



Nuestra portada:

Globo terrestre de Shibukawa Harumi (1690), de 24 cm de diámetro, manuscrito en papel. Fue el primero de los realizados por este artífice japonés (Museo Jingu de Historia, Ise, Japón)

Vol. XXI - N.º 126

Enero-Febrero

2005

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

Delimitación de límites fronterizos marítimos y terrestres: Bases Geodésicas y Geométricas Gerard Cosquer y Jean-François Hangouët	3
Deslindes y Servidumbres: El papel del Ingeniero Técnico en Topografía (I) Carmen Femenia Ribera y Víctor Soriano Hernández	16
La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE): Una realidad emergente Antonio F. Rodríguez Pascual, Paloma Abad Power, Emilio López Romero y Alejandra Sánchez Maganto	26
VIII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía TOP-CART 2004: Conclusiones Finales	32
¿Se encaminan las normas profesionales y éticas de los topógrafos hacia una Norma General? Frances Plimmer y Sarah Sayce	34
Datos facilitados por el Observatorio Astronómico Nacional	41
Análisis del subsuelo utilizando técnicas geofísicas: Sistema Georradar RAMAC/GPR	47
Novedades Técnicas	66
Vida Profesional	70
Índice Comercial	79

Visitenos en Construma
Stand M1 P7 H40
En Barcelona desde
el 11 al 16 de Abril

Aplicaciones para Dispositivos Móviles

Replanteo y Toma de Datos
con GPS y Estación Total

Gestión de Dibujos
con potente CAD

Control de Obras de Túneles

TCP-MDT

Múltiples Superficies
Puntos Inteligentes
Secciones de Autovía
Recorrido Virtual

Edición de Cartografía
Cubicación Rápida
Parcelación



autodesk
authorized developer

Orto3D

Presentaciones realistas de alta calidad
Proyectos de carreteras y urbanización
Estudios de impacto ambiental
Incorporación de cartografía
Animaciones y Videos



Nueva
Denominación:



C/ Sumatra nº 9, 29190 - Málaga
Tlf: 952-439771
Fax: 952-431371
www.aplítóp.com

Delimitación de límites fronterizos marítimos y terrestres: Bases Geodésicas y Geométricas

Gérard Cosquer y Jean-François Hangouët
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (FRANCIA)

Resumen

La tecnología de última generación es beneficiosa para la construcción de líneas y límites geográficos, tanto sobre el terreno, en tierra, como sobre el mapa en el mar. El artículo explora inicialmente la utilidad del GPS cinemático en tiempo real para replantear las señales primarias y, en particular, las intermedias, de los límites terrestres en los que las posiciones deben cumplir dos condiciones, a saber: que estén situadas en la alineación entre dos puntos principales y que tengan intervisibilidad. Esta técnica ha sido experimentada por el IGN francés en la demarcación de la frontera entre Arabia Saudita y Qatar en 1997-1998. La segunda sección trata de lo que en cálculo geométrico se conoce como Diagramas de Voronoi y muestra que unas estructuras geométricas de este tipo, calculadas sobre las líneas de costa, ofrecen una herramienta de cálculo muy elegante para la delimitación de las líneas geométricas de equidistancias entre países y de los límites de la zona marítima.

Abstract

State-of-the-art technology is beneficial to the construction of geographic lines and borders, both on the ground on land, and on the map at sea. The paper first explores the usefulness of real time kinematics GPS technique for the setting up of primary and particularly intermediate markers for land borders where the positions have to fulfill two conditions, viz: being lined up and inter-visible, a process which was experimented by IGN (French Institut Géographique National) in the demarcation of the Saudi Arabia – Qatar border in 1997-1998. The second section addresses what Computational Geometry calls Voronoi diagrams, and shows that such geometrical structures, computed on coastlines, provide an elegant computation tool for the delineation of geometric median lines and of maritime zone boundaries.

I. INTRODUCCIÓN



Ya desde tiempos muy antiguos las civilizaciones han encerrado sus ciudades para prevenir las incursiones de sus enemigos. Tenochtitlan, la antigua ciudad de Méjico, estaba rodeada de setos de cactus. En China, el concepto de las murallas defensivas se extendió hasta rodear territorios completos. La Gran Muralla se comenzó a construir durante la dinastía Zhou (del 1134 al 250 antes de Cristo)

para detener a los bárbaros del norte. Entre el 221 al 204 antes de Cristo, el primer emperador de la dinastía Qin ordeno unir entre sí las murallas previas, constituyendo un baluarte gigantesco que protegía China y delimitaba su frontera septentrional. En este tra-

bajo intervinieron cientos de miles de personas, duró siglos y afectó a una extensión lineal de más de 6.700 kilómetros.

En la actualidad, la demarcación de fronteras no sólo se efectúa para protegerse de extraños, sino sobre todo para regular los intercambios entre países vecinos, aunque aun tenemos ejemplos de fronteras impenetrables, como la que existe entre las dos Coreas.

I.1. Fronteras naturales y artificiales

Una frontera es el límite de un territorio mediante el que se determina su superficie, como, por ejemplo, el límite que separa dos países. Esta línea puede ser natural o artificial. Las fronteras naturales (o segmentos de fronteras naturales) se componen de elementos hidrográficos u orgánicos, en tanto que las artificiales son siempre líneas ideales convencionales dibujadas arbitrariamente y señalizadas mediante señales convencionales (monumentos, pilares, postes, boyas, etc.). Las fronteras naturales pueden ser estables, tales como divisorias de aguas, crestas de

colinas, etc., y sobre ellas se pueden construir monumentos, o bien pueden ser líneas hidrográficas (ríos, lagos, etc.) que pueden estar sujetas a cambios potenciales y en las que no se puede construir señalización alguna. Algunas fronteras están formadas por líneas naturales y líneas artificiales, cuyos segmentos pueden ser definidos mediante puntos particulares característicos del relieve (cimas, confluencias, etc.).

Por su naturaleza podemos distinguir cuatro tipos de fronteras:

- Elementos hidrográficos (ríos, lagos, etc.)
- Elementos orográficos (divisorias de aguas, etc.)
- Elementos geométricos (meridianos, paralelos, segmentos, líneas equidistantes, etc.)
- Otros elementos (límites étnicos, ferrocarriles, etc.)

Naturaleza de la frontera (en %) según Foucher 1994:119

	Hidrografía	Orografía	Geometría	Otras
AMÉRICA	45	27	23	5
AFRICA	34	13	42	11
ASIA	23	35	8	34
EUROPA	25	21	5	50
MUNDO	32	24	23	21

Una frontera artificial es una línea ideal que alcanza toda la perfección (precisión en nuestro caso), que podemos imaginar o desear. La demarcación de líneas límite necesita de un proceso de gran precisión para la determinación de sus puntos. Este requisito de precisión siempre es mencionado en los comités de fronteras durante los trabajos de delimitación.

1.2. Descripción de las líneas de frontera

La materialización de una línea de frontera terrestre, o la determinación de una frontera marítima, siempre tiene lugar tras el acuerdo entre los dos o más países vecinos, con la posible participación de terceros países, y en ocasiones después del arbitraje de un Tribunal Internacional. El



acuerdo estipula la situación de los puntos principales de la frontera, que pueden ser puntos naturales (por ejemplo, el punto más alto de Qarn Abu Wail en la frontera entre Arabia Saudita y Qatar) o definidos por sus coordenadas, por alguna señal temporal, por su descripción o por estar se-

ñalados sobre un mapa. El acuerdo define también la línea de frontera entre cada dos puntos principales de frontera y que puede ser una línea natural o una línea recta artificial.



Los términos del acuerdo no suelen ser muy claros frecuentemente, de manera que están abiertos a diversas interpretaciones por las partes afectadas. Una de las dificultades es cumplir con los requisitos de precisión y exactitud.



Una frontera marítima comienza tradicionalmente en un punto situado sobre la línea de bajamar y se extiende hasta unas 200 millas náuticas, y a veces hasta el límite de la plataforma continental, dentro de las 350 millas náuticas.

El punto inicial del límite marítimo se define generalmente como un punto situado sobre la línea de bajamar, pero el último punto de la frontera marítima se construye normalmente sobre la pendiente costera y sobre la línea de pleamar. La situación del punto inicial constituye el primer tema que hay que resolver en la determinación de fronteras marítimas. Para superar esta dificultad, Arabia Saudita y Qatar decidieron construir el primer monumento o señal de la línea de frontera terrestre tan cerca como fue posible a la línea de bajamar. Fue necesario construir una plataforma de cemento, rodeada de bloques de rocas, con el fin de elevar el monumento sobre el nivel del mar y protegerlo de las olas. Es una manera de resolver el problema, aunque no la más barata ni la más eficaz. Por lo general, el primer punto de una frontera marítima se define únicamente por sus coordenadas.

2. LÍNEAS DE FRONTERA TERRESTRE

2.1. Datum y redes de referencia

Cuando alguno de los países no dispone en la actualidad de una red geodésica de referencia, y con el fin de garantizar la imparcialidad y a veces la precisión, se tiene que establecer, en la vecindad de los puntos principales mencionados en el acuerdo, una nueva red y datum de referencia, independientes de los dos países y basados en las estaciones de IGS más próximas.

Leica SmartStation ¿Qué tal si...



...las estaciones totales hablaran con los satélites GPS?

Lo hemos conseguido con Leica SmartStation: TPS y GPS trabajando juntos, integrados en un único instrumento. SmartStation es la primera estación total de altas prestaciones en el mundo que cuenta con un receptor GPS integrado en la misma estación. Usted puede utilizar TPS y GPS juntos o puede separarlos, de manera que podrá trabajar independientemente con una estación total y con un GPS móvil en tiempo real.

¡GPS y TPS en un único instrumento!

Usted se quedará asombrado de la facilidad de uso de la SmartStation y de la rapidez con la que trabaja para obtener los datos que necesite. Podrá ahorrarse hasta un 80% del tiempo requerido para llevar a cabo un estacionamiento con un equipo topográfico convencional. Usted será más rápido, más eficaz y más productivo.

Si desea tener más información de como Leica SmartStation puede facilitar su trabajo, contacte con nosotros.

Leica Geosystems, s.l.
Nícaragua, 46, 5ª 4ª
E- 08029 BARCELONA
Tlf.: (+34) 93 494 94 40
Fax: (+34) 93 494 94 42

- when it has to be right

Leica
Geosystems



2.2. Establecimiento y determinación de los puntos principales de la línea de frontera

Habiendo ya establecido el sistema de coordenadas de la línea de frontera, se replantean los puntos principales de dicha línea definidos en el acuerdo, mediante sus coordenadas y empleando la técnica de observación del GPS cinemático

en tiempo real, suplementada con observaciones estáticas o estáticas rápidas. Los puntos que no están definidos por sus coordenadas (posiciones de elementos naturales o posiciones descritas) se determinan mediante observaciones de GPS estático. En este momento, las posiciones de los puntos de la línea de frontera se materializan mediante señales temporales. Esta operación se volverá a realizar en el momento de fijar las señales del levantamiento al final de la construcción.

2.3. Establecimiento y determinación de los puntos intermedios de la línea de frontera

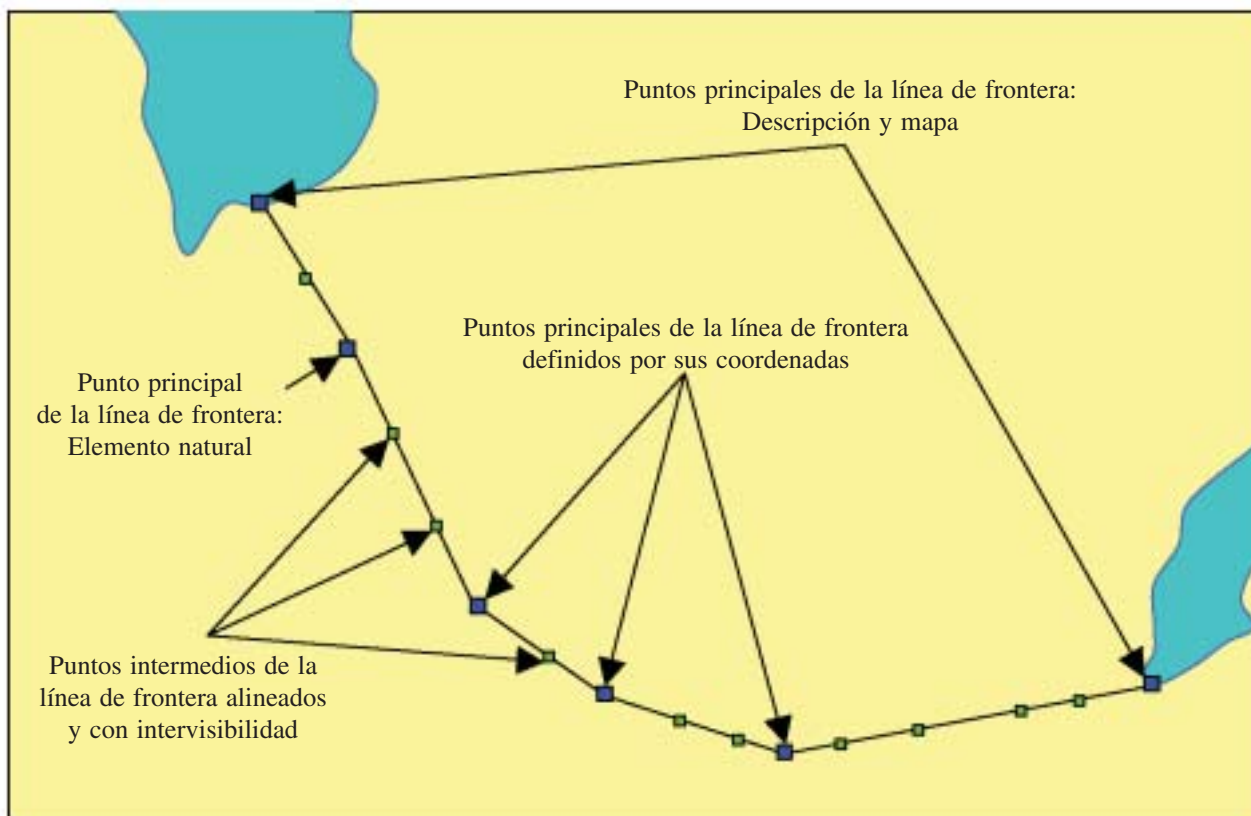
Cuando la sección de la línea de frontera es un segmento rectilíneo, se planifica a menudo el establecer los puntos intermedios alineados y con

intervisibilidad. El problema consiste en encontrar una posición que satisfaga los dos criterios siguientes:

