribución: 0,03 euros/hectárea por cada copia que se autorice a distribuir.

m) Información alfanumérica digital: 0,06 euros/registro.

n) Expedición de copias de información no gráfica de expedientes: 0,40 euros/hoja.

CAPÍTULO III

Liquidación, gestión y pago de las tasas catastrales

Artículo 67. *Liquidación.*

1. Los sujetos pasivos de la tasa por inscripción catastral están obligados a practicar las operaciones de autoliquidación tributaria necesarias para el ingreso de su importe.

2. La tasa de acreditación catastral será objeto de liquidación por la Dirección General del Catastro o las Gerencias y Subgerencias del Catastro.

Artículo 68. *Gestión.*

1. La gestión de la tasa por inscripción catastral y la comprobación de la autoliquidación corresponde a las Gerencias y Subgerencias del Catastro que efectúen la incorporación o modificación de datos catastrales.

Los ayuntamientos, diputaciones provinciales, comunidades autónomas uniprovinciales, cabildos y consejos insulares y demás entidades territoriales verificarán el abono de la tasa cuando tengan delegada por la Dirección General del Catastro la tramitación de la inscripción.

Cuando la tramitación para la inscripción catastral sea realizada por delegación por las entidades indicadas en el párrafo anterior, el 50 por ciento del importe de la tasa de inscripción catastral recaudada corresponderá a dichas entidades.

2. La gestión de la tasa de acreditación catastral corresponde a la Dirección General del Catastro o a las Gerencias y Subgerencias del Catastro que expidan las certificaciones o los documentos.

Artículo 69. *Pago.*

El pago de las tasas se realizará en efectivo por el procedimiento establecido en la normativa que regula la gestión recaudatoria de las tasas de la Hacienda pública, y deberá justificarse en el momento en que se efectúe la declaración para la incorporación o modificación en el Catastro Inmobiliario o en el momento de la entrega del documento acreditativo solicitado por el sujeto pasivo.

TÍTULO VIII

De las infracciones y sanciones

Artículo 70. *Infracciones.*

Constituirán infracción tributaria simple los siguientes hechos o conductas, siempre que no operen como elemento de graduación de la sanción:

a) La falta de presentación de las declaraciones, no efectuarlas en plazo y la presentación de declaraciones falsas, incompletas o inexactas. Si fueran varios los obligados a pre-

El récord de velocidad para este tramo de autopista no ha sido fijado por un coche deportivo sino mas bien por un topógrafo.

Es increíble las clases de velocidad que pueden existir en un tramo de la autopista como éste.

Especialmente cuando un topógrafo tiene la ventaja de trabajar con una solución topográfica total de Trimble. Nuestros productos no sólo son robustos y ligeros sino que también han sido diseñados para funcionar conjuntamente con los mismos datos en un entorno gráfico común. De este modo simplifica el flujo de trabajo mientras incrementa la productividad y reduce las curvas de aprendizaje. Además, ya vienen preparados con la señal L2C.

Para entender mejor por qué Trimble debe ser su solución topográfica total, visite www.trimble.es.



Trimble Navigation Iberica S.L.
Vía de las Dos Castillas No. 33
ATICA. Edificio 6. Despacho B2
28224 Pozuelo de Alarcón, Madrid
Tel: +34 91 351 01 00
Fax: +34 91 351 3443

©2004, Trimble Navigation Limited. Reservados todos los derechos. Es una marca comercial de Trimble e Navigation Limited la Oficina de Patentes y Marcas Comerciales de los logos del triángulo topográfico y el triángulo es una marca Trimble Navigation Limited. Todas las otras marcas son propiedad respectiva de sus dueños.

 **Trimble**

*Technology Solutions for
the Right Place and Time*

www.trimble.es

sentar una declaración, cumplida la obligación por uno de ellos, se entenderá cumplida por todos.

b) El incumplimiento del deber de aportar la referencia catastral a que se refiere el artículo 40, aunque quedan exonerados de responsabilidad los interesados que acrediten haber solicitado del Catastro Inmobiliario la referencia catastral de las fincas afectadas.

c) El incumplimiento del deber de comunicación a que se refiere el artículo 14.

d) El incumplimiento del deber de suministrar datos, informes o antecedentes a que se refiere el artículo 36.

e) La resistencia, excusa o negativa a las actuaciones de la Administración catastral, ya sea en fase de gestión o de inspección.

Artículo 71. Régimen sancionador.

1. Las infracciones tipificadas en el artículo anterior se sancionarán con multa de 60 a 6.000 euros, salvo que se trate de la presentación de declaraciones falsas, incompletas o inexactas, o de la conducta prevista en el párrafo d) del citado artículo, en cuyo caso la multa será de seis a 60 euros por cada dato omitido, falseado o incompleto que debiera figurar en las declaraciones o ser aportado en virtud de los requerimientos efectuados y sin que la cuantía total de la sanción pueda exceder de 6.000 euros. Si, como consecuencia de la resistencia del sujeto infractor, la Administración no pudiera conocer la información solicitada ni el número de datos que ésta debiera comprender, la infracción se sancionará con multa de 1.000 a 6.000 euros.

2. Las sanciones se graduarán atendiendo en cada caso concreto a los siguientes criterios, conforme a las reglas de aplicación que se determinen reglamentariamente:

- a) La comisión repetida de infracciones tributarias.
- b) La resistencia, negativa u obstrucción a la acción investigadora de la Administración catastral.
- c) La utilización de medios fraudulentos en la comisión de la infracción o la comisión de ésta por medio de persona interpuesta. A estos efectos, se considerará medio fraudulento el empleo de documentos falsos o falseados.
- d) La falta de cumplimiento espontáneo o el retraso en el cumplimiento de las obligaciones o deberes formales o de colaboración.
- e) La trascendencia para la eficacia de la gestión catastral de los datos, informes o antecedentes no facilitados y, en general, del incumplimiento de las obligaciones formales y de colaboración o información a la Administración tributaria.

Disposición adicional única. Renovación del catastro rústico.

1. Sólo podrá procederse a la determinación de valores catastrales en el ámbito de los bienes inmuebles rústicos con arreglo a lo dispuesto en título II de esta ley, cuando en el respectivo municipio se haya efectuado, previa o simultáneamente, la renovación del Catastro.

A estos efectos, se considerará ya renovado el Catastro de los bienes inmuebles rústicos de los municipios en los que la rectificación de las características catastrales se realizó sobre ortofotomapa y que disponían de cartografía digitalizada a la entrada en vigor de la Ley 24/2001, de 27 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social, cuya relación fue publicada en el «Boletín Oficial del Estado» mediante Resolución de la Dirección General del Catastro, de 9 de mayo de 2002.

2. La renovación, que se iniciará mediante anuncio publicado en el boletín oficial de la provincia y se desarrollará de oficio, tendrá por objeto la rectificación general, a partir de bases gráficas actualizadas, de las características catastrales de los citados bienes, entre las que se encontrará su valor catastral obtenido de conformidad con lo establecido en la disposición transitoria segunda de esta ley.

Previo anuncio en el boletín oficial de la provincia, las características catastrales renovadas se expondrán al público en el ayuntamiento durante un plazo mínimo de 15 días. En este período y durante los 15 días siguientes a su finalización los interesados podrán presentar alegaciones.

La resolución por la que se aprueben las nuevas características catastrales, cuyos efectos se producirán con arreglo a lo dispuesto en el artículo 57.1 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, se notificará a los interesados mediante su publicación en el ayuntamiento por un plazo de 15 días, previo anuncio de exposición en el boletín oficial de la provincia, sin perjuicio de que, si así lo solicitan en el expresado plazo, puedan obtener gratuitamente copia de las características catastrales de sus inmuebles.

3. Las nuevas características catastrales se incorporarán al padrón catastral del año siguiente a su aprobación.

El plazo máximo de resolución de este procedimiento será de 18 meses contados a partir de su inicio. No obstante, podrá ampliarse dicho plazo por otros 18 meses por circunstancias excepcionales o cuando se trate de actuaciones que revistan especial complejidad. El incumplimiento de este plazo producirá la caducidad del expediente.

Disposición transitoria primera. Clasificación de bienes inmuebles y contenido de las descripciones catastrales.