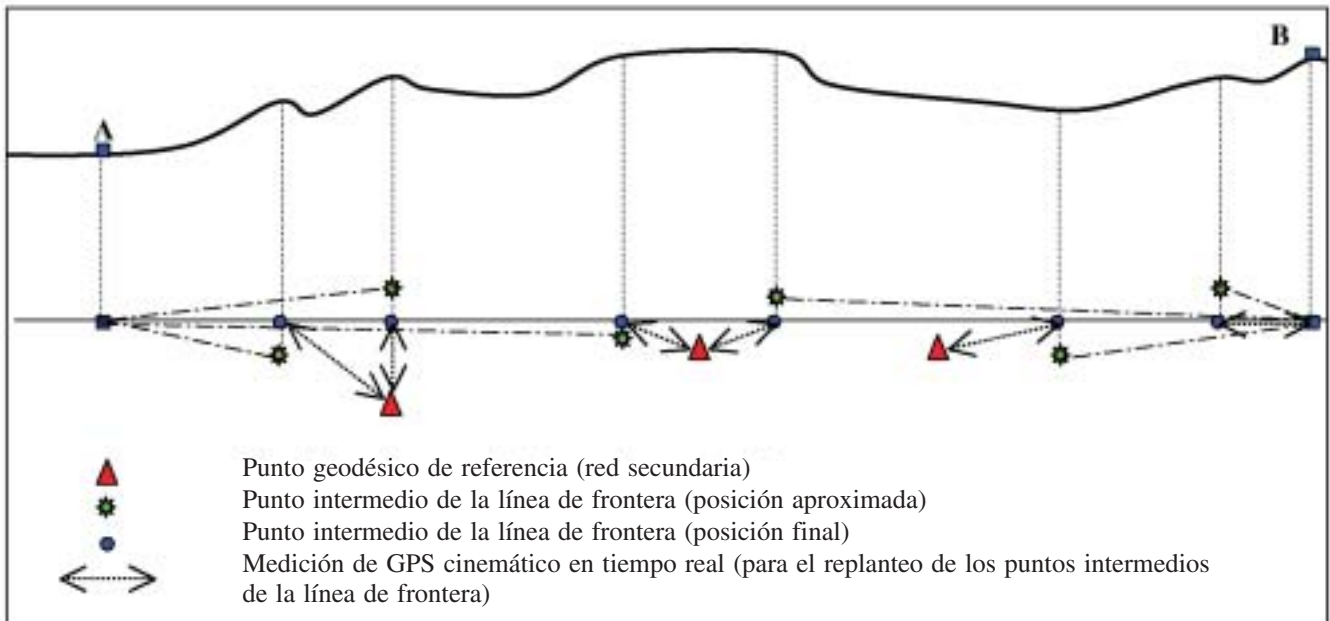
- Sitarse sobre la línea geodésica que une dos puntos principales de la línea de frontera
- Ser visible desde los dos puntos contiguos.

Esta problemática puede ser eficazmente resuelta mediante la técnica del GPS cinemático en tiempo real, en asociación con un programa de ordenador para el cálculo de líneas geodésicas. Las etapas del proceso son las siguientes:

- Incrementar la densidad de la red de referencia mediante el establecimiento de un número suficiente de puntos nuevos cerca de la línea de frontera, para cumplir las condiciones de trabajo del GPS cinemático en tiempo real de forma eficaz y precisa (de 10 a 15 km para el propio GPS y algo menos para la transmisión de radio, según el tipo de transmisor y la topografía del terreno). Pueden espaciarse los puntos unos 5 km y determinarse mediante GPS estático.
- Hacer el reconocimiento de las posiciones aproximadas (de 5 a 10 metros) de los puntos de la línea de frontera que satisfagan la condición de intervisibilidad empleando el GPS sencillo.
- Calcular las coordenadas finales de los puntos intermedios de la línea de frontera a partir de las coordenadas aproximadas proyectadas sobre la línea geodésica, empleando para ello un programa informático de cálculo de líneas geodésicas (solución directa e inversa).



Croquis de la línea de frontera entre Arabia Saudita y Qatar



- Establecer las posiciones finales de los puntos de la línea de frontera empleando GPS cinemático en tiempo real y basándose en el punto de referencia más cercano.
- Controlar la intervisibilidad entre las posiciones finales; si es correcta, realizar algunas observaciones de GPS estático, o estático rápidas, como comprobación del control de calidad del replanteo; si los resultados no son los adecuados, repetir el proceso.
- Esta operación de replanteo necesita ser repetida para situar las señales en posición, al igual que los puntos principales de la línea de frontera.

- *Factores legales:* Concepto de proporcionalidad de la longitud de la costa, del área de superficie marítima, presencia de terceros Estados, etc.
- *Factores económicos:* Recursos de hidrocarburos, pesqueros, mineros del subsuelo, etc.
- *Factores prácticos:* Acceso de la navegación marítima, contexto político de la seguridad, aspectos medioambientales, etc.

Todas estas consideraciones se explican y discuten en detalle en *Handbook on the delimitation of Maritime* (Doals, 2000)

3. LAS LÍNEAS LÍMITE MARÍTIMAS SOBRE LOS MAPAS

3.1. Puntos generales

La delineación de las líneas límite marítimas, al igual que la de las líneas de frontera terrestre, es un asunto que se debe negociar entre los estados implicados y las autoridades internacionales. De nuevo, es la tierra, aunque no se halle presente de forma masiva, la que suministra las señales para establecer las líneas de frontera. Generalmente se emplea la costa, o una línea conocida, como línea de base.

La línea de base, en geografía marítima, se define a efectos legales como "... la línea a partir de la cual se miden los límites externos de las aguas territoriales de un Estado, o algunos otros límites externos jurisdiccionales" (Doals 2000, 147). Dado que las líneas de frontera marítima se construyen a partir de líneas de base, éstas poseen una importancia fundamental. No obstante, la delineación ideal o cualquier construcción mecánica realizada en base únicamente a la línea de base, se verá alterada inevitablemente por una amplia gama de factores geográficos, legales, económicos y prácticos:

- *Factores geográficos:* Tales como la presencia de bahías, desembocaduras, islas, arrecifes, bajíos, infraestructuras, forma de la plataforma continental, naturaleza del lecho marino, subsuelo, etc.

En este artículo se supone que la línea de base es la línea cartográfica de referencia de la costa, aceptada por los Estados, y a partir de la cual se miden las distancias hacia el interior del mar. Sólo se describen los trazados ideales de las líneas de base y se centra en la elegante solución de los problemas puramente geométricos mediante los diagramas de Voronoi: cálculo de las líneas medianas, de zonas marítimas (mar territorial, zonas contiguas, zonas de exclusión económica, plataforma continental), relación con las líneas cartográficas de la hidrografía, cálculo de líneas de base rectilíneas. Sin embargo, son muchos los aspectos que se benefician de la manipulación automática y de la presentación gráfica de los problemas geométricos. Desembarazados de los problemas geométricos y equipados con una herramienta que permite hacer simulaciones fácilmente, los negociadores pueden concentrar sus esfuerzos en la resolución de otros puntos críticos.

3.2. Línea de frontera marítima

3.2.1. La línea mediana como línea de frontera marítima

Cuando hay que determinar en el mar la línea de frontera entre dos países (o en un lago o en un río), la práctica común consiste en delinear la línea mediana y que, dadas las líneas de base de los dos Estados, se de-

fine oficialmente como “... en ausencia de algún acuerdo, y al menos que alguna otra línea de frontera se justifique por circunstancias especiales, la línea de frontera es la línea mediana, en la que cada punto es equidistante de los puntos más cercanos de las líneas de base a partir de las que se mide la extensión del mar territorial de cada estado” (Convención de Ginebra de 1958, citada en Doals, 2000, 14)

3.2.2. Diagramas de Voronoi en líneas de fronteras marítimas

Los Diagramas de Voronoi son unas estructuras geométricas que se construyen a partir de un conjunto de elementos dados y situados en el mismo espacio (normalmente, y desde luego en este artículo, se emplea la norma L_2). Cuando los elementos de un conjunto dado cumplen unas determinadas propiedades finitas (son, por ejemplo, puntos separados o segmentos completos) resulta que se pueden definir los Diagramas de Voronoi como aquellos puntos equidistantes mínimamente de los elementos (Okabe y al. 2000, Bertoloto-Leidinger & Hangouet 2003, p. 88, véase la figura 3.1). Esto es sinónimo de la definición de línea mediana mencionada más arriba; “... cada punto de la misma es equidistante de los puntos más cercanos de las líneas de base”. En otras palabras, una vez dados los elementos geométricos de las líneas de base, sus Diagramas de Voronoi coinciden con las líneas medianas.

En la figura 3.1, en cualquier posición de cualquier celda coloreada se está más próximo al edificio que origina la celda que a cualquier otro (el Diagrama de Voronoi se construye para destacar también qué esquina o muro está más próximo, de ahí que las líneas se irradian desde los edificios).

Cuando se juntan dos “jardines de Voronoi” significa que se está en una posición equidistante a dos edificios y más cerca de ambos que de cual-

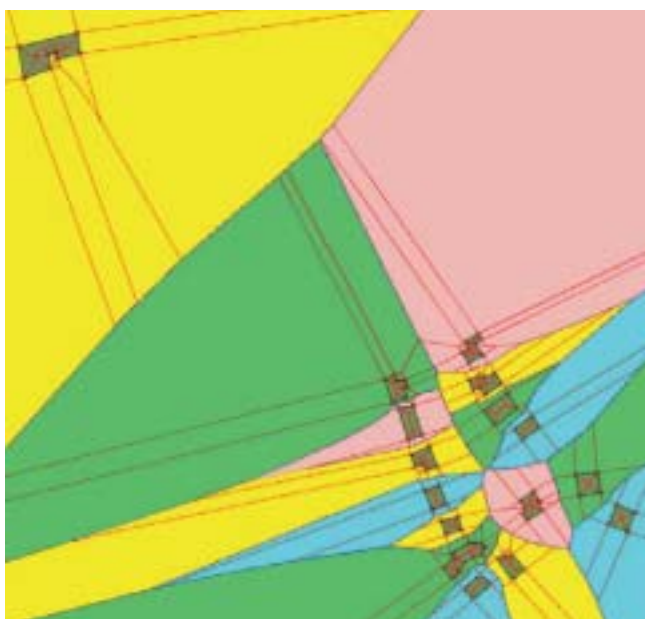


Figura 3.1. Espacio teselado por Diagramas de Voronoi en un “archipiélago” de 16 casas.

quier otro, es decir, que uno se encuentra sobre la línea mediana. Supongamos que se trata de edificios sobre pilastras en un lago (o de islas cuadradas) y el grupo sureste pertenece a un Estado y el edificio aislado del noroeste a otro; la línea oblicua de en medio es la línea geométrica mediana.

En este artículo no vamos a describir el cálculo de los Diagramas de Voronoi, ya que se trata de un tema muy estudiado en el campo del cálculo geométrico. Basta con decir que la complejidad algorítmica de su construcción es $O(n \cdot \log n)$ siendo n el número de elementos que existen en el problema (Okabe et al., 2000, Boissonnat & Yvinec, 1995). Se han diseñado y descrito programas muy eficientes para su cálculo, destacando el *Fortune* de 1987 con puntos y el *Held* del 2000 con puntos y segmentos. Un recurso muy valioso para la teoría de los Diagramas de Voronoi, sus aplicaciones y una puesta al día con los hechos más recientes acaecidos en este campo, es la página web de Christopher Gold www.voronoi.com.

El anterior diagrama, habiendo sido calculado con datos de puntos y segmentos situados sobre un plano (es decir, sobre las polilíneas tal y como están almacenadas habitualmente en un SIG y que se emplean para representar, entre otras cosas, líneas de costa y líneas de base), se compone geoméricamente de fragmentos de líneas mediatrices (equidistantes de punto a punto sobre el plano), de líneas de bisectores (equidistancias de segmento a segmento) y de arcos de parábolas (equidistancias de punto a segmento). En Hangouet, 2000, se documentan los tipos de atributos semánticos y geométricos que hay que almacenar para describir estas líneas límite, así como los métodos básicos (como, por ejemplo, la selección de puntos sobre el diagrama a una distancia dada a partir de los datos originales) que los hagan manejables dentro del SIG empleado habitualmente.