1. La clasificación de los bienes inmuebles rústicos y urbanos establecida por esta ley tendrá efectividad desde el 1 de enero de 2006. Las incorporaciones o modificaciones en el Catastro Inmobiliario que para ello procedan se realizarán de oficio por la Dirección General del Catastro y no requerirán notificación individualizada a los titulares catastrales, siempre que no se modifique la descripción catastral de dichos bienes.

Hasta dicha fecha, los bienes inmuebles que figuren o que se den de alta en el Catastro Inmobiliario tendrán la naturaleza que les correspondería conforme a la normativa anterior a la entrada en vigor de la Ley 48/2002, de 23 de diciembre, del Catastro Inmobiliario.

No obstante, en los procedimientos de valoración colectiva de carácter general que se hubieran iniciado a partir de la entrada en vigor de la Ley 48/2002, de 23 de diciembre, del Catastro Inmobiliario, será de aplicación la clasificación de bienes contenida en esta ley, con la excepción de las construcciones ubicadas en suelo rústico, que se registrarán por lo establecido en el párrafo anterior.

2. Los bienes inmuebles de características especiales que, a la entrada en vigor de la Ley 48/2002, de 23 de diciembre, del Catastro Inmobiliario, consten en el Catastro Inmobiliario conforme a su anterior naturaleza mantendrán hasta el 31 de diciembre de 2005 el valor, sin perjuicio de su actualización cuando proceda, así como el régimen de valoración.

La incorporación al Catastro Inmobiliario de los restantes inmuebles que, conforme a esta ley, tengan la condición de bienes inmuebles de características especiales se practicará antes del 31 de diciembre de 2005.

3. La descripción de los bienes inmuebles contenida en el Catastro Inmobiliario a la entrada en vigor de la Ley 48/2002,

de 23 de diciembre, del Catastro Inmobiliario, se mantendrá hasta que tenga lugar la práctica de otra posterior conforme a los procedimientos de incorporación regulados en esta ley o hasta que por cualquier otro medio se modifique, sin perjuicio de la actualización de valores.

No obstante, será a partir del 1 de enero de 2005 cuando se incorporen las titularidades que correspondan conforme a los supuestos y reglas de esta ley, siempre que así resulte de los procedimientos de declaración, comunicación, solicitud, subsanación de discrepancias e inspección catastral previstos en ella e iniciados con posterioridad a la citada fecha.

Disposición transitoria segunda. Valoración catastral de bienes inmuebles rústicos.

Lo establecido en el título II de esta ley para la determinación del valor catastral queda en suspenso respecto a los bienes inmuebles rústicos hasta que mediante ley se establezca la fecha de su aplicación.

Hasta ese momento, el valor catastral de los referidos bienes será el resultado de capitalizar al tres por ciento el importe de las bases liquidables vigentes para la exacción de la Contribución Territorial Rústica y Pecuaria correspondiente al ejercicio 1989, obtenidas mediante la aplicación de los tipos evaluatorios de dicha contribución, prorrogados en virtud del Real Decreto Ley 7/1988, de 29 de diciembre, o de los que se hayan aprobado posteriormente en sustitución de ellos, y sin perjuicio de su actualización anual mediante los coeficientes establecidos y los que establezcan las Leyes de Presupuestos Generales del Estado, una vez incorporadas las alteraciones catastrales que hayan experimentado o experimenten en cada ejercicio.

Disposición transitoria tercera. Constancia documental y registral de la referencia catastral de bienes inmuebles rústicos.

No será de aplicación lo establecido en el título V de esta ley a los bienes inmuebles rústicos situados en los municipios en los que no haya finalizado la renovación del Catastro Rústico conforme a lo previsto en la disposición adicional única de esta ley.

Disposición transitoria cuarta. Normativa preexistente.

Hasta tanto se lleven a efecto las previsiones de desarrollo reglamentario contenidas en esta ley, continuarán en vigor, en cuanto no se opongan a ésta, las normas reglamentarias existentes, así como cualquier otra dictada en desarrollo de la normativa anterior a la Ley 48/2002, de 23 de diciembre, del Catastro Inmobiliario.

Las referencias contenidas en dicha normativa anterior a revisiones catastrales, fijaciones, revisiones y modificaciones de valores y modificaciones de ponencias se entenderán hechas a los procedimientos de valoración colectiva general o parcial, o, en su caso, al procedimiento de determinación del valor ca-

stral de los bienes inmuebles de características especiales, y las realizadas a alteraciones de orden físico, económico o jurídico concerniente a los bienes inmuebles, a los hechos, actos o negocios susceptibles de incorporación en el Catastro Inmobiliario. Igualmente, las referencias anteriores a los cambios de cultivo o aprovechamiento se entenderán realizadas a los cambios de clase de cultivo o aprovechamiento.

De igual forma, las referencias al procedimiento previsto para cambios de naturaleza y aprovechamiento en el artículo 71.3 de la Ley 39/1988, de 28 de diciembre, reguladora de las Haciendas Locales, en su redacción dada por la Ley 50/1998, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social, se entenderán hechas al procedimiento simplificado de valoración colectiva.

Disposición transitoria quinta. Procedimientos en tramitación.

1. A los procedimientos iniciados antes de la entrada en vigor de la Ley 48/2002, de 23 de diciembre, del Catastro Inmobiliario, ésta no les será de aplicación, ni tampoco esta ley, rigiéndose por la normativa anterior.

2. Los procedimientos de rectificación general de las características catastrales de los bienes inmuebles de naturaleza rústica iniciados y no finalizados a la entrada en vigor de la Ley 24/2001, de 27 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social, se regirán por lo establecido en la disposición adicional única de esta ley, incluido el plazo máximo de 18 meses para la resolución del procedimiento, si bien éste comenzará a contarse a partir del 1 de enero de 2002.

Disposición transitoria sexta. Referencias a la Ley General Tributaria.

Hasta la entrada en vigor de la Ley 58/2003, de 17 de diciembre, General Tributaria, las remisiones a dicha norma contenidas en esta ley se entenderán realizadas a la Ley 230/1963, de 28 de diciembre, General Tributaria, y a la Ley 1/1998, de 26 de febrero, de Derechos y Garantías de los Contribuyentes. En particular, las remisiones contenidas en el apartado 1 del artículo 16, en el apartado 2 del artículo 29 y en los apartados 1 y 2 del artículo 36 de esta ley se entenderán realizadas, respectivamente, al artículo 116, a los apartados 4 y 5 del artículo 105 y a los artículos 111 y 112 de la Ley 230/1963, de 28 de diciembre, General Tributaria.

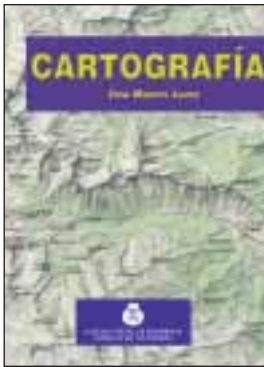
Disposición final primera. Título competencial.

Esta ley se dicta al amparo de lo establecido en el artículo 149.1.14.a de la Constitución Española.

Disposición final segunda. Facultad de desarrollo de la ley.

Se faculta al Gobierno para dictar cuantas disposiciones sean necesarias para el desarrollo y ejecución de esta ley. ■

Libros 'Técnicos



Título: Cartografía
Autor: José Martín López

33,10 € Ref. 701
(24,10 € colegiados y alumnos E.U.I.T.T.)



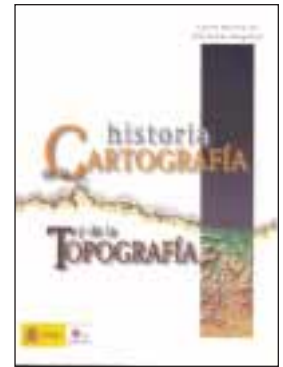
Título: Las series del mapa topográfico de España a Escala 1:50.000
Autores: Luis Urteaga y Francesc Nadal

21,03 € Ref.: 038



Título: Cartógrafos Españoles
Autor: José Martín López

27,10 € Ref.: 021



Título: Historia de la Cartografía y de la Topografía
Autor: José Martín López

41,60 € Ref. 039



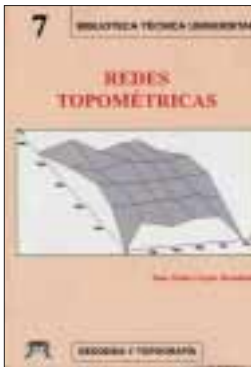
Título: Fotogrametría Moderna: Analítica y Digital
Autor: José Luis Lerma García

43,34 € Ref. 5006



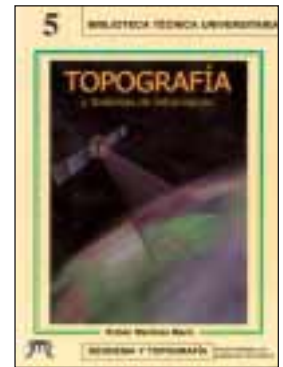
Título: Fotogrametría analítica
Autores: Felipe Buill - Amparo Núñez - Juan José Rodríguez

11,54 € Ref.: 804



Título: Redes Topométricas
Autor: Juan Pedro Carpio Hernández

22,83 € Ref. 6008



Título: Topografía y Sistemas de Información
Autor: Rubén Martínez Marín

18,10 € Ref.: 6006



Título: Problemas de Fotogrametría I
Autor: José Lerma García

10,20 € Ref.: 5001



Título: Problemas de Fotogrametría II
Autor: José Lerma García

11,75 € Ref.: 5003



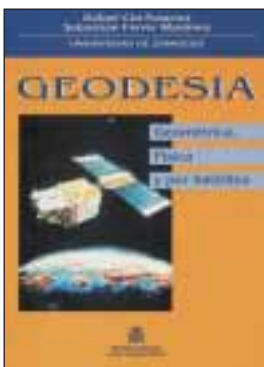
Título: Problemas de Fotogrametría III
Autor: José Lerma García

8,70 € Ref.: 5002



Título: Aerotriangulación: Cálculo y Compensación de un bloque fotogramétrico
Autor: José Lerma García

18,54 € Ref.: 5004



Título: Geodesia (Geométrica, Física y por Satélites)
Autores: R. Cid Palacios y S. Ferrer Mtez.

24,10 € Ref.: 030



Título: Geodesia y Cartografía Matemática
Autor: Fernando Martín Asín

32 € Ref. 205



Título: Transformaciones de coordenadas
Autores: J. A. Pérez y J. A. Ballell

18 € Ref.: 6007

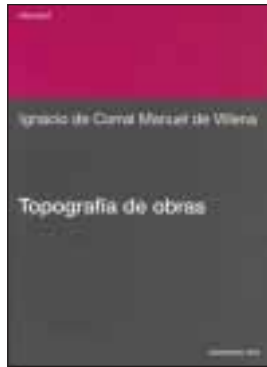


Título: Catastro de Rústica
Autores: José Luis Berné Valero y Carmen Femenia Ribera

31,68 € Ref. 5005



Título: **Sistemas de Información Geográfica Prácticas con ArcView**
 Autores: N. Lantada Zarzosa y M. A. Núñez Andrés
19,00 € Ref. 803



Título: **Topografía de obras**
 Autor: Ignacio de Corral Manuel de Villena
25,00 € Ref. 802



Título: **Topografía subterránea para minería y obras**
 Autores: Miquel Estruch Serra y Ana Tapia Gómez
30,00 € Ref. 804



Título: **Fundamentos Teóricos de los Métodos Topográficos**
 Autor: Alonso Sánchez Ríos
15,70 € Ref. 6002



Título: **Problemas de Métodos Topográficos (Planteados y Resueltos)**
 Autor: Alonso Sánchez Ríos
15,70 € Ref. 6003



Título: **Tratado de Topografía 1**
 Autores: M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné
42,10 € (36,10 € coleg.) Ref. 2001

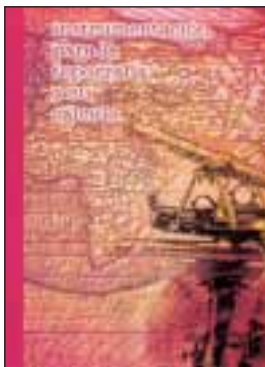


Título: **Tratado de Topografía 2**
 Autores: M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné
51,10 € (42,10 € coleg.) Ref. 2002



Título: **Tratado de Topografía 3**
 Autores: M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné
36,10 € (30,10 € coleg.) Ref. 2003

Los tres volúmenes: 129,22 € (90,15 € colegiados)



Título: **Instrumentación para la Topografía y su cálculo.** Autor: Ignacio de Paz
26,75 € (+CD por 33,70 €)
 Ref. 7001



Título: **Introducción a las Ciencias que estudian la Geometría de la Superficie Terrestre**
 Autores: J.J. de San José, J. García y M. López
30,10 € Ref. 6001



Título: **Replanteo y control de presas de embalse**
 Autor: Antonio Santos Mora
12,10 € Ref. 302



Título: **Curso básico de replanteo de túneles**
 Autor: Antonio Santos Mora
9,10 € Ref. 303

Boletín de Pedido a la Revista TOPOGRAFIA y CARTOGRAFIA

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

| N.º Ref. | Cantidad | Título | Precio unitario | Total |
|----------|----------|--------|-----------------|-------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Gastos de envío (3 € Europa, para otros países consultar)

Nombre
 Dirección Tel.
 Ciudad Provincia C.P.

Forma de pago: talón nominativo giro transferencia C/C: 2032-0037-50-3300010988

Remitir justificante de giro o transferencia.

NOTA: Estos precios son con IVA incluido.

Novedades Técnicas

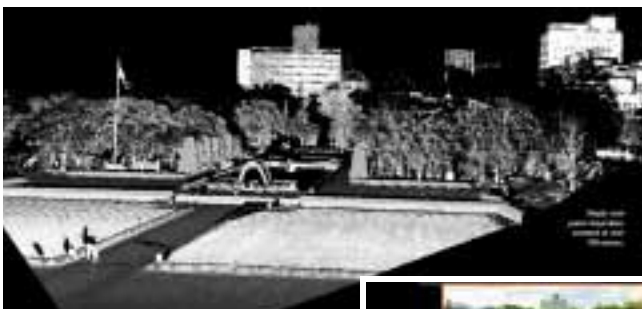
SISTEMAS DE DIGITALIZADO 3D: LASER ESCANER ILRIS-3D DE OPTECH

La avanzada tecnología en los sistemas de medición electrónica y en los programas de cálculo ha revolucionado la topografía clásica, creando soluciones innovadoras que mejoran la productividad de los trabajos. Para ello los topógrafos han de recurrir cada vez más a herramientas 3D. Con la nueva tecnología tridimensional del **escáner láser**, se puede representar un modelo 3D detallado como un "modelo virtual instantáneo".



¿Qué es un escáner láser? Es un instrumento óptico-mecánico cuyo distanciómetro láser (tipo infrarrojo clase I) está basado en el tiempo de vuelo. El láser genera un pulso óptico, el pulso se refleja en un objeto y vuelve al receptor del sistema. El preciso contador de velocidad mide, de la fase de la onda portadora del pulso, el tiempo transcurrido desde su inicio hasta el momento justo del retorno. Así se pueden calcular las distancias. Este sistema permite efectuar un barrido del elemento, con un paso determinado, hasta conseguir completar, total o parcialmente, el objeto de interés.

El láser escáner **ILRIS 3D de Optech** permite capturar objetos físicos tales como estructuras y geometrías complejas y las convierte en datos



digitales: nubes de puntos con las que llegar a un modelo digital real. Se pueden hacer tomas desde diferentes puntos de vista y después alinearlos hasta llegar a una única nube de puntos.



Pero más importante, si cabe, que el propio escáner es la aplicación con la que mover esta gran cantidad de información y su exportación a paquetes de CAD. **PolyWorks** es el software de post-proceso que se utiliza para el tratamiento de los datos brutos.

Sobre la nube de puntos definitiva, se puede obtener la máxima información de cada punto: coordenadas, índice de reflectividad en función del material, medidas en verdadera magnitud, se pueden realizar secciones de manera automática, generación de superficies y la posibilidad de mover el modelo 3D con mucha facilidad, así como extraer la geometría primitiva de cada elemento.

Un valor añadido a estos sistemas es la técnica del **Photo-Draping**, con la que se puede superponer información de texturas a partir de fotografías digitales o incluso tomadas con la cámara calibrada del propio escáner, y pegarlas directamente sobre modelos poligonales generando un preciso y real modelo 3D.