Cuando las distorsiones originadas por la proyección cartográfica sean demasiado grandes, puede que sea necesario calcular la equidistancia sobre la esfera. Sobre ella, el Diagrama de Voronoi se compone de arcos de círculos mayores (equidistancias de punto a punto sobre la esfera y equidistancias entre los segmentos costeros de los círculos mayores) y arcos de curvas de orden superior (equidistancias entre puntos y los segmentos costeros de los círculos mayores).

El mismo diagrama puede ser calculado cuando los elementos no están separados (como es el caso de los muros y las esquinas de las edificaciones de la figura 3.1), tal y como sucede cuando las costas de los dos países sean adyacentes, según la terminología geográfica de las líneas de frontera marítimas.

En este caso, merece señalarse que puede existir, en lugar de una línea, un área, en la que cualquier lugar de la misma sea equidistante de las dos costas nacionales (un área como mucho: la celda de Voronoi originada en el punto de contacto de ambas costas).



•ANEBA Barcelona•
 barcelona@aneba.com
 tel. (+34) 933 633 820
 fax. (+34) 933 633 821

•ANEBA Madrid•
 madrid@aneba.com
 tel. (+34) 913 287 146
 fax. (+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.



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...

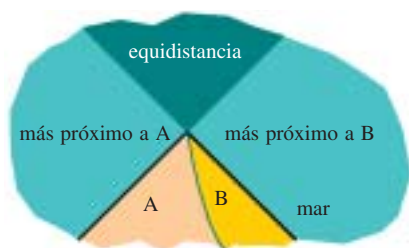


Figura 3.2. Área marítima equidistante entre dos países

Esto sucede cuando la línea de frontera terrestre acaba en una parte convexa de la costa geográfica, es decir, una intrusión, aunque sea pequeña, de la tierra en el océano (figura 3.2). Dado que en esta área la distancia del mar a la costa equivale a la distancia del mar a la última señal del límite de la línea de frontera sobre la tierra, cualquier punto en esa zona, y por tanto cualquier línea posible dentro de, junto al borde de, alrededor de, en forma de espiral, entrecruzándose o incluso moviéndose, es geoméricamente equidistante a los dos estados. El *Handbook on the delimitation of Maritime Boundaries* (Doals, 2000), en su, por otro lado, impresionantemente escrupulosa revisión de las posibles configuraciones o casos, no aborda el caso de las áreas equidistantes. Usando únicamente la expresión “líneas equidistantes” se podría inferir que solamente las líneas entran en juego cuando se busca la equidistancia geométrica. Puede que este tipo de “configuración de cabos” sea rara

en las líneas de frontera actuales entre Estados y las líneas límite tiendan culturalmente hoy en día a ser lineales (Foucher, 1994:39), sin embargo, su exclusión puede aumentar la dificultad natural de captar o visualizar la geometría de los límites equidistantes en general. Esta dificultad, debe subrayarse, se resuelve mediante los Diagramas de Voronoi, ya que:

- Para los cálculos tienen en cuenta la geometría completa de las líneas de base
- Cuando se representan, muestran pedagógicamente los efectos e influencia de cada detalle en las formas de las líneas de base.

Cuando se emplean los Diagramas de Voronoi, el algoritmo para calcular una línea de frontera marítima es muy sencillo:

- Se construye el Diagrama de Voronoi con los n elementos (puntos y segmentos) de las líneas de base, almacenando, además, como un par de atributos de cada línea borde entre cada dos elementos, la naturaleza de la costa de cada elemento
- Se seleccionan las líneas bordes de los diagramas que tengan naturalezas diferentes (figura 3.3).

Si las áreas equidistantes no son las deseables, se puede continuar el algoritmo con la identificación de todas las posibles áreas equidistantes y

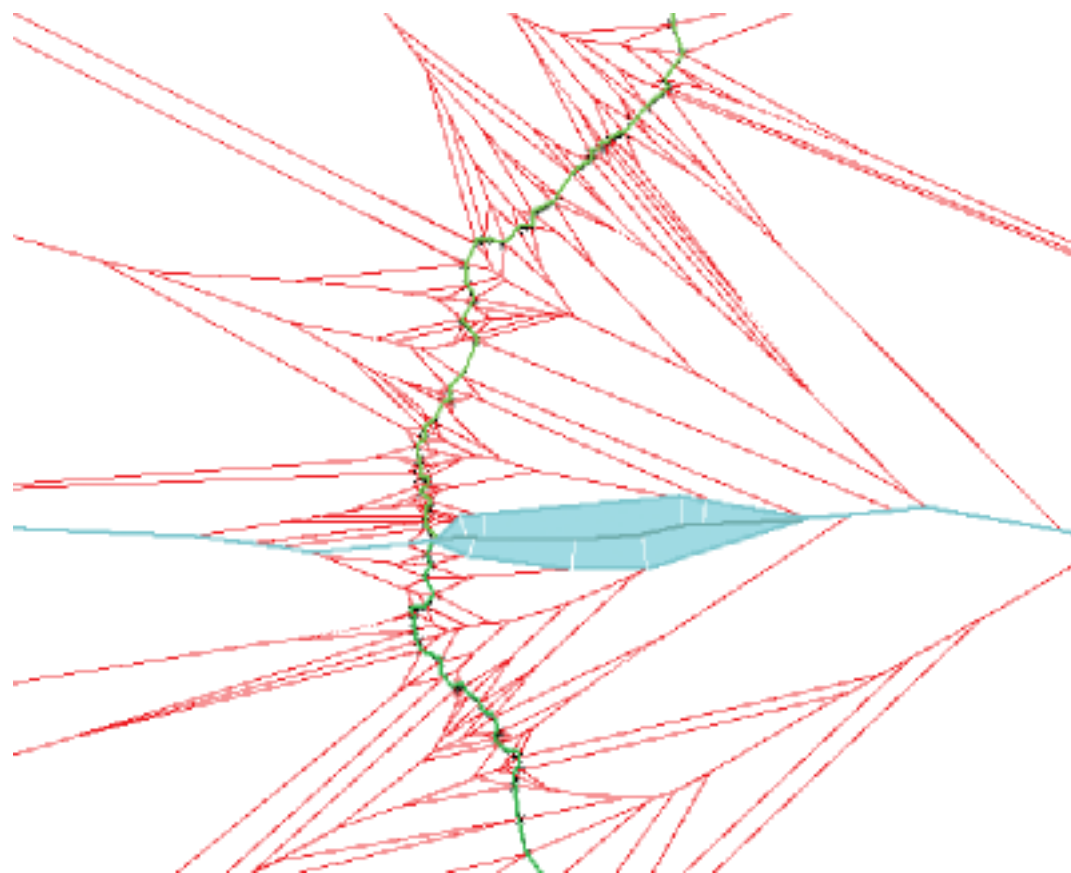


Figura 3.3. Dos costas adyacentes; el Diagrama de Voronoi de sus elementos; equidistancia en el mar: hacia el oeste (la tierra se supone que está a la derecha) es una simple línea mediana y hacia el este (la tierra se supone que está a la izquierda) se muestra la “burbuja” equidistante en la costa y su “desinflado” por Voronoi.

detenerse para terminar manualmente la línea mediana, o adoptar alguna rutina informática predefinida (por ejemplo, trazar la líneas rectas desde un nodo terrestre a un nodo marítimo, o la mejor línea, interpolada como prolongación de la línea de frontera terrestre, desde la costa hasta la línea mediana situada mar adentro).

El algoritmo podría “desinflar”, por así decirlo, esta “burbuja” equidistante, empleando de nuevo a Voronoi. El contorno de un área equidistante puede considerarse compuesto de dos partes: la línea en el mar, donde, bajo la influencia de la última señal de la línea de frontera terrestre, los puntos ya no se encuentran estrictamente más próximos a la costa A, y la línea en la que los puntos ya no están estrictamente más próximos a la costa B. Si consideráramos que estas líneas heredarán las nacionalidades de la costa A y de la costa B respectivamente, la línea equidistante entre ambas podría buscarse mediante Voronoi. El caso es comparable a los bancos de un lago entre dos países, aunque con la interesante propiedad de que estos bancos son mutuamente cóncavos, en terminología geográfica, y en el plano están compuestos de segmentos rectilíneos y de trozos de parábolas que tienen el mismo foco. El resultado es una línea (la equidistancia parábola-parábola origina en el plano curvas polinómicas de orden superior) y puede demostrarse, aunque aquí no se va a detallar, que el contorno original es geoméricamente convexo, siendo los dos bancos geográficamente cóncavos.

3.2.3. Ejemplo de la línea de frontera entre Arabia Saudita y Qatar

Los principios de Voronoi arriba mencionados ayudaron en 1999 al Instituto Geográfico Nacional (Francia) a delinear la línea de frontera marítima entre Arabia Saudita y Qatar, en la bahía de Salwa. En Bertolotto-Leidinger & Hangouet, 2003, podemos encontrar una detallada relación de esto, tanto a nivel técnico como epistemológico. Los dos países deseaban que la línea mediana fuese la línea de frontera, escogiendo las líneas de costa en bajar como líneas de base, tal como habían sido recogidas por el IGN (Francia) en la cartografía a escala 1:30.000 de la línea de frontera terrestre. El ingeniero geógrafo del IGN francés, Pascal Boulerie, que conocía los requisitos de los dos países, el potencial de los Diagramas de Voronoi y los trabajos desarrollados en el laboratorio COGIT del IGN por J.F. Hangouet sobre los Diagramas de Voronoi, consiguió que los Departamentos de Investigación y Producción colaboraran conjuntamente en la delineación de la línea de frontera marítima. Se emplearon unos 16.000 puntos costeros para calcular la línea mediana, que se obtuvo hasta la fracción de minuto (figura 3.4).

La línea mediana fue aceptada por los dos estados como geoméricamente válida y, sin embargo, se estimó que los 250 puntos resultantes eran poco manejables a efectos legales y cartográficos. Aceptaron, mediante acuerdo, una línea simplificada que compensaba las zonas con agua. Esta solución es bastante usual, tal y como menciona Doals, 2000, p. 49. Puede ilustrarse también en la Convención entre Francia y Suiza para establecer su frontera común en el lago Geneva.

La demarcación de la línea de frontera en el lago Geneva se compone de una línea mediana, que se define teóricamente como el lugar geométrico de los centros de los círculos inscritos entre los bancos de arena suizos y franceses.

La línea teórica, por razones prácticas, es remplazada por una línea poligonal de seis segmentos en la que se consigue una compensación de las superficies.

La línea final de frontera no hubiese sido trazada ni aceptada si no llega a ser por esta línea mediana, geoméricamente exacta y sin sesgos de ninguna clase.



Figura 3.4. Línea mediana en la bahía de Salwa

3.3. Zonas marítimas

3.3.1. Puntos generales

En virtud de la convención de 1982 sobre la Legislación del Mar (Doals, 2000, p. 8), se identifican las siguientes zonas marítimas (Doals, 2000, p.10):

- *Mar Territorial*: Cuya anchura no puede extenderse más allá de las 12 millas náuticas desde la línea de base
- *Zona Contigua*: De anchura limitada a 24 millas náuticas
- *Zona Económica Exclusiva*: De anchura limitada a 200 millas náuticas
- *Plataforma Continental*: De anchura limitada a 200 millas náuticas a partir de la líneas de base o, en casos especiales, a 350 millas náuticas a partir de la líneas de base y a 100 millas náuticas a partir de la isobata de 2500 metros.

3.3.2. Los Diagramas de Voronoi para las zonas marítimas

Las zonas marítimas (mar territorial, zona contigua, zona económica exclusiva y plataforma continental) pueden contemplarse como lo que los diseñadores de SIG denominan “buffers de anchura d ” (con $d=12$, $d=24$, $d=200$, $d=350$ millas náuticas a partir de las costas, o a partir de la isobata de 2500 metros en los casos especiales de la plataforma continental). En un SIG común se calculan estos buffers mediante rasterización implícita, aun en los casos de datos vectoriales. Sin embargo, los Diagramas de Voronoi, cuando se almacenan con los atributos adecuados (en especial con las distancias mínima y máxima desde cada borde hasta el elemento que lo originó, según se documenta en Hangouet, 2000) se puede hacer el cálculo vectorial de los elementos planos “buffers de anchura d ” de una forma muy eficaz, dado que las celdas del Dia-

grama de Voronoi hacen que el cálculo de la distancia a las polilíneas originales equivalga al cálculo, dentro de cada celda, de la distancia al punto o segmento de la polilínea que da origen a la celda, sencillamente haciendo:

- Seleccionar los bordes del Diagramas de Voronoi con distancia mínima $<d$ y distancia máxima $>d$ y sus celdas asociadas
- Para cada celda, si fue originada por un punto, dibujar un arco de círculo centrado sobre el punto y de radio d , y si fue originada por un segmento, dibujar un segmento paralelo a la distancia d , y detenerse en las intersecciones con los bordes del Diagrama de Voronoi.

El resultado se ilustra en el mapa de la figura 3.5.

Igualmente, sobre la esfera, los *buffers* se limitan mediante arcos de círculo centrados sobre puntos costeros, o paralelos a los segmentos costeros de círculos mayores.