Los sistemas de escaneado 3D ofrecen ventajas muy claras en las labores de documentación arquitectónica y en aplicaciones tales como estudios geológicos, restauración, arqueología, construcción y supervisión de túneles, construcción naval, ingeniería civil, análisis forense, o para la ejecución de planos *As-built* de plantas e instalaciones petroquímicas, cuyo levantamiento con topografía clásica sería muy dificultoso.



Ventajas tales como la rapidez en la toma de datos (2.000 puntos por segundo), supone que podemos levantar millones de puntos en pocos minutos, con precisiones milimétricas. Además, su alcance, de más de 1 km, hace del ILRIS 3D el más potente en este tipo de sistemas, permitiendo llegar a zonas de difícil acceso y abordar incluso levantamientos en obra pública.

Por ejemplo, Optech hace dos años recibió el encargo del levantamiento de la Zona Cero en Manhattan, donde se realizaron decenas de escaneos terrestres combinados con aéreos (LIDAR), consiguiendo un modelo tridimensional de gran utilidad para el Gobierno Estadounidense.

Dentro del marco de la Arquitectura, es fácilmente apreciable la necesidad existente de levantar edificios y hacer un inventario del patrimonio histórico. Las capacidades del sistema láser permiten aplicar esta tecnología a una gran variedad de proyectos.

El departamento técnico de **Al-Top Topografía**, representante para España de Optech, ha suscrito diversos contratos de investigación con varias universidades españolas, en el curso de los cuales la información obtenida por medio del láser escáner 3D ha permitido construir modelos digitales del terreno, una cartografía de detalle y la generación de la ortofoto. Igualmente, ha estado estudiando con diferentes empresas constructoras proyectos de ingeniería civil, aprovechando el rango de alcance del escáner de 1 km.

La tecnología nos ha provisto de una solución eficaz para trabajos donde la dificultad previa los hacía imposibles de realizar.



Para obtener más información, dirigirse a **Al-Top Topografía**, c/ Bofarull, 14, 08207 Barcelona, Tel. 93 340 05 73, o visitar la página web www.al-top.com.

GEOTRACK PRESENTA EL NUEVO SISTEMA MOVILMAPPER CE

GEOTRACK, empresa del **Grupo INLAND**, ha presentado en el mercado español un novedoso sistema de cartografía móvil GPS de última generación: **MobileMapper CE de THALES NAVIGATION**.

MobileMapper CE es un dispositivo de tipo *hand-held*, con un diseño muy atractivo 3x1 (GPS, antena y PDA todo en uno), que integra un receptor GPS sobre una plataforma abierta Windows CE.NET v 4.2, que lo hace compatible con programas estándar del mercado sobre WIN CE para toma de datos en campo, GIS, navegación, etc.

MobileMapper CE ofrece funciones imprescindibles, tales como:

- Posicionamiento GPS con precisiones inferior a 1 m en corrección diferencial
- Tecnología inalámbrica Bluetooth integrada
- Tarjeta de memoria SD extraíble
- Pantalla color táctil
- Teclado alfanumérico integrado en disposición circular
- Batería para 8 horas, reemplazable sobre el terreno
- Módulo I/O con puertos USB y serie RS232
- Micrófono y altavoz integrados
- Kit de desarrollo de software SDK y API
- Idioma español en S.O. WIN CE y software de THALES

El diseño 3x1 de MobileMapper CE permite centrarse en el trabajo y no en la configuración del equipo. Gracias a su receptor GPS de 14 canales

completamente integrado, CE ofrece posicionamiento en tiempo real de precisión inferior a 1 metro, mediante WAAS/EGNOS o correcciones diferenciales externas. La tecnología GPS de MobileMapper CE proporciona una mitigación optimizada de la recepción múltiple, especialmente útil en cañones urbanos o entre follaje espeso.

Diseñado para entornos de trabajo extremadamente duros, el MM CE ofrece a los profesionales preocupados por el rendimiento unas características ruggedizadas sin comprometer por ello el tamaño, el peso ni el precio. MobileMapper CE es sumergible en agua (norma IPX7), soporta caídas en hormigón desde 1,5 metros, y tiene un rango de temperatura operativa de -10° C a +60°C.

MobileMapper CE ofrece el mejor rendimiento de su clase por su precio, funciones fáciles de usar y variedad de software disponible.

Para obtener más información sobre este producto, dirigirse a **Grupo INLAND**, Avda. de la Industria, 35, 28760 Tres Cantos (Madrid) o visitar la página web www.inland.es.



ANDALUCÍA APUESTA POR LEICA GEOSYSTEMS PARA SU RED DE POSICIONAMIENTO GPS

El Instituto Cartográfico de Andalucía, de la Consejería de Obras Públicas y Transporte de la Junta de Andalucía, ha elegido **Leica Geosystems** para la instalación de la red de Estaciones de Referencia GPS.

La RAP, Red Andaluza de Posicionamiento, estará compuesta por receptores GPS **GRX1200Pro** gestionados con el software **Spider** y **GNSmart**. El Instituto Cartográfico de Andalucía instalará 9 GRX1200Pro para estaciones permanentes GPS de primer nivel, gestionadas por medio de un puerto Ethernet, que estarán equipados con antenas **AT504** Choke Ring (Dome Margolin) y sensores meteorológicos. Para las Estaciones permanentes de segundo nivel se instalarán 13 receptores GPS GRX1200Pro con antenas geodésicas AX1202.



En total serán 22 receptores GRX1200Pro de Leica Geosystems trabajando juntos con el fin de proporcionar servicio a diferentes grupos de usuarios y segmentos profesionales en toda la Comunidad Autónoma de Andalucía. Las estaciones de referencia permanentes GPS estarán distribuidas homogéneamente por Andalucía, con unas distancias inferiores a 70 kilómetros. Esta red trabajará almacenando datos brutos en varios for-

matos e intervalos. Asimismo, la red enviará correcciones diferenciales RTCM de diferentes modos: por protocolo IP, radio-modems y por GSM. Las previsiones para la puesta en marcha de la RAP apuntan a que en otoño de 2005 los usuarios ya podrán contar con los servicios de estas estaciones de referencias.

“El Instituto Cartográfico de Andalucía ha confiado en Leica Geosystems porque además de la garantía técnica que supone su experiencia y su contacto directo con los usuarios, ofrece un servicio de soporte y mantenimiento que asegura la continuidad del proyecto” ha declarado Francisco Sánchez, Jefe del Servicio de Información Geográfica de la Junta de Andalucía.

La Red Andaluza de Posicionamiento nace con una voluntad de servicio público. Al uso inmediato que la Administración Autonómica puede dar a estos servicios en trabajos cartográficos, control de cultivos, conservación ambiental, protección civil, inventarios de patrimonio, se ve un gran potencial de uso civil en navegación, deportes o control de flotas.



AUTODESK CONVOCA SUS JORNADAS TÉCNICAS GRATUITAS PARA LAS SOLUCIONES DE INFRAESTRUCTURAS, CARTOGRAFÍA Y GIS

Autodesk celebrará en los próximos meses de septiembre y octubre sus **Jornadas Técnicas: Soluciones 2005 de Autodesk para Infraestructuras, Cartografía y GIS (Sistemas de Información Geográfica)** en diversas ciudades españolas.

Dirigidas a todo tipo de profesionales que utilizan datos geoespaciales para la creación y administración de mapas, carreteras o infraestructuras físicas, tanto en dos como en tres dimensiones, la convocatoria de Autodesk tiene como objetivo la formación de estos profesionales en las últimas tecnologías de diseño cartográfico y GIS, que permiten a cualquier organización disponer de datos precisos, actualizados y fáciles de consultar.

Autodesk presentará en 7 ciudades españolas sus nuevas soluciones:

- Autodesk Map 3D 2005
- Autodesk MapGuide 6.5
- Autodesk Land Desktop 2005

Además de proporcionar a empresas y organizaciones datos geoespaciales precisos y actualizados para remodelar el territorio y añadir nuevos servicios a sus clientes, los nuevos sistemas de Autodesk permiten vincular los mapas a bases de datos, analizar el conjunto de la información sobre el área seleccionada más eficazmente y facilitar que los datos sean accesibles en cualquier momento y lugar.

Las jornadas técnicas gratuitas de las Soluciones 2005 de Autodesk para Infraestructuras, Cartografía y GIS tendrán lugar en las siguientes ciudades:

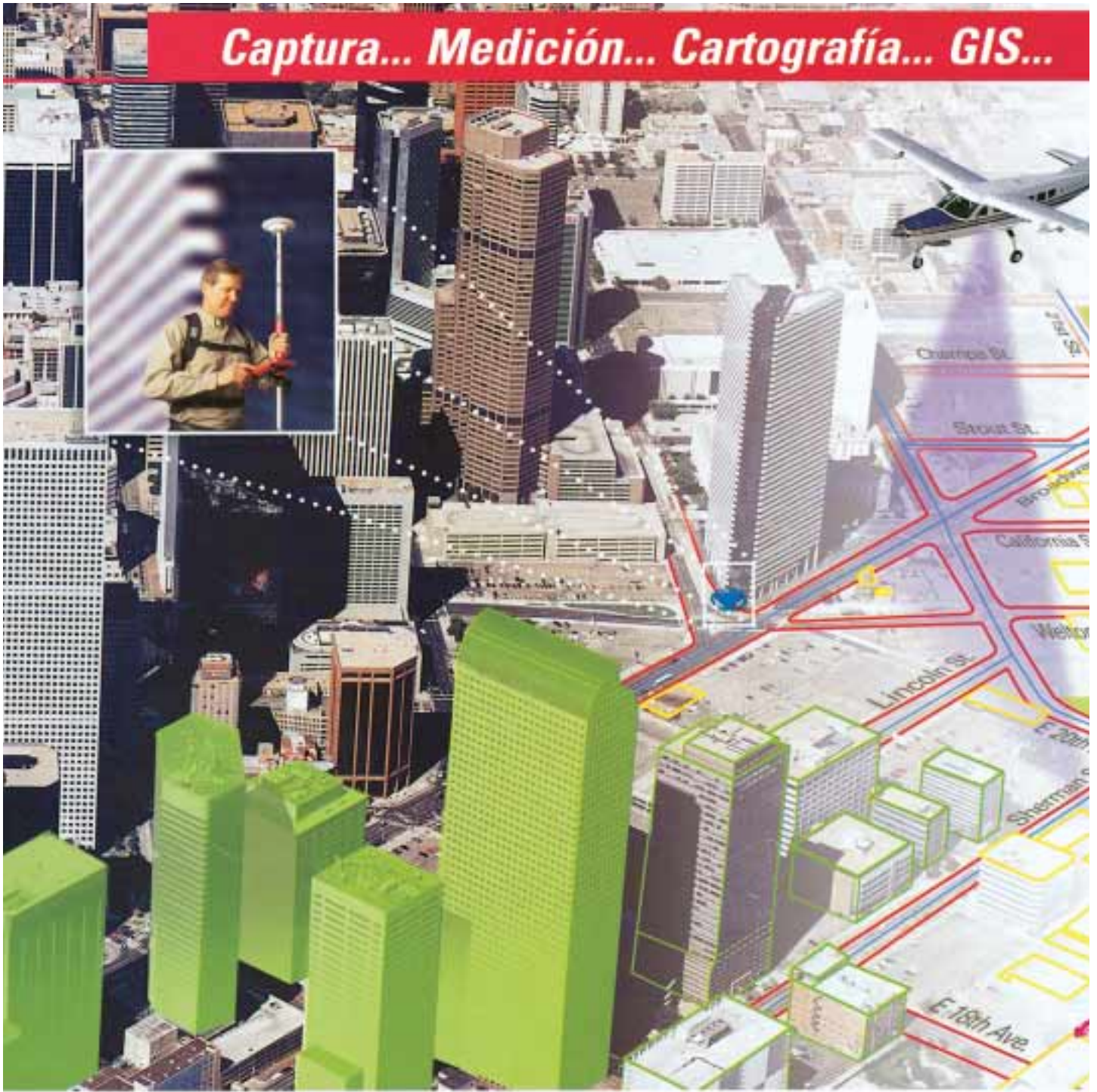
- **Valencia**, 28 de septiembre. Hotel Hesperia Parque Central, Plaza Manuel Sanchís Guarnier, 1-2.
- **Barcelona**, 30 de Septiembre. Hotel Hilton Barcelona, Avda. Diagonal, 589-591.
- **Vitoria**, 5 de octubre. Hotel Ciudad de Vitoria, C/ Portal de Castilla, 8.
- **Oviedo**, 7 de octubre. Hotel Monumental Naranco, C/ Marcelino Suárez, 29.
- **Madrid**, 14 de octubre. Hotel NH Príncipe de Vergara, C/ Príncipe de Vergara, 92.
- **Sevilla**, 19 de octubre. Hotel Hesperia Sevilla, Avda. Eduardo Dato, 49.
- **Málaga**, 21 de octubre. Hotel AC Málaga, C/ Cortina del Muelle, 1.

Autodesk sorteará, al final de cada jornada, entre los asistentes una licencia del nuevo **Autodesk Map 3D 2005**, la aplicación de cartografía de precisión que lleva integrado el nuevo AutoCAD 2005 y que permite crear y mantener mapas, diseñar infraestructuras, usar datos cartográficos para análisis e integrar datos de diversos tipos y formatos.

Los interesados pueden confirmar su asistencia llamando al teléfono de atención al cliente de Autodesk: 902 12 10 38, habilitándose en los próximos días el registro *online* en: www.autodesk.es/jornadastecnicas.

Para obtener más información, visitar las páginas web www.autodesk.es y www.autodesk.com.

Captura... Medición... Cartografía... GIS...



Nunca antes ha sido tan sencillo integrar información GIS. Utilizando los sistemas de flujo geoespacial de la división de GIS & Mapping de Leica Geosystems puede capturar, procesar y actualizar sus datos con la seguridad de obtener resultados precisos.

Utilice nuestros sensores digitales, LIDAR, cámaras y GPS para adquirir datos y mediciones. Extraiga mapas, ortofotos y MDT con nuestras estaciones fotogramétricas. Procese, visualice, analice y exporte la información con nuestro software de tratamiento de imagen geográfica.

Sea cual sea su flujo de trabajo, Leica Geosystems dispone de una solución integrada a la medida de sus necesidades.

Leica Geosystems GIS & Mapping, S.L. General Díaz Porlier, 18. 28001 Madrid. Tel.: 915 766 579. Fax: 915 764 408. www.gis.leica-geosystems.com



ERDAS
geographic imaging made simple™

LH Systems



Leica
Geosystems

Vida Profesional

TOMA DE POSESIÓN DEL NUEVO DIRECTOR DE LA E.U. DE INGENIERÍA TÉCNICA TOPOGRÁFICA DE MADRID

El pasado 28 de mayo tuvo lugar, en el salón de actos de la E.U. de Ingeniería Técnica Topográfica de Madrid (Universidad Politécnica de Madrid), el acto de toma de posesión del nuevo Director de dicho centro, D. Alfredo Llanos Viña.

El acto, al que asistieron numerosas personalidades del mundo académico y profesional, comenzó con la intervención de Ilmo. y Mgfco. Sr. Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, D. Javier Uceda Antolín, quien felicitó al Director saliente por la labor realizada y deseó al nuevo los mayores éxitos en su gestión, ofreciéndole su ayuda y la del rectorado de la UPM.

A continuación, tomó la palabra el Director saliente, D. Nicolás Serrano Colmenarejo, quien tras hacer una breve reseña de los méritos académicos y profesionales de D. Alfredo Llanos, le ofreció su apoyo y colaboración en la nueva tarea que va a emprender. También anunció su nombramiento, a propuesta del Rector de la UPM, como miembro del Consejo de Gobierno y de la Comisión Permanente de la Universidad Politécnica de Madrid.



De izquierda a derecha: D. Nicolás Serrano Colmenarejo, anterior Director de la E.U.I.T. Topográfica de Madrid, D. Javier Uceda Antolín, Rector de la UPM, y D. Alfredo Llanos Viña, Director de la E.U.I.T. Topográfica de Madrid



D. Alfredo Llanos Viña jurando el cargo de Director de la E.U. de I.T. Topográfica

Tras jurar el cargo, se dirigió a los asistentes el Ilmo. Sr. Director de la E.U. de Ingeniería Técnica Topográfica, D. Alfredo Llanos Viña, quien tras agradecer a los presentes su asistencia y hacer una breve reseña de los logros alcanzados por sus antecesores, D. Pedro Cavero Abad y D. Nicolás Serrano Colmenarejo, hizo una descripción realista de la situación actual en que se encuentran los estudios de I.T. Topográfica y la E.U. de I.T. Topográfica de Madrid, así como las nuevas perspectivas y cambios que se anuncian para un futuro próximo.