3.3.3. Los Diagramas de Voronoi y el trazado automatizado de las líneas hidrográficas de Christensen

Las líneas de *buffers* trazadas de forma regular y a anchuras uniformemente crecientes, acumuladas desde los banales costeros, originan lo que se conoce en cartografía como líneas hidrográficas, que es una técnica ornamental diseñada aparentemente por los grabadores de mapas y ejecutada durante más de 200 años (desde mediados del siglo XVIII hasta mediados del siglo XX, de acuerdo con las evidencias encontradas

en las colecciones de mapas más accesibles del IGN francés). Sin embargo, "... estas líneas, equidistantes de las costas, no surgen de un simple entretenimiento cartográfico. Se emplean muchas veces para establecer las líneas de frontera nacionales y legales en zonas con aguas, y son de esta forma de una gran importancia práctica, política y legal" (Imhof 1961, p. 69). En realidad, donde se encuentran los dos grupos simultáneos de *buffers*, y por supuesto en cada punto saliente, equidistante a dos elementos y, por tanto, un punto de Voronoi, la línea mediana aparece geoméricamente (ver figura 3.6).

Esta es la propiedad de los *buffers* crecientes que emplea A. Christensen para calcular la línea de frontera marítima, dentro de la gran tradición cartográfica, es decir, de la forma más precisa y más bella (Christensen 1999, 2002). Actualmente Christensen no calcula por Diagramas de Voronoi, sino directamente a partir de los *buffers* y de sus intersecciones. El método que emplea es algo laborioso en cuanto a tiempos, ya que, según escribe, "... la etapa de trazado de líneas en el agua es proporcional al cuadrado del producto del número de líneas sobre el agua y el número de vértices medio sobre dicha líneas" (Christensen, 2002, 6/10). Con el método equivalentemente geométrico de Diagramas de Voronoi se reducen los tiempos de cálculo, ya que la complejidad algorítmica es de $O(n \cdot \log n)$, cuando n es el número de elementos, sean puntos o segmentos de complejidad algorítmica equivalente, que integran las líneas de costa de partida. Este aspecto puramente de cálculo no debe de considerarse como una ventaja del método de los Diagramas de Voronoi, sino sólo como un signo de que los Diagramas de Voronoi se

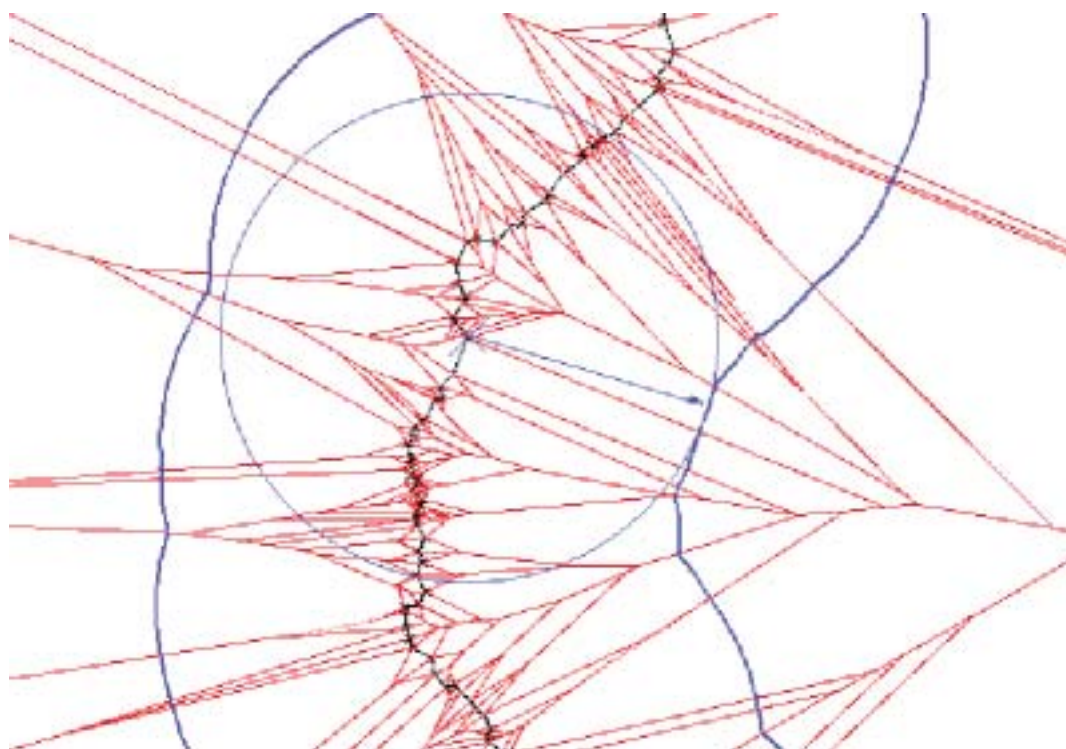


Figura 3.5. Una línea geográfica: el Diagrama de Voronoi en sus elementos de puntos y de segmentos, y dos buffers (aquí de la misma anchura) al este y al oeste de la línea.

El futuro:
ahora en sus manos



SISTEMA GPS TRIMBLE R8 PREPARADO PARA LA NUEVA SEÑAL L2C

Durante el 2005 está previsto el lanzamiento de nuevos satélites con señales de transmisión más potentes. Y usted puede estar listo para sacar el máximo partido de las mismas. Esto es posible gracias a la tecnología R-Track de Trimble, que muestra la dedicación de la empresa en nuestro afán de comprometernos con la modernización de la tecnología GPS y ofrecer la máxima capacidad de seguimiento, incluso en los lugares más complicados.

Hoy, puede utilizar el Trimble R8 como solución base o móvil, sin cables, asegurando la máxima rentabilidad en la inversión realizada y disfrutando de una flexibilidad inigualable. Mañana, seguirá capitalizando su inversión y aprovechándose de la avanzada tecnología y durabilidad que sólo proporcionan las soluciones topográficas totales de Trimble.



Trimble Ibérica
Vía Dos Castillas, 33 - Edf. 6
28224 Pozuelo de Alarcón
Madrid
Tel. 91 351 0100
Fax. 91 351 3443

©2005, Trimble Navigation Limited. Reservados todos los derechos.
Trimble es una marca comercial de Trimble Navigation Limited
registrada en la Oficina de Patentes y Marcas Comerciales de los

 **Trimble**



Figura 3.6. Trazado de líneas en agua, para formar la línea mediana entre Francia y Suiza en el lago Geneva (extraído de la hoja número 6 de la Carta del Teatro de la Guerra en Italia, por Bacler d'Albe, 1801, Colección de la Cartoteca del IGN francés)

de la línea mediana y la línea de frontera mediante los Diagramas de Voronoi. Pero además, los Diagramas de Voronoi son también tan útiles para la determinación de las propias líneas de base a partir de las líneas de costa si fuese necesario. Cuando “... la línea de costa es muy compleja, y existe una serie de islas a lo largo de la misma y en su proximidad” (Convención de Legislación del Mar de 1982, mencionada por Doals, 2004, p. 4) debe ser generalizada, en el sentido cartográfico, en algunos lugares para rectificarse (convertida en segmentos rectilíneos). De acuerdo con Doals 2004, p. 6, “... las líneas de base de segmentos rectilíneos deben dibujarse satisfaciendo varios requisitos: no deben de separarse de la dirección general de la costa, las áreas marítimas comprendidas dentro de las líneas deben estar íntimamente ligadas al dominio terrestre, de modo que estén bajo el régimen de aguas internas, no deben dibujarse desde o hasta las cotas bajamar y no deben cortar las aguas territoriales, ni la zona exclusiva económica de ningún otro Estado”. Debe añadirse que se pierden aguas en las subsiguientes determinaciones de límites si la zona terrestre se ve cortada en esta etapa: la mayoría de los algoritmos de generalización de líneas, incluido el algoritmo de más amplia difusión, el de Douglas y Peuker (Douglas y Peuker, 1973), fallan en este aspecto. Sin embargo, la operación que la morfología matemática conoce como “cierre completo de anchura r ” no falla.

Este “cierre completo de anchura r ” puede considerarse como el resultado de aplicar un *buffer* de anchura r en el exterior de la líneas de costa, incluyendo al contorno de las islas próximas, y al límite obtenido se le aplica otro *buffer* de anchura r , pero en sentido inverso, hacia el interior (posiblemente las islas se amalgamen con la tierra en este proceso). La línea así obtenida sigue la dirección general de la costa, pero no las pequeñas filigranas de la misma (cuanto mayor sea el valor de r menos filigranas quedaran, un r infinito daría lugar al llamado “armazón convexo” de la línea).

prestan con facilidad a la manipulación automatizada de datos geográficos (ver Hangouet 2000, que presenta una argumentación y una lista de las distintas operaciones espaciales básicas que se hacen fácilmente con los Diagramas de Voronoi).

3.3.4. Los Diagramas de Voronoi en la determinación de las líneas de base

En las secciones precedentes, la línea de base a partir de la cual se calculan las distancias hacia el interior del mar es considerada como el *input* para los cálculos

El resultado no es exactamente rectilíneo, ya que está compuesto por segmentos lineales y arcos circulares en el plano, pero dado que puede calcularse con mucha rapidez y sólo precisa un parámetro de entrada, permite hacer simulaciones sencillas sobre la marcha y demostraciones en cualquier momento de la negociación bilateral o multilateral. Además, empleando para r el valor usado para la determinación de alguna zona marítima desde la costa, nos mostraría la línea de base a la cual es equivalente la línea de costa original, vista desde el límite en el mar:

El cálculo del “cierre completo de anchura r ” en el plano mediante Voronoi se hace de la siguiente manera:

- Seleccionar aquellos bordes de Voronoi con $d_{min} < r$ y $d_{max} > r$ y los puntos Pr sobre los bordes a la distancia r .
- Proyectar cada Pr sobre los puntos y segmentos de la costa de los que es equidistante.
- Unir estas proyecciones, bien mediante segmentos, cuando se encuentren sobre el mismo segmento de la costa, o bien, cuando no lo estén, mediante un arco de círculo de radio r y con centro en el Pr común (figura 3.7).

4. CONCLUSIÓN

Las técnicas del GPS cinemático en tiempo real fueron probadas por el IGN francés para situar la señal principal y, sobre todo, las intermedias sobre la línea de frontera entre Arabia Saudita y Qatar. Esta técnica demostró toda su eficacia en términos de rapidez y precisión. Las estadísticas y comparaciones calculadas tras la reobservación con GPS de todas las señales de la línea de frontera, suministró una desviación típica de 5 mm en la discrepancia entre las posiciones de las líneas teóricas observadas y calculadas (con una discrepancia máxima de 15 mm).

Este artículo también ha demostrado que la líneas medianas marítimas, las zonas marítimas, las líneas cartográficas de la hidrografía y las líneas de base rectilíneas, pueden ser calculadas de la forma más sencilla y más natural, cuando se construyen los Diagramas de Voronoi a partir de las líneas de costa. Las ilustraciones que se incluyen en este artículo muestran además que los Diagramas de Voronoi ofrecen unas ayudas expresivas y precisas de visualización para explicar las aparentes madejas geométricas de líneas y a comprender las posibles configuraciones, tales como la de la burbuja equidistante que puede aparecer mar adentro y que no se menciona en las referencias consultadas.

Se argumenta que esto es de particular importancia cuando se trata de líneas de frontera legales y deben efectuarse negociaciones e investigaciones sobre el tema. Confiando en la potencia de los Diagramas de Voronoi e importando las experiencias que sobre estas estructuras posee el Departamento de Investigación y el Departamento de Geodesia y Nivelación, el IGN francés ha decidido incluir el cálculo de Voronoi en su sistema de cálculo geodésico, a efectos, en

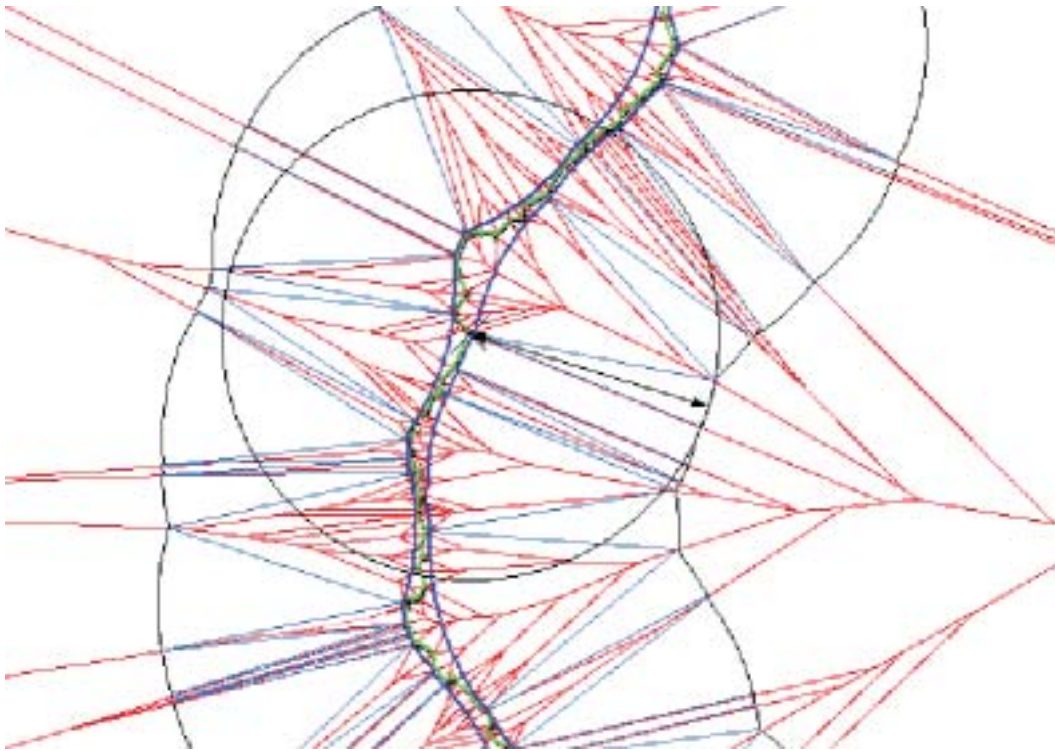


Figura 3.7. Líneas de costa; Diagramas de Voronoi sobre sus elementos; cierre completo hacia el oeste de anchura r ; cierre completo hacia el este de anchura r

principio, de una delineación puramente geométrica, aunque con vistas a aplicaciones de simulación en negociaciones y aplicaciones pedagógicas.