Acto seguido, se sirvió un vino español a los asistentes en el vestíbulo de la Escuela.

D. Alfredo Llanos Viña es I.T. en Topografía y Arquitecto por la UPM, Ingeniero en Geodesia y Cartografía por la UPV y Doctor en Geografía e Historia por la UNED. Miembro del Cuerpo de Ingenieros Geógrafos del IGN, es también Catedrático de Escuela Universitaria, adscrito al Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía de la UPM. Ha ejercido su actividad profesional en el Instituto Geográfico Nacional y en la Dirección General de Catastro, desempeñando cargos de

Alquileres AL-TOP.

Nuevo servicio de entrega inmediata

 **al-top**
TOPOGRAFIA

Porque disponemos de toda una flota de vehículos propios para asegurarle, esté donde esté que su equipo lo recibe en el lugar oportuno y el momento adecuado. **NUEVO SERVICIO DE ALQUILER EN ENTREGA INMEDIATA.**

ofanull, 14 - 08027 Barcelona - Tel. 93 340 05 73 - Fax 93 351 95 18 - www.al-top.com - al-top@al-top.com

 **Trimble**

responsabilidad en distintas áreas (fotogrametría, cartografía, informática, cartografía catastral urbana). Desde hace diecinueve años viene ejerciendo la docencia en la E.U. de I.T. Topográfica de Madrid, en la que ha desempeñado durante los últimos siete años el cargo de Subdirector de Ordenación Académica e I+D, siendo además responsable de las asignaturas de Cartografía, Proyectos y Matemáticas y participando en diversos proyectos de investigación relacionados con el espacio

geográfico. Es autor de numerosos artículos y monografías publicadas y ponencias presentadas en numerosos congresos y ha sido miembro de distintas comisiones académicas y profesionales.

Desde estas páginas le deseamos a nuestro compañero D. Alfredo Llanos los mayores éxitos en el desempeño de la nueva labor que le ha sido encomendada.

CARTOGRAFÍA E HISTORIA POSTAL CICLO DE CONFERENCIAS CONMEMORATIVO DEL IV CENTENARIO DE LA PRIMERA CERTIFICACIÓN POSTAL DEL MUNDO

Uno de los documentos postales más significativos por su rareza es la primera Certificación Postal del Mundo, que se conserva en el Archivo Histórico Municipal de León, ciudad destinataria del escrito, circulado en 1604 y firmado por Juan de Tassis, Conde de Villamediana, Correo Mayor del Reino e insigne poeta español, con trazos manuscritos cruzados, como señal de certificación, y el correspondiente recibo, datado el 3 de diciembre. Con motivo de la celebración del IV Centenario de esta Primera Certificación Postal del Mundo, se va a celebrar un ciclo de conferencias sobre Cartografía e Historia Postal en Madrid y León, organizado por los Amigos de la Cartografía Madrileña y la Academia Hispánica de Filatelia.

El Comité Organizador está formado por D. Alfonso Mora Palazón, de los Amigos de la Cartografía Madrileña, D. Fernando Alonso García y D. Leoncio Mayo Pérez, de la Academia Hispánica de Filatelia, y colaboran en la realización de este ciclo de conferencias la Real Academia de la Historia, la Biblioteca Nacional, la Academia Hispánica de Filatelia, el Instituto Geográfico Nacional, el Centro Nacional de Información Geográfica, Correos y Telégrafos-Museo Postal, el Ayuntamiento de León, el Instituto Leonés de Cultura (Diputación de León), la Real Casa de la Moneda-Fábrica Nacional de Moneda y Timbre, el Colegio Oficial

de Ingenieros Técnicos en Topografía, la Fundación Villa y Corte (Ayuntamiento de Madrid) y la Fundación Albertino de Figueiredo para la Filatelia.

El programa de actos y conferencias será el siguiente:

22 de octubre de 2004

13:00 horas: Presentación del Sello Conmemorativo. Salón de Plenos Excmo. Ayuntamiento de León, Plaza de San Marcelo s/n.

18 de octubre de 2004

19:00 horas: "Al-Andalus: avances tecnológicos en medidas y comunicaciones", Joaquín Vallvé Bermejo (Real Academia de la Historia). Salón de Actos de la Biblioteca Nacional, Paseo de Recoletos, 20.

15 de noviembre de 2004

19:00 horas: "Cartografía y Comunicaciones en los documentos de la Biblioteca Nacional", Carmen Liter Mayayo, Jefa del Servicio de Cartografía de la Biblioteca Nacional. Salón de Actos de la Biblioteca Nacional, Paseo de Recoletos, 20.

Visita a la Exposición "Cartografía Postal de la Biblioteca Nacional"

22 de noviembre de 2004

19:00 horas: "Postas y Caminos en la Cartografía Postal Española" Fernando Aranz del Río (Instituto Geográfico Nacional, Academia Hispánica de Filatelia). Salón de Actos del Instituto Geográfico Nacional, C/ General Ibáñez de Ibero, 3.

13 de diciembre de 2004

19:00 horas: "Simancas, permanente Posta del Imperio" José Luis Rodríguez de Diego, Director del Archivo General de Simancas. Salón de Actos del Instituto Geográfico Nacional, C/ General Ibáñez de Ibero, 3.

17 de enero de 2005

19:00 horas: "Cartografía y Correo en el Archivo General de Indias" Antonio J. López Gutiérrez (Archivo General de Indias). Salón de Actos del Instituto Geográfico Nacional, C/ General Ibáñez de Ibero, 3.



Primera Certificación Postal del Mundo

Alquiler y venta de material topográfico



Narváez
Topografía, S.L.

Abrimos los sábados de 9.00 a 13.00 h.

*Servicio Técnico Oficial
Leica en Valencia*



*Nuevo colimador para niveles láser
¡único en España!*



Medidores láser

Niveles para construcción

Control de maquinaria con Láser o GPS



***DISTO**
10 años de éxito*

*Realizamos sesiones prácticas
de GPS totalmente gratuitas*

*Estaciones Totales
de medición sin prisma*



Control remoto

GPS



Niveles Láser



*Campoamor, 65 y 67 - 46 022 Valencia
Tel. 963 711 698 - Fax: 963 726 936
conce.hallester@narvaez-topografia.com*

***Leica**
Geosysteme*

24 de enero de 2005

19:00 horas: "Correspondencia y Cartografía de Tomás López" Carmen Manso Porto, Jefe del Departamento de Cartografía y Bellas Artes de la Real Academia de la Historia. Salón de Actos del Instituto Geográfico Nacional, C/ General Ibáñez de Ibero, 3.

14 de febrero de 2005

19:00 horas: "Porteos y Cartografía en la Prefilatelia" Fernando Alonso García (Academia Hispánica de Filatelia). Salón de Actos del Instituto Geográfico Nacional, C/ General Ibáñez de Ibero, 3.

Visita a la Exposición "Documentos cartográficos postales".

21 de febrero de 2005

19:00 horas: "La organización postal en Roma, embrión de los Servicios de Cartería" Luis Miguel Aparisi Laporta (Instituto de Estudios Madrileños). Auditorio del Museo de la Real Casa de la Moneda, C/ Doctor Esquerdo, 36.

7 de marzo de 2005

19:00 horas: "De los Mapas de Postas a la Carta Postal de 1862" José M^a Sempere Luque (Academia Hispánica de Filatelia). Auditorio del Museo de la Real Casa de la Moneda, C/ Doctor Esquerdo, 36.

14 de marzo de 2005

19:00 horas: "Atlas Histórico de las Comunicaciones" Ángel Bahamonde Magro (Academia Hispánica de Filatelia). Salón de Actos del Centro de Formación de Correos, C/ Conde de Peñalver, 19.

4 de abril de 2004

13:00 horas: Clausura. "Comunicaciones y Correos en la España cristiana Medieval" Vicente García Lobo, Académico Correspondiente de la Real Academia de la Historia. Salón de Plenos del Excmo. Ayuntamiento de León, Plaza de San Marcelo, s/n.

Visita al Archivo Municipal de León para ver la Primera Certificación Postal del Mundo.

CHARLA-COLOQUIO EN LA E.U.P.S. DE JAÉN SOBRE "HORIZONTE PROFESIONAL DEL INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA"



Aspecto que presentaba la Sala Pascual Rivas de la E.U.P.S. de Jaén con ocasión de la charla-coloquio "Horizonte Profesional del Ingeniero Técnico en Topografía"

El pasado día 3 de junio tuvo lugar, en el Sala Pascual Rivas de la E.U.P.S. de Jaén, un encuentro entre alumnos de Ingeniería Técnica Topográfica y representantes del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía. La charla, cuya duración superó las dos horas, permitió tratar la problemática y perspectivas actuales de la profesión de Ingeniero Técnico en Topografía desde diferentes puntos de vista y el papel fundamental que juegan los Colegios Profesionales.

El profesor D. Jesús García Morant hizo la presentación y actuó de moderador. A continuación, tomó la palabra el Delegado Provincial del COITT en Jaén, D. Antonio Castillo Vizcaíno, para reseñar las funciones, objetivos y conveniencia de fortalecer nuestro colectivo. Por su parte, el

Delegado Territorial del COITT en Andalucía, D. Antonio Nuevo Bono, que se desplazó expresamente desde Sevilla para participar en este acto, abundó en lo ya tratado y comentó a los asistentes su larga experiencia profesional, con el fin de concienciar a los futuros profesionales de la necesidad de colegiarse. En turnos sucesivos intervinieron los Ingenieros Técnicos en Topografía Dña. Apolonia Nebreira Sánchez, D. Santiago Cruz García, D. Francisco Armenteros Extremera y D. Juan José Ruiz Lendínez; para aportar sus vivencias en el mundo laboral.

El interés suscitado por el tema tratado propició la realización de numerosas preguntas e interpelaciones, finalizando con una animado coloquio entre los participantes, a los que se les obsequió con una insignia del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía. ■



Intervinientes en el acto: De izquierda a derecha, D. Juan José Ruiz, D. Jesús García, D. Antonio Nuevo, D. Antonio Castillo, Dña. Apolonia Nebreira, D. Santiago Cruz y D. Francisco Armenteros



TopCart 2004

**TOP
CART**

VIII

**Congreso Nacional de
Topografía y Cartografía**

19 a 22 de octubre de 2004

ENTIDADES PATROCINADORAS



DIRECCIÓN GENERAL
DEL INSTITUTO
GEOGRÁFICO NACIONAL



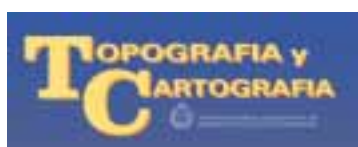
CENTRO NACIONAL
DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA (CNIG)



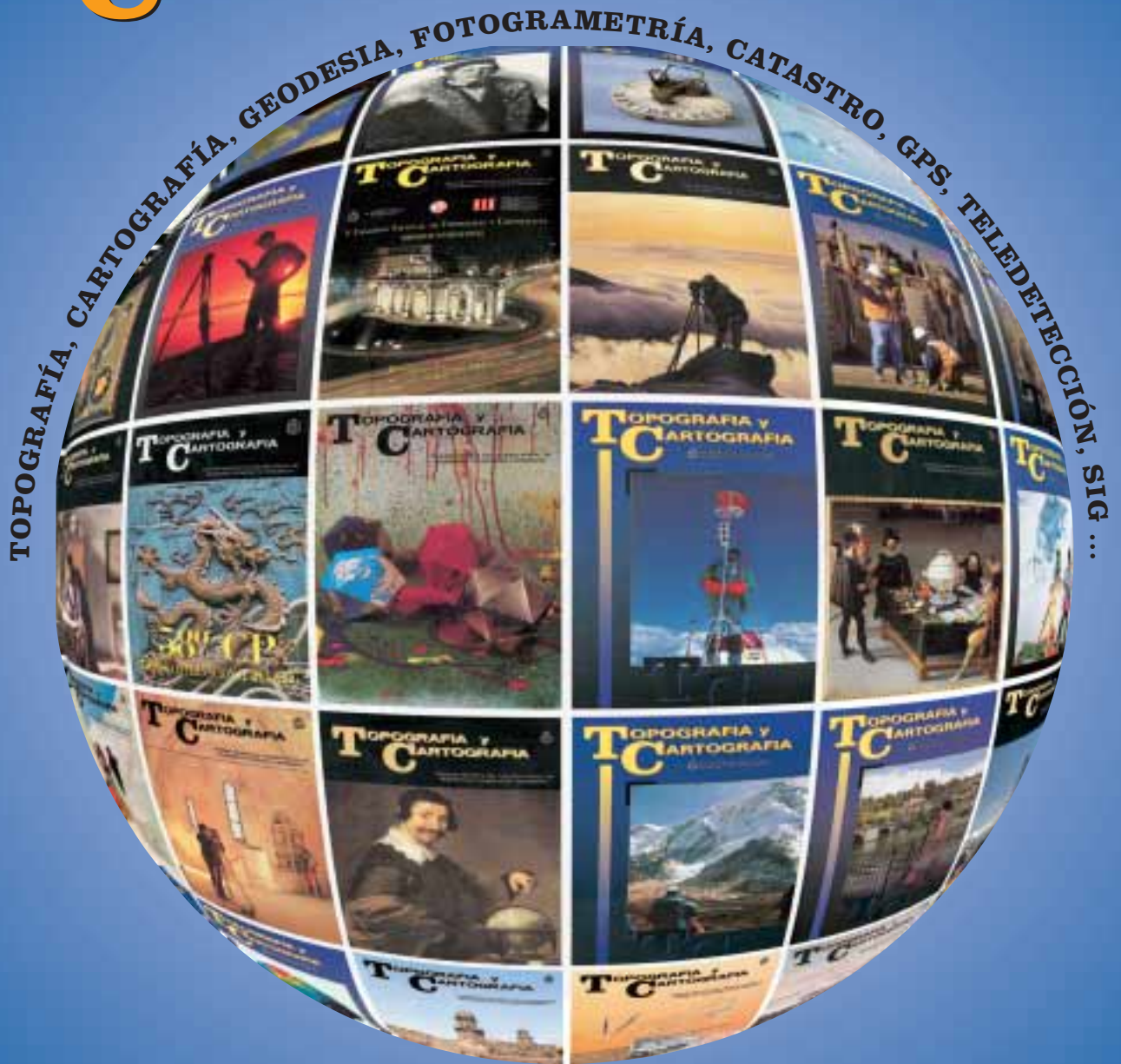
ENTIDADES COLABORADORAS



FIRMAS EXPOSITORAS



TOPOGRAFIA y CARTOGRAFIA



TOPCART REVISTA DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS EN TOPOGRAFIA

SI DESEA ESTAR AL DÍA Y TENER INFORMACIÓN MUNDIAL SOBRE TOPOGRAFÍA, CARTOGRAFÍA, CATASTRO, GEODESIA, FOTOGRAMETRÍA, GPS, etc., suscríbase

El precio de la suscripción para el año 2004 es de:

Correo ordinario

| | | | | | |
|--------------------|------|--------------------------|------|--------------------------|------------------------|
| España | 33 € | <input type="checkbox"/> | 45 € | <input type="checkbox"/> | |
| Países C.E.E..... | 46 € | <input type="checkbox"/> | 67 € | <input type="checkbox"/> | |
| América | 46 € | <input type="checkbox"/> | 74 € | <input type="checkbox"/> | (con suplemento aéreo) |
| Otros países | 48 € | <input type="checkbox"/> | 75 € | <input type="checkbox"/> | (con suplemento aéreo) |

Correo certificado

Estudiantes (remitir justificante de estar matriculado en el curso 2003-2004) 27 €

NOMBRE Y APELLIDOS.....