REFERENCIAS

- Bertolotto-Leidinger, N., Hangouët, JF. *Inscription d'une frontière*, en JP. Bord (ed), *Les Cartes de la Connaissance*, actas del coloquio "Cartographie, Géographie et Sciences Sociales", Université de Tours, 2000, Paris: Karthala, 2003, pp. 83-100.
- Boissonnat, JD., Yvinec, M. *Géométrie algorithmique*, Paris: Édiscience international, 1995.
- Christensen, A. H.J. *A Fully Automated Sea Boundary Delineator*, proceedings of FIG XXII International Congress, Washington, D.C. USA, 19-26 April 2002, Session JS12 Marine Cadastre. Web: www.fig.net/figtree/pub/fig_2002/Js12/JS12_christensen.pdf.
- Christensen, A. H.J. *The Revival of a Victorian Art: Waterlining with a Computer*, *The Cartographic Journal*, Vol.36 No.1, June 1999, pp.31-41.
- Douglas, D., Peucker, T. *Algorithms for the reduction of the number of points required to represent a digitized line or its caricature*, *The Canadian Cartographer*, Vol.10, N.2, p.112-122.
- Foucher, M. *Fronts et frontières. Un Tour du monde géopolitique*, Paris: Fayard, 1994.
- Fortune, S. *A Sweepline Algorithm for Voronoi Diagrams*, *Algorithmica*, Vol.2, pp.153-174.
- Hangouët, JF. *Storing Voronoi Diagrams in Geographical Databases*, proceedings of GeoComputation 2000, University of Greenwich, Chatham Maritime, U.K., August 23-25, 2000. Web address: www.geocomputation.org/2000/
- Held, M. *Computing Voronoi Diagrams of Line Segments Reliably and Efficiently*, proceedings of CCCG'2000 (Canadian Conference on Computational Geometry), Fredericton, New Brunswick, Canada, August 16-18, 2000.
- Imhof, E. *Isolinienkarten*, *International Yearbook of Cartography*, Vol.1, 1961, pp.64-94.
- Doals. *Handbook on the Delimitation of Maritime Boundaries*, New York: Division for Ocean Affairs and the Law of the Sea, Office of Legal Affairs, United Nations, 2000.
- Okabe, A., Boots, B., Sugihara, K. *Spatial Tessellations. Concepts and Applications of Voronoi Diagrams*, Chisester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore: John Wiley & Sons, 2nd edition, 2000 (c. 1992).
- SoEG: Site officiel de l'État de Genève, *Convention entre la Suisse et la France sur la détermination de la frontière dans le lac Léman, du 25 février 1953*, www.geneve.ch/legislation, select rsg then document A 1 10, Art. 1, c. 1953. ■

Deslindes y Servidumbres. El papel del Ingeniero Técnico en Topografía (I)

Carmen Femenia Ribera

INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA / INGENIERO EN GEODESIA Y CARTOGRAFÍA

Víctor Soriano Hernández

INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA GEODÉSICA, CARTOGRÁFICA Y TOPOGRÁFICA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

Resumen

En el presente artículo, se pretende realizar un estudio recopilatorio de los distintos tipos de deslindes y servidumbres que podemos encontrar en España. Los casos más interesantes son los que fija la Administración y que están regulados por la legislación actual.

Tanto en los deslindes como en las servidumbres, la labor del Ingeniero Técnico en Topografía es fundamental a la hora de delimitar las zonas de actuación, plasmándolas físicamente o bien elaborando una cartografía en donde quede reflejada esta información.

Primeramente se hace una recopilación de la información, a partir de las leyes que regulan cada materia concreta, y de una manera más detallada se estudian los apartados donde el Ingeniero Técnico en Topografía interviene.

En el caso de los deslindes, éstos marcan claramente la diferencia entre el dominio público y el privado, delimitando así los terrenos donde la Administración puede realizar actividades, encaminadas a la mejora. Por otro lado, en las servidumbres, su imposición está asociada a una mejora en las condiciones de uso de las zonas donde se establecen.

Una buena definición y delimitación precisa de las zonas afectadas por los deslindes y las servidumbres permite garantizar una gestión más eficiente del territorio. Esta información se puede plasmar posteriormente y con detalle en la cartografía de la zona, permitiendo introducirla en un Sistema de Información Geográfica, considerándolo como un valor añadido al territorio, teniéndolo en cuenta para la toma final de decisiones. Sobre todo en el caso de los deslindes en donde una incorrecta definición puede llevar a problemas urbanísticos de elevado coste económico.

I. INTRODUCCIÓN

Se pretenden recopilar aquellos deslindes y servidumbres recogidos en la legislación actual, haciendo especial hincapié en todos los temas en que de una u otra forma se ve implicado el Ingeniero Técnico en Topografía.

La importancia económica de algunas zonas afectadas por los deslindes o servidumbres hace que el Ingeniero Técnico en Topografía sea sumamente cuidadoso a la hora de realizar los mismos. Una correcta y precisa delimitación de las zonas de afección y su posterior reflejo en la cartografía oficial, evitará múltiples conflictos *a posteriori*. En el deslinde de algunas de estas zonas, como el dominio público hidráulico o el dominio público marítimo-terrestre, pueden verse afectados terrenos e inmuebles sujetos a una fuerte presión urbanística.

En este artículo se van a tratar primero los deslindes y posteriormente las servidumbres; pasando por las definiciones, la legislación reguladora, los tipos, realizando una comparativa entre ellos y finalmente analizando el papel del Ingeniero Técnico en Topografía en algunos casos concretos en donde su función es primordial.

Los **deslindes** no tienen una regulación jurídica tan extensa como las servidumbres, pero, al igual que éstas, ya tenían una ordenación en el derecho romano.

Actualmente, esta regulación la podemos encontrar en el Código Civil, la Ley de Enjuiciamiento Civil (2000) y diferentes leyes que aluden a la forma de practicar el deslinde, como pueden ser: la Ley de entidades locales, de carreteras, de costas, de vías pecuarias, de montes, etc.

Nueva Estación Total S6 de Trimble.

La suma de todo
lo que estabas
esperando.

Tecnológicamente
innovadora.
Máximas prestaciones.
Conózcala a fondo en
Al-Top Topografía.



S6

 **Trimble.**

PUNTOS DE APOYO TOPOCENTER EN SU ZONA **Topocenter**
BARCELONA 93 340 05 73 MADRID 91 371 82 98 - 629 590 874 PAIS VASCO 616 012 096

 **al-top**
TOPOGRAFIA

Bofarull, 14, bajos 08027 Barcelona
Tel. 93 340 05 73 Fax 93 351 95 18

Las **servidumbres** más antiguas fueron las que trataban de cumplir una función de tránsito o de paso entre fundos rústicos, de personas, animales, vehículos o agua. Esta tipología originaria se vio sucesivamente ampliada para dar cauce a nuevas necesidades de los fundos rústicos y de los urbanos.

Dentro del mundo de las servidumbres podemos encontrar diferentes clasificaciones, como pueden ser: servidumbres prediales y personales, voluntarias y legales, positivas y negativas, continuas y discontinuas, y aparentes y no aparentes.

2. DESLINDES

2.1. Definiciones

El **deslinde** es el acto formal de señalar o distinguir los términos de un lugar, pueblo, provincia o heredad; es decir, definir los límites de una propiedad; aunque la práctica del deslinde no determina quien es el propietario del feudo. Es la operación conducente a la determinación de las lindes jurisdiccionales de una finca, las cuales conforman sus linderos permitiendo su adecuada separación respecto a las colindantes. En el caso de bienes pertenecientes al dominio público natural, mediante el deslinde se identifica y separa la zona que pertenece al dominio público de aquella colindante que pertenece a otros propietarios privados. No es preciso citar a todos los colindantes, sino sólo a los que tienen linderos inciertos.

Se define **deslindar** como fijar los linderos, ya que no se conocen los límites.

El deslinde presupone la duda sobre el recorrido de la línea divisoria. Es derecho inherente al dominio instar al deslinde en caso de confusión de linderos o imprecisión de éstos.

Al deslindar se pide sólo que se adjudique a quien sea dueño, una zona dudosa, existiendo posteriormente una posible recíproca reivindicación (al reivindicar se pide que se dé a uno lo que posee otro, porque es del primero).

En definitiva, el deslindante pide:

- Fijación de límite
- Adjudicación de propietario.

Como consecuencia directa del deslinde, el **amojonamiento** marca de forma física estos límites sobre el terreno. Por ello, en la mayoría de los casos van estrictamente ligados.

El **amojonamiento** es el acto de señalar con hitos o mojones los linderos de una finca; sirve para plasmar físicamente los límites de la propiedad. Es la acción complementaria del deslinde; siendo una acción posterior y consecuencia del mismo.

Se define **amojonar** como fijar esos límites con mojones, materializando así los linderos.

El amojonamiento presupone que hay seguridad en el recorrido de la línea divisoria, pero no signos externos (naturales o artificiales) que la hagan visible.

Para que el resultado final del amojonamiento sea lo más preciso y duradero en el tiempo, hay que seguir unas líneas básicas, que con su cumplimiento aseguran un mejor resultado final, siendo los requisitos del amojonamiento los siguientes:

- Materiales: Piedra natural o de hormigón.
- Forma (se quiere estabilidad): Truncocónica o piramidal, grande y pesada
- Debajo de las piedras se colocará una capa de carbón, cal o ceniza que sirva de testigo en el caso de desaparecer el mojón.
- Se colocarán tantos hitos como vértices tenga el perímetro de la propiedad.
- Los mojones serán visibles entre sí y estarán a menos de 500 m.
- Cuando no se pueda colocar un mojón, se pondrán cerca mojones que definan dos líneas cuya intersección se halle en el punto a amojonar.

Otro término que es conveniente definir es el **apeo**, que es el acto de aprear y es un documento jurídico mediante el cual se acredita un deslinde y la demarcación, es una forma de reconocer de manera formal una propiedad.

Se define **apear** como reconocer, señalar o distinguir una finca y, especialmente, las operaciones referidas a fincas sujetas a censo, foro u otro derecho real.

2.2. Legislación reguladora

En la actualidad el deslinde está regulado por el Código Civil (artículos 384 al 387, ambos inclusive) y la Ley de Enjuiciamiento Civil (Título XXV. Del deslinde y del amojonamiento, y Título XXVI. De los apeos y prorrateos de foros); además de por otras leyes específicas que regulan de una forma más detallada los deslindes en materias muy concretas, como costas, vías pecuarias, aguas, etc.

2.2.1. Código Civil¹

El Código Civil, promulgado en 1889, contiene la doctrina legal vigente del derecho común. Los artículos 384 al 387, inclusive, hablan del Deslinde y Amojonamiento.

Según el **artículo 384** del Código Civil: *“Todo propietario tiene derecho a deslindar su propiedad, con citación de los dueños de los predios co-*

¹ Código Civil (1889); libro II, título III, capítulo III: Del deslinde y amojonamiento.

lindantes. La misma facultad corresponde a los que tengan derechos reales”.

2.2.2. Ley de Enjuiciamiento Civil

- Antigua LEC, de 3 de Febrero de 1881²

Se establece que el deslinde es una facultad inseparable de la propiedad y de los derechos reales afines, quienes podrán hacerla efectiva a través de: la jurisdicción voluntaria o mediante el juicio ordinario que corresponda por su cuantía, pudiendo conjugarse con la acción reivindicatoria.

El deslinde es un acto de la jurisdicción voluntaria, siendo los actos de la jurisdicción voluntaria aquellos en que sea necesaria o se solicite la intervención del Juez sin promoverse cuestión alguna entre partes. Comprende los artículos 2061 a 2070 inclusive y en ellos se establecen las normas del procedimiento judicial.

- Nueva LEC, de 7 de Enero del 2000³

La nueva LEC (7/1/2000), entró en vigor el 1/1/2001. Mantiene vigentes las disposiciones comunes a la jurisdicción contenciosa y a la voluntaria, estableciendo en su disposición final 18ª que en el plazo de un año a partir de la entrada en vigor de la nueva Ley, el Gobierno remitirá a las Cortes un Proyecto de Ley sobre la jurisdicción voluntaria.

En esta Ley de Enjuiciamiento Civil vigente se hace referencia al modo de deslindar y amojonar:

2.3. Tipos de Deslindes

Se pueden distinguir varios tipos de deslindes atendiendo a diferentes clasificaciones:

I. Diferenciando si es entre particulares o si es entre un particular y la Administración del Estado:

- Cuando se trata de un deslinde practicado entre dos fundos que pertenecen a particulares, hablamos de **deslinde particular**.
- En cambio, si el deslinde se realiza entre una parcela de un propietario privado y otra perteneciente al Estado, hablaremos de **deslinde oficial o administrativo**.

Los deslindes oficiales son muy importantes, ya que separan el dominio público de una propiedad privada. La Administración del Estado tiene el derecho y el deber de investigar la situación de los bienes y derechos que se presuman pertenecientes al dominio público, a cuyo efecto podrá recabar todos los datos e informes que considere necesarios y realizar de oficio la práctica del correspon-

diente deslinde. Con independencia de esta obligación de actuación de oficio, cualquier interesado podrá requerir a la Administración para que realice el deslinde correspondiente.

2. Según la forma de practicar el deslinde:

- Si en el deslinde se alcanza el acuerdo entre los propietarios, es un **deslinde amistoso o contractual**.

Se efectúa entre propietarios. No lo regula la ley y se produce el deslinde de las fincas por mutuo acuerdo entre todos los interesados.

Las fases del deslinde amistoso son las siguientes:

- Citación formal de los dueños de las fincas colindantes.
- En la reunión se designarán peritos y se redactará un documento con las fincas implicadas, reparto de gastos, etc.
- Los peritos consultarán la documentación.
- Se efectuará un replanteo con estacas y se comprobarán las linderos.
- Si los propietarios están conformes, se efectúa el acta de deslinde. En caso de realizar amojonamiento, se efectuará el acta de deslinde y amojonamiento.
- Si no hay conformidad, se procede a medir los terrenos.

- Por el contrario, si hay que recurrir a la justicia ordinaria, para que sea la ley quien dictamine el resultado final del deslinde, estaremos ante un **deslinde judicial**.

Dentro de los deslindes judiciales podríamos clasificarlos, a su vez, en dos tipos:

- La **jurisdicción voluntaria**:

Los regula la Ley de Enjuiciamiento Civil. Hay inexistencia de partes contrapuestas, no mediando oposición de ningún interesado, todos los cuales han de ser citados.

En estos actos o procedimientos es necesario o se solicita la intervención del juez; se pretende con ello prever y evitar un futuro conflicto de intereses. El juez realiza el señalamiento de los límites conforme a la voluntad unánime de todos los interesados.

Los pasos a seguir para practicar el deslinde son los siguientes:

- Solicitud de deslinde (de todo el perímetro o de una parte; nombre y residencia de las personas que deben ser citadas).
- Acto de deslinde y amojonamiento (el juez señala día y hora).
- Acta (Anotación de las circunstancias que den a conocer la línea divisoria, los mojones colocados o mandados colocar, su dirección y distancia de uno a otro y las cuestiones importantes que se hayan suscitado y su resolución). Firma de los concurrentes.
- Protocolización: Se lleva el acta a notaría.

El deslinde practicado por acto de jurisdicción voluntaria obliga a quienes intervinieron.

² Ley de Enjuiciamiento Civil: 3/2/1881; libro III: La Jurisdicción Voluntaria, título XV: Del deslinde y amojonamiento.

³ Ley 1/2000, de Enjuiciamiento Civil: BOE 8/1/2000. Corrección de errores: BOE 14/4/2000.

- El **juicio contencioso**, más conocido con el nombre general de **deslinde judicial**:

En este caso, los propietarios no llegan a un acuerdo y recurren a la ley.

También lo regula la Ley de Enjuiciamiento Civil. No existiendo avenencia entre las partes; uno de los interesados es quien interpone judicialmente la acción de deslinde.

Orden a seguir:

- Títulos suficientes (documentos). Ante todo, los títulos prevalecen.
- Posesión.
- Otros medios de prueba.
- Distribución por igual del terreno discutido.

El deslinde practicado en este caso concluye con una sentencia que obliga a los que litigan.

⁴ En casos en los cuales no existe avenencia por las partes, se aplican las disposiciones del Código Civil sobre el modo de distribuir el terreno:

Artículo 385: "El deslinde se hará en conformidad con los títulos de cada propietario y, a falta de títulos suficientes, por lo que resultare de la posesión en que estuvieren los colindantes".

⁴ Código Civil (1889); libro II, título III, capítulo III: Del deslinde y amojonamiento.

		Clasificación según:	Tipos:	
DESLINDES		Los propietarios de las parcelas entre las que se realiza el deslinde	PARTICULAR	
			OFICIAL O ADMINISTRATIVO	
DESLINDES		La forma de practicar el deslinde, dependiendo de si se consigue acuerdo o no	AMISTOSO O CONTRACTUAL	
			JUDICIAL	JURISDIC. VOLUNTARIA
				JUICIO CONTENCIOSO

Figura II-1: Esquema general de clasificación de deslindes

Artículo 386: "Si los títulos no determinasen el límite o área perteneciente a cada propietario, y la cuestión no pudiese resolverse por la posesión o por otro medio de prueba, el deslinde se hará distribuyendo el terreno objeto de la contienda en partes iguales".

Artículo 387: "Si los títulos de los colindantes indicasen un espacio mayor o menor del que comprende la totalidad del terreno, el aumento o la falta se distribuirá proporcionalmente."

2.4. Deslindes oficiales o administrativos

Como se ha dicho en el apartado anterior, los deslindes oficiales tienen como principal objetivo separar el dominio público del privado. En cada ley se contemplan unas pautas a seguir, las cuales tienen unos puntos comunes en todos los deslindes, con especificaciones propias dependiendo de la materia de que se trate.



Figura II-2: Nota de prensa referente a un conflicto urbanístico generado por la indefinición de los límites de término entre Xàbia y Benitatchell, Alicante (Periódico Levante, octubre 2004)

Una poderosa nueva incorporación al
más productivo conjunto de soluciones
de medición de la industria ...

MENSI 3D Láser escáners



Presentamos la más reciente incorporación a nuestra línea de soluciones de Topografía Integrada "toolbox" de Trimble, los sistemas de láser escáner MENSİ 3D ahora forman parte de la familia Trimble. Altamente avanzados y muy potentes. Los escáners MENSİ y el software RealWorks Survey v.4 le ofrecen versatilidad y productividad para realizar cualquier tarea que pueda plantearse hoy en día y al mismo tiempo le permitirán incrementar las oportunidades de negocio. Incorpore una de estas soluciones a su empresa y se sorprenderá de lo lejos que podrá llegar con ella.

TRIMBLE. SIEMPRE UNA GENERACION POR DELANTE.

Para conocer más detalles acerca de cómo las soluciones de medición MENSİ pueden ayudarle a ampliar sus posibilidades, visite: www.trimble.com/mensi

DISTRIBUIDOR EN ESPAÑA:



Santiago & Círculo Ibérica, S. A.
Calle José Echegaray, nº 4
P.A.E. Castellana 85
28100 Alcobendas Madrid (España)
Tel. +34 902 12 08 73 - Fax. +34 902 12 08 71



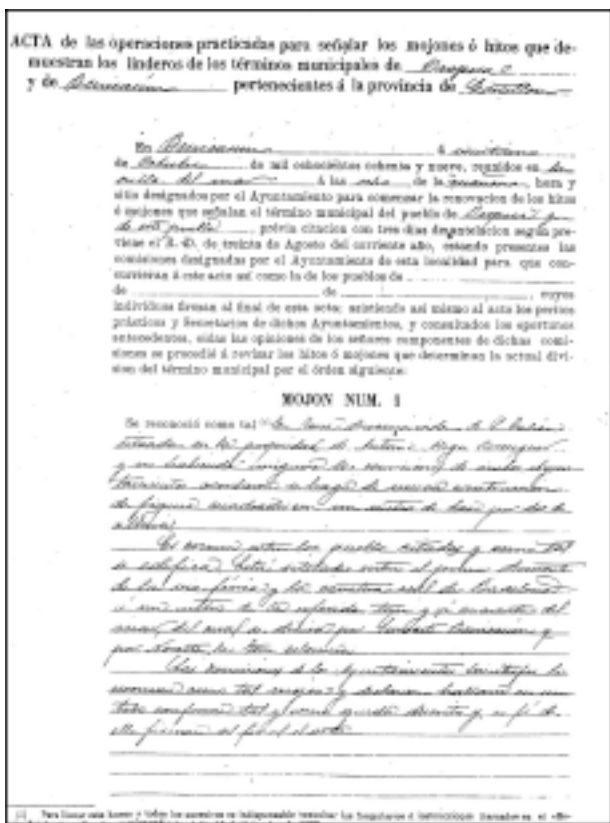


Figura II-3: Ejemplo de Acta de deslinde entre Oropesa y Benicassim, Castellón (1889)

Los diferenciaremos del siguiente modo:

- Los deslindes jurisdiccionales de términos municipales son regulados por la Ley de Régimen Local y disposiciones análogas de las Comunidades Autónomas.
- Los deslindes de costas, aguas, montes y vías pecuarias son igualmente reguladas por la legislación estatal y la complementaria autonómica.

2.4.1. Deslindes jurisdiccionales de términos municipales⁵

En el deslinde de los términos municipales, el Ingeniero Técnico en Topografía interviene de forma directa, siendo de especial importancia en los casos en que el Instituto Geográfico Nacional (IGN) tiene la última palabra sobre la línea del límite municipal.

En las últimas décadas del siglo XIX y primeras del XX el IGN realizó un importante esfuerzo para determinar el límite entre todos los municipios existentes en España. De este trabajo nos quedan en la actualidad los cuadernos y actas de campo; originados por el levantamiento de las líneas límite que configuran los perímetros de todos los municipios del territorio nacional. Esta información se puede encontrar en el Archivo Técnico del Servicio de Documentación y Biblioteca del Instituto Geográfico Nacional.

En principio se utilizó para la representación gráfica del Mapa Topográfico Nacional a escala 1/50.000, utilizándose también para el mismo objetivo en el Mapa Topográfico Nacional a escala 1/25.000. Actualmente se usa, además, para proceder al replanteo de las líneas, por haber desaparecido su materialización física en el terreno. Ésta es la información básica que se emplea para dirimir y esclarecer cuantos problemas puedan surgir entre ayuntamientos en este ámbito y a requerimiento de los mismos.

En las actas de campo se describe la citación de mojones y sus referencias.

Por otra parte, en los cuadernos itinerarios de campo se encuentran todos los datos de los itinerarios de los levantamientos topográficos empleados para la confección de la información gráfica.

⁵ Real Decreto 1690/1986, de 11 de julio, por el que se aprueba el reglamento de población y demarcación de las Entidades Locales (Título I. Del territorio; Capítulo II. Deslinde de los términos municipales).

Est.	Ptos. Obs.	Rumbos				L. mira (m)	Ángulos de				Distancias horizontales (m)	Desniveles	Altitudes
		Norte		Sur			Depresión		Elevación				
		o	'	o	'		o	'	o	'			

Figura II-5: Estadillo de ejemplo con datos a cumplimentar

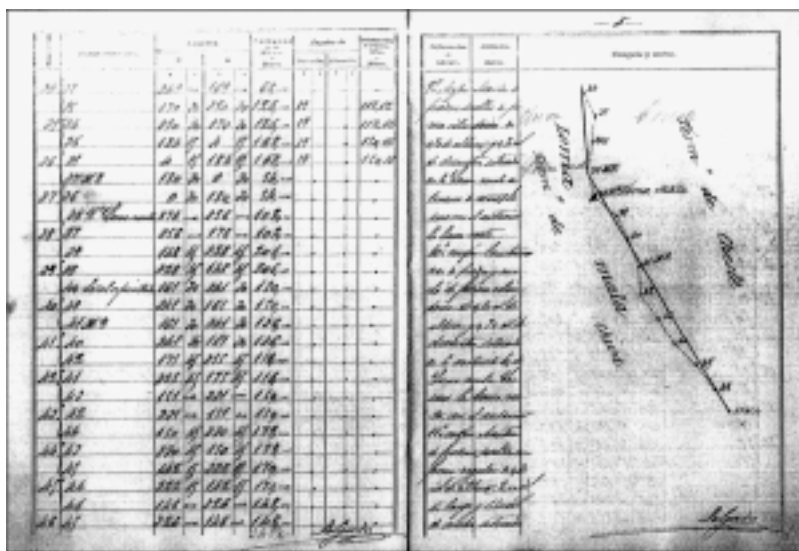


Figura II-4: Ejemplo de cuaderno de campo

Haciendo legible la información que contienen, tenemos transcrita la siguiente libreta (figura II-5).

Además, a la hora de realizar el deslinde se debe tener en cuenta si es entre municipios que pertenecen a la misma Comunidad Autónoma o si son de diferentes Comunidades, en cuyo caso la legislación aplicable es diferente.



Figura II-8: Ejemplo de deslinde del dominio público hidráulico de la cuenca del río Júcar (2004)

2.4.2. Deslinde de costas

A la hora de practicar distintos tipos de deslindes, uno de los más problemáticos son los referentes a la determinación del *dominio público marítimo-terrestre*, señalando la línea de separación.

Definida la línea que separa el dominio público del privado, como la línea límite interior de la ribera del mar; entendiéndose por ribera del mar el área que incluye la zona marítimo-terrestre (espacio comprendido entre la línea de bajamar y la que definen las olas en los mayores temporales) y las playas o zonas de depósitos de materiales sueltos incluyendo escarpes, bermas y dunas formadas por la acción del viento marítimo o por otras causas.

Ya en la Ley de Costas del año 1969⁶ se establecía la obligación para la Administración de deslindar todo el dominio público en cinco años. Han pasado más de treinta años y está deslindado aproximadamente un 61% de media nacional.