DIRECCIÓN, POBLACIÓN

PROVINCIA, CÓDIGO POSTAL, PAÍS, TEL. CONTACTO

Adjunto cheque o justificante de giro transferencia para la suscripción del año 2004.

c/c n.º 1098-8.- CAJA DE AHORROS PROVINCIAL DE GUADALAJARA-Alcalá, 27 - 28014 MADRID

Remítase este Boletín a **Topografía y Cartografía**. Avenida Reina Victoria, 66, 2.º C - 28003 MADRID - Tel. 91 553 89 65 - Fax 91 533 46 32 - E-mail: topografiaycartografia@top-cart.com

Indice Comercial de Firmas



Alquiler y venta de instrumentos topográficos

C/ Bofarull, 14, Bajos 08027 BARCELONA
Tel. 93 340 05 73 Fax 93 351 95 18
www.al-top.com e-mail: al-top@al-top.com



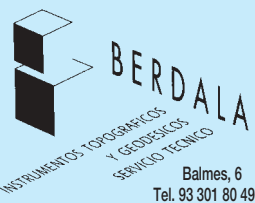
SERVICIO TÉCNICO OFICIAL

BATIMETRÍAS

- Levantamientos hidrográficos: marítimos o fluviales. Perfiles. Control obra marítima.
- Posicionamiento de dragados o vertidos.
- Toma de muestras georreferenciadas.

Embarcación propia, con GPS dif., Sonda y soft. de navegación

CB-TOP Casanovas-Berge Asoc.
C/ Trullols, 10 Ent. 2ª Barcelona (08035)
Tel./Fax: 93 418 66 02
Móviles: 629 34 16 26 / 630 02 47 01
E-mail: rb@cb-top.net



BALMES, 6 08007 BARCELONA
Tel. 93 301 80 49 Fax 93 302 57 89
e-mail: berdala@berdala.com
www.berdala.com



Trimble Ibérica, S.L.
Vía de las Dos Castillas, nº 33
ATICA. Edif. 6, Planta 3ª
28224 Pozuelo de Alarcón
Madrid - Spain
Tel 91 351 01 00 • Fax 91 351 34 43
E-mail: ana_santos@trimble.com
http://www.trimble.com

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



CENTRAL 902 19 01 22
ANDALUCÍA 958 45 14 03
LEVANTE 963 58 14 94
GUIPÚZCOA 943 37 61 16

<http://www.geocenter.es>




DISTRIBUIDOR OFICIAL
VENTA Y ALQUILER

Alvaro Molina Topografía-G.P.S.
Alquiler y Servicios Topográficos

Sistemas G.P.S.
Centimétrico, Decimétrico, Submétrico, Métrico

Tel. 670 248 852 • 670 243 059
e-mail: almolina@infonegocio.com

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



INTERGRAPH TCP-IT

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



SANTIAGO & CINTRA
Distribuidor GPS



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



Grafinta
SOCIEDAD ANÓNIMA
Distribuidor en España

PENTAX•ASHTech•THALES•ROLLEI
Topografía, GPS, Fotogrametría, Hidrografía
Avda. Filipinas, 46 - 28003 MADRID
Tel. 91 553 72 07 - Fax 91 533 62 82
E-mail: grafinta@grafinta.com
http://www.grafinta.com

ACRE

Alquiler y venta G.P.S.
Instrumentos Topográficos

Autovía Madrid-Toledo
925-490839 617 326454
www.acre-sl.com



DATUM



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



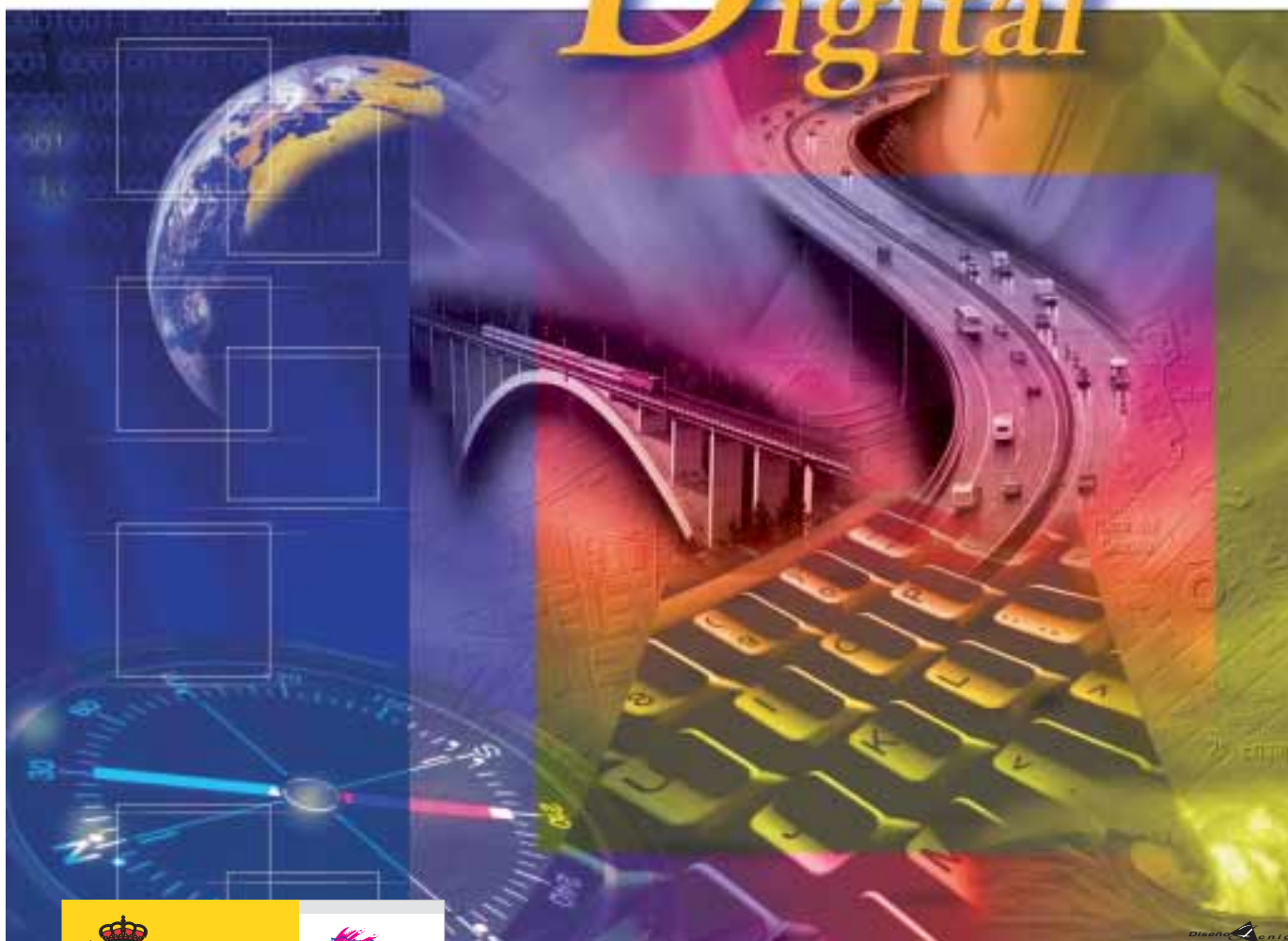
Cristóbal Bordiú, 35
Tel. 91 535 33 72
Fax 91 535 33 84
28003 Madrid
datum@arrakis.es



ALQUILER DE APARATOS DE TOPOGRAFÍA Y LÁSER

José Echegaray, 4. P.A.E. Casablanca I B5
28100 Alcobendas (Madrid)
Tel. 902 103 930 • Fax 902 152 569
e-mail: centro@laserrent.es • www.laserrent.es

Cartografía Digital



BASE CARTOGRÁFICA NUMÉRICA (BCN1000, 500, 200, 25),
MAPA TOPOGRÁFICO NACIONAL (MTN50, 25),
MODELO DIGITAL DEL TERRENO (MDT1000, 200, 25),
LÍNEAS LÍMITE, BASE DE DATOS DE POBLACIÓN, MAPA DE USOS DEL SUELO,
MAPA INTERACTIVO DE ESPAÑA, MAPA POLÍTICO DE EUROPA,
MAPA POLÍTICO DEL MUNDO, CALLEJEROS Y OTROS PRODUCTOS.

Oficina central: Monte Esquinza, 41 - 28010 MADRID
Comercialización: General Ibáñez de Ibero, 3 • 28003 MADRID
Teléfono: +34 91 597 94 53 • Fax: +34 91 553 29 13
e-mail: consulta@cnig.es • <http://www.cnig.es>