2.4.3. Deslinde de aguas (continentales o terrestres)

Uno de los problemas fundamentales de tipo ambiental que soportan los ríos es la ocupación de sus cauces y riberas de forma ilegal. Según un informe realizado por Ecologistas en Acción, que finalizó el año 2000, actualmente ocupan el dominio público hidráulico y zonas de alto riesgo de inundación, alrededor de 40.000 construcciones en toda España.

Ante esta situación, las 16 Confederaciones Hidrográficas (organismos encargados de la preservación del dominio público hidráulico) actualmente existentes, entran en conflicto muy a menudo con la Administraciones autonómica o local. El deslinde del dominio público es la base para poder establecer medidas de control en este entorno.

Trabajando en este tema se plantea en el año 1993 el proyecto LINDE, desarrollado actualmente por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (Ministerio de Medio Ambiente). Dicho proyecto pretende promover las medidas necesarias para proteger el dominio público hidráulico, corrigiendo las situaciones que le afecten.

2.4.4. Deslinde de montes

En España, el 51'2% de la superficie total es forestal (aproximadamente 26 millones de hectáreas), el objetivo de la ley actual es proteger y conservar los montes españoles de acuerdo con el principio de "desarrollo sostenible". Esta gran extensión habrá que clasificarla y protegerla, diferenciando los montes públicos de los privados. En la actualidad, los montes de titularidad privada suponen casi el 67% de los terrenos forestales españoles.

⁶ Actual Ley 22/1988, de 29 de julio; de protección, utilización y policía de costas.



Figura II-6: Fotografía aérea con definición del deslinde de costas

Destacar, además, la creación de la figura del *dominio público forestal* que abarca un tercio de la superficie forestal española, (aproximadamente 9 millones de hectáreas de montes de titularidad pública) y que establece el ordenamiento jurídico para la protección del monte, al quedar definidos como bienes inalienables, imprescriptibles e inembargables.

En el caso de los montes catalogados de utilidad pública, la ley opta por su declaración como dominio público, constituyéndose el dominio público forestal con estos montes junto con los restantes montes afectados a un uso o un servicio público.

La Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, sustituyó a la Ley 776/1957, de 8 de junio, después de casi medio siglo de vigencia. En la nueva legislación se recoge la nueva realidad política, económica, social y medioambiental, que estaba desfasada en la antigua ley.

2.4.5. Deslinde de vías pecuarias

Las **vías pecuarias** se definen por la Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, como aquellas rutas o itinerarios por donde discurren o ha venido discuriendo tradicionalmente el tránsito ganadero. Asimismo, las vías pecuarias podrán ser destinadas a otros usos compatibles y complementarios en términos acordes con su naturaleza y sus fines, dando prioridad al tránsito ganadero y otros usos rurales, e inspirándose en el desarrollo sostenible y el respeto al medio ambiente, al paisaje y al patrimonio natural y cultural.

Las vías pecuarias son bienes de dominio público de las Comunidades Autónomas y, en consecuencia, inalienables, imprescriptibles e inembargables.

La normativa vigente pretende abordar los problemas históricos y actuales de las vías pecuarias: ocupaciones, servidumbres, crecimiento de los núcleos urbanos, superposición de infraestructuras, etc. Todo ello favorecido por el retroceso de la ganadería trashumante, el abandono, la ausencia de deslindes y la escasez de recursos humanos y económicos para su gestión. Multitud de factores, a los que hay que añadir la benevolencia de una normativa que favorecía la desamortización de este patrimonio.

Aunque las diferentes legislaciones sobre vías pecuarias han venido reconociendo a estos caminos como "bienes de dominio público", lo cierto es que la mayor parte de las vías pecuarias están actualmente usurpadas. En la actualidad se están empen-

zando a potenciar nuevos usos para estas antiguas vías pecuarias.

La práctica del deslinde se regula en la Ley 3/1995 de Vías Pecuarias; el Reglamento para el desarrollo de esta ley lo tienen que realizar las Comunidades Autónomas, ya que la gestión de estas vías es autonómico.

2.5. Comparativa entre tipos de deslindes oficiales

A continuación, se realiza un estudio, plasmado esquemáticamente, de los diferentes deslindes oficiales explicados anteriormente. Mediante este análisis se pueden apreciar las similitudes de los distintos deslindes y los puntos en común que comparten todos ellos.

2.6. El papel del Ingeniero Técnico en Topografía en los deslindes oficiales

Como ya hemos visto, la labor principal del Ingeniero Técnico en Topografía en los deslindes oficiales es la separación del dominio público del privado, para poder así, posteriormente, realizar las actuaciones pertinentes que tenga que llevar a cabo la Administración del Estado en el espacio público.

Es importante definir claramente cuál es la línea que separa los dos dominios, dicha información aparece detallada en la legislación pertinente.

Los deslindes (la definición de las líneas límite) tienen una plasmación gráfica en los planos:

- Como ejemplo, en el Reglamento de la Ley de Costas, en el artículo 24 se hace referencia a este aspecto, "en el plano correspondiente se

“fijar el límite del dominio público mediante una línea poligonal que una los distintos puntos utilizados como referencia, rectificando, en su caso, las curvas naturales del terreno.”

En el proyecto de deslinde de costas también se deben incluir planos topográficos a escala no inferior a 1/1.000, con el trazado de la línea de deslinde y las delimitaciones indicadas, así como pliego de condiciones para el replanteo y posterior amojonamiento del deslinde.

- La información gráfica en el caso de aguas y montes es similar.
- En el caso de vías pecuarias, a partir del eje original se determinan las parcelas que invaden las vías pecuarias.
- En el caso de los términos municipales los planos serán utilizados para determinar la línea límite definitiva.

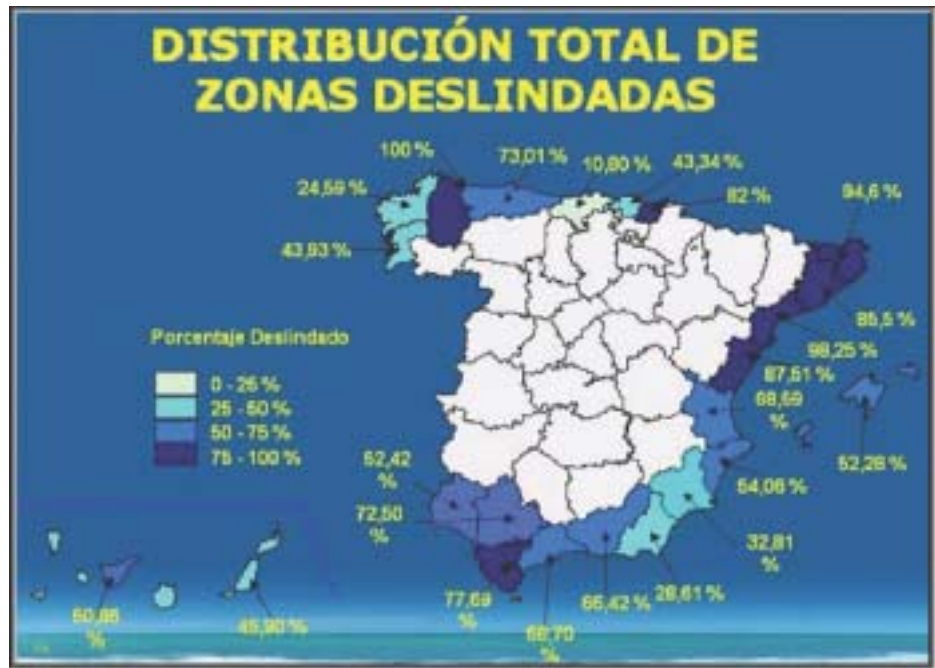


Figura II-7: Superficie deslindada en las costas españolas

Tal como se ha comentado anteriormente, la práctica del deslinde es de vital importancia, ya que separa el dominio público (en donde las competencias son de la Administración del Estado) y el privado (en donde su gestión corre a cargo de particulares). Sin tener finalizado el deslinde no se pueden acometer actuaciones dentro del dominio público, ni sancionar las actuaciones que se realicen.

Una buena cartografía que plasme la diferencia entre el dominio público y el privado, podrá utilizarse para realizar las actuaciones pertinentes dentro del dominio público y para los casos donde los propietarios privados tengan dudas hasta donde llega este dominio público. ■

VÍAS PECUARIAS (en España)			
Denominación:	Anchura máxima:	Longitud total:	124.336 Kilómetros
CAÑADAS	75 metros	Superficie total:	421.081 ha (0'83% del territorio nacional)
CORDELES	37,5 metros	Año 1836	Supresión del Honrado Concejo de la Mesta, decadencia de la trashumancia e inicio del deterioro de vías
VEREDAS	20 metros	Año 1995	Promulgación de la ley actual, encaminada a la recuperación de las antiguas vías

Figura II-9: Esquema general sobre vías pecuarias

VÍAS PECUARIAS (en España)			
Tipo	Finalidad	Línea de separación	Inicio de expediente:
TÉRMINOS MUNICIPALES	Determinar la línea límite entre los términos municipales	Líneas límite, a partir de las actas de campo donde se describe su situación. A partir de trabajos del IGN	- Ayuntamientos interesados - Diputaciones Provinciales
COSTAS	Separar el dominio público del privado	Límite interior de la ribera del mar	- A petición de persona interesada - Administración del Estado
AGUAS	Separar el dominio público del privado	Línea en el margen del cauce donde llegan las máximas crecidas	- A petición de persona interesada - Administración del Estado
MONTES	Separar el dominio público del privado	Líneas inscritas en el Catálogo de Montes de Utilidad Pública	- A petición de persona interesada - Administración del Estado
VÍAS PECUARIAS	Establecer las dimensiones de las vías pecuarias	Ejes de las mismas, a partir de referencias históricas en documentos y cartografía existente	- Comunidad Autónoma

Figura II-10: Esquema comparativo entre deslindes oficiales

La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE): Una realidad emergente

Antonio F. Rodríguez Pascual, Paloma Abad Power, Emilio López Romero y Alejandra Sánchez Maganto
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

Resumen

Se presenta la filosofía, estructura y estado de desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), proyecto coordinado por el Grupo de Trabajo IDEE definido en 2002 por la Comisión de Geomática del Consejo Superior Geográfico. La IDEE se plantea como sistema distribuido, descentralizado y policéntrico, implementado sobre la Red, cuyo objetivo es facilitar la búsqueda, selección, visualización, acceso y utilización de datos y servicios geográficos, integrando de modo transparente una colección de nodos a nivel nacional, regional y local. Se describen los servicios disponibles en el Geportal de la IDEE, que constituye una realidad emergente en el sentido de que presenta cualidades que no aparecen en cada uno de sus nodos componentes, cualidades que surgen de la interacción y cooperación entre ellos. Este proyecto está en línea con las especificaciones de Open Geospatial Consortium (OGC), antes Open GIS Consortium, con las normas ISO 19100 y con la filosofía y principios de la iniciativa INSPIRE

I. INTRODUCCIÓN

En el sector de la Información Geográfica (IG), sector que ha crecido conceptualmente en los últimos años hasta impregnar prácticamente todas las actividades humanas, se está asistiendo al nacimiento de un nuevo paradigma, es decir de una nueva manera de concebir nuestro trabajo y nuestro quehacer cotidiano: las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

Tras las revoluciones conceptuales que supusieron la aparición del mapa, pensado para ser leído por el ojo humano, y luego de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), concebidos para ser consultados a través de un terminal, llega el mundo IDE como consecuencia del impacto conceptual generado por la aparición de Internet, la Red por antonomasia y con mayúscula. Por fin la globalización tecnológica y sus consecuencias han llegado al campo de la Información Geográfica, en una revolución cuyo pistoletazo de salida fue la Orden Ejecutiva (1994) presidencial, impulsada por el Vicepresidente de los EE.UU. de América, Al Gore, titulada *Coordinating Geographic Data Acquisition and Access: The National Spatial Data Infrastructure*, que dio origen al proyecto NSDI.

Una IDE no es nada más, ni nada menos, que un SIG implementado sobre la Red, con todo lo que ello conlleva y significa. No se trata, por lo tanto, de que el usuario pueda realizar una mera conexión a un SIG a través de Internet para explotar en remoto el mismo sistema que puede tener disponible en una estación de trabajo. Más bien se trata de que el usuario pueda, mediante un sim-

ple navegador, un cliente ligero, buscar qué datos geográficos y qué servicios hay disponibles en la Red, seleccionar cuales son de su interés, visualizar los datos seleccionados, invocar el servicio o servicios necesarios (servicios de visualización, de acceso a objetos, de nomenclátor, de transformación de coordenadas, etc.), de modo transparente y sin preocuparse de en qué nodo reside cada componente, obtener las respuestas deseadas y finalizar la sesión. Como bien dijo Nicholas Negroponte, creador del *Media Laboratory* del MIT (Massachusetts Institute of Technology), respecto de lo que supone Internet, "... no es que la Red interconecte Sistemas entre sí, es que la Red es el Sistema".

Por todo ello, las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) se están consolidando como la estrategia tecnológica más adecuada para abordar las exigencias de la sociedad de la información para facilitar las posibilidades de acceso de ciudadanos, instituciones y empresas a la Información Geográfica y servicios de geoprocésamiento a través de la red. En el ámbito europeo, la importancia de estas infraestructuras se ha puesto de manifiesto con la iniciativa INSPIRE (*IN*frastructure for *S*patial *I*nfoRmation in *E*urope) de la Comisión Europea, que ya ha elaborado una Propuesta de Directiva (Julio 2004), disponible en español en la página web de INSPIRE, que la Comisión ha aceptado de buen grado, para establecer una IDE de Europa.

El Consejo Superior Geográfico, a través de su Comisión de Geomática, en el que participan la mayor parte de instituciones españolas con un papel relevante en este campo, ha logrado establecer

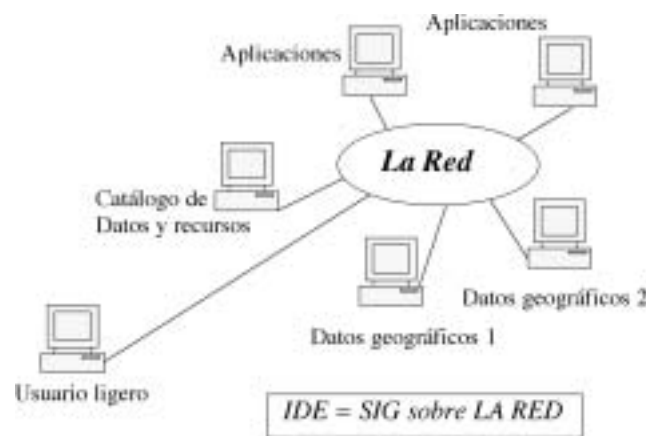
un consenso y dar un impulso significativo para el lanzamiento de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), infraestructura a la que podrán contribuir todos los agentes españoles relacionados con la Información Geográfica, tanto públicos como privados. Este paso ha supuesto ya que España empiece a ser adecuadamente considerada en el ámbito europeo. Se ha creado cierta unanimidad en aprovechar esta situación y proporcionar un mayor empuje colectivo por parte de todas las instituciones y personas que deseen apoyar la IDEE y convertirla en una infraestructura de referencia en Europa. Hay que tener en cuenta que dado el alto grado de descentralización existente en la Administración española y la organización territorial de nuestro país, la IDEE debe ser concebida como una IDE de IDEs e interconectar de manera transparente los nodos de nivel nacional, las IDEs regionales y las que vayan surgiendo en el ámbito de la Administración local, por lo que es muy probable que quienes estén implicados en la implantación de una IDE europea, sigan muy de cerca la experiencia española de coordinación, estructura y funcionamiento, como si de un proyecto piloto se tratara.

2. EL GRUPO DE TRABAJO IDEE

La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), es un proyecto coordinado por el Consejo Superior Geográfico (CSG), órgano colegiado en el que están representados los productores de datos geográficos digitales de referencia (en el sentido INSPIRE) de ámbito nacional y autonómico (Instituto Geográfico Nacional, Servicios Cartográficos del Ejército, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Agricultura, Institutos Cartográficos y Servicios de Cartografía de las Comunidades Autónomas, etc.) cuya presidencia ejecutiva y secretaría desempeña el Instituto Geográfico Nacional. El CSG definió, en noviembre de 2002, un Grupo de Trabajo para la IDEE en el que los organismos citados intercambian experiencias y llegan a los consensos necesarios para la implementación de una IDE en España, abierta y eficaz, de acuerdo con las directrices marcadas por INSPIRE y siguiendo las especificaciones de interoperabilidad de *Open Geospatial Consortium* (OGC), antes *Open GIS Consortium*.

Los principales hitos alcanzados hasta ahora por el GT IDEE son:

- Elaboración de tres encuestas continuas sobre Datos de Referencia existentes en España, Metadatos disponibles y Políticas de precios y licencias en nuestro país, para conocer con precisión y detalle los detalles de estos tres aspectos esenciales para diseñar actuaciones y planificar actividades.
- Producción de un Documento de Metadatos, obtenido a partir de la traducción de una síntesis significativa de ISO19115, sufi-



- cientemente para acceder a la información fundamental contenida en la norma y circulado como documento de trabajo.
- Aprobación del Núcleo Español de Metadatos versión 1 (NEMv1), como conjunto mínimo de ítems de metadatos recomendado, que comprende el núcleo definido dentro de ISO19115, más los ítems de Dublín Core Metadata, más los ítems de descripción de la calidad.
- Desarrollo en colaboración con la Universidad de Zaragoza de un programa de libre distribución dentro del GT IDEE, para la carga de metadatos (CatMDEdit), interactiva y por lotes, multiplataforma, que acepta varios formatos de entrada y salida, con tesauros incorporados y acorde con ISO19115 y con NEMv1.
- Elevación de una propuesta al Consejo Superior Geográfico para que acometa la elaboración de un Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) y un Nomenclátor Nacional.
- Una convocatoria nacional para contactar con todos los nodos de referencia, nodos temáticos y los correspondientes servidores de geodatos, que sean susceptibles de integración en la IDEE.
- Definición de un conjunto de Servicios Mínimos Recomendados a implementar en cualquier IDE que se pretenda integrar en la IDEE, y que incluye básicamente servicio de catálogo, servicio de publicación de mapas (Web Map Service, WMS) y servicio de Nomenclátor (*Gazetteer*).
- Elaboración de un vocabulario en castellano basado en la traducción de los términos existentes en las distintas normas y estándares (ISO/TC211 y OGC) aplicables en este campo y en los documentos relevantes (GINIE, INSPIRE) para este tipo de iniciativas.
- Establecimiento de unas directrices sobre arquitectura que definan el papel que debe jugar cada componente en su ámbito de actuación y las correspondientes responsabilidades escalonadas, para asegurar que no existen zonas de sombra en el funcionamiento de la IDEE.

- Creación del Geoportal multilingüe de la IDEE (www.idee.es) con servicios de catálogo, visualización de mapas, y un servicio de nomenclátor con más de 350.000 topónimos, que conecta de modo transparente para el usuario los geoportales actualmente operativos en España.

3. FILOSOFÍA DE LA IDEE

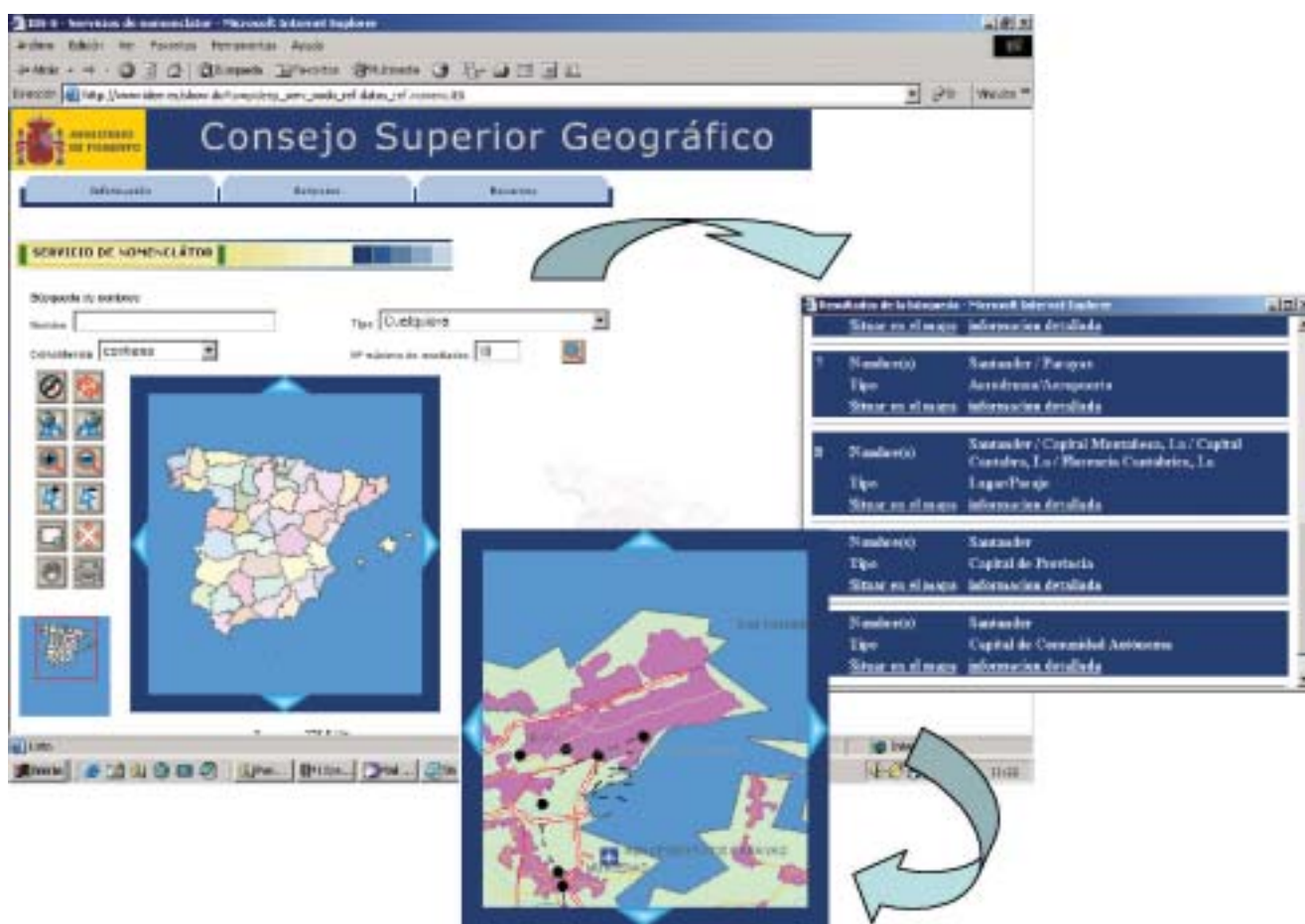
Una de las maneras de describir la filosofía de un proyecto, es decir las ideas y concepciones que lo sostienen, es hacerlo a través de sus objetivos, hablando de los motivos y razones que lo han motivado y que le dan su razón de ser. La IDEE, como en otros muchos aspectos, comparte objetivos y metas con la iniciativa europea INSPIRE, objetivo y metas que se pueden sistematizar como sigue.

El primer objetivo que ha aparecido en el horizonte, ya recogido como el fundamental en el proyecto INSPIRE, y que ha servido como idea impulsora y fuerza motriz del proyecto IDEE, es el facilitar el que las Administraciones Públicas compartan de manera eficaz la IG que gestionan para evitar duplicidades de esfuerzo, amortizar las inversiones realizadas y para garantizar que todos sus es-

tamentos utilizan un núcleo común de conjuntos de datos geográficos como lo que se denomina datos de referencia.

Los datos de referencia son aquellos datos georreferenciados fundamentales que sirven de base para construir y referenciar cualquier conjunto de datos temáticos. Son por lo tanto, un almacén de datos generales que sirve como referencia común a todo tipo de datos orientados a cualquier aplicación particular, y cumplen un papel análogo al que jugaban clásicamente la cartografía básica y derivada que servía como cartografía oficial.

Pero cubierto éste primero, inmediatamente surge un segundo objetivo, el disponer de la IG administrativa a través de la Red, de manera sencilla y eficaz, contribuirá de manera muy notable a la administración electrónica (*e-government*), que trata básicamente de informatizar, en la medida de lo posible, toda la burocracia, trámites y procedimientos administrativos mediante la adecuada gestión de documentos electrónicos (instancias, permisos, recursos, solicitudes, certificados, etc). Efectivamente, llegados a esa situación ideal, toda gestión burocrática en la que intervenga un plano o un documento cartográfico cualquiera podrá ser automatizado sin que la información espacial suponga una rémora.



Un tercer objetivo a cubrir es poner a disposición del ciudadano toda la Información Geográfica gestionada a través de la IDE, aplicando la doctrina comunitaria que ya reconoce el derecho de los ciudadanos a acceder a los datos que obran en poder de las administraciones, datos en los que los datos espaciales suponen una gran parte. Este derecho ha sido reconocido en cierta medida en la Directiva Europea relativa a la reutilización de la información del sector público (DO L 345 de 31.12.2003), y en la Directiva Europea sobre el acceso del público a la información medioambiental (DO L 41 de 14.2.2003) y en la Convención de Aarhus.

Un último objetivo es ampliar la IDE al sector privado y al público en general, no sólo poniendo a su disposición datos y servicios geográficos, sino también brindándoles la posibilidad de integrar sus datos espaciales, y sus servicios si así lo desean, en la IDEE, coordinando datos públicos y privados en un mismo sistema de distribuido. Para ello, si alguien desea integrar información en la IDEE tendría que cumplir ciertos requisitos de normalización y armonización: que los datos geográficos estén documentados con los correspondientes metadatos y lo estén de manera normalizada; que el productor de la información se identifique claramente; que los servicios y funcionalidades que se ofrezcan cumplan las especificaciones *Open Geospatial Consortium*; que si se han utilizado datos geográficos de referencia sean los que generan los productores oficiales, etc.

En cuanto a concepción, entendemos la IDEE como un sistema abierto y policéntrico, descentralizado, cuya vocación es maximizar las ventajas de los sistemas distribuidos, esencialmente basado en la integración de iniciativas y centros de producción en un esquema descentralizado, transparente para el usuario, basado en la compatibilidad de datos y en la interoperabilidad de sistemas. Se pretende generar un sistema poco regulado, basado en un conjunto de recomendaciones mínimas, alcanzadas por consenso entre quienes participan en su implantación, y en la panoplia de estándares que están haciendo posible la interoperabilidad (normas ISO 19100 y especificaciones OGC).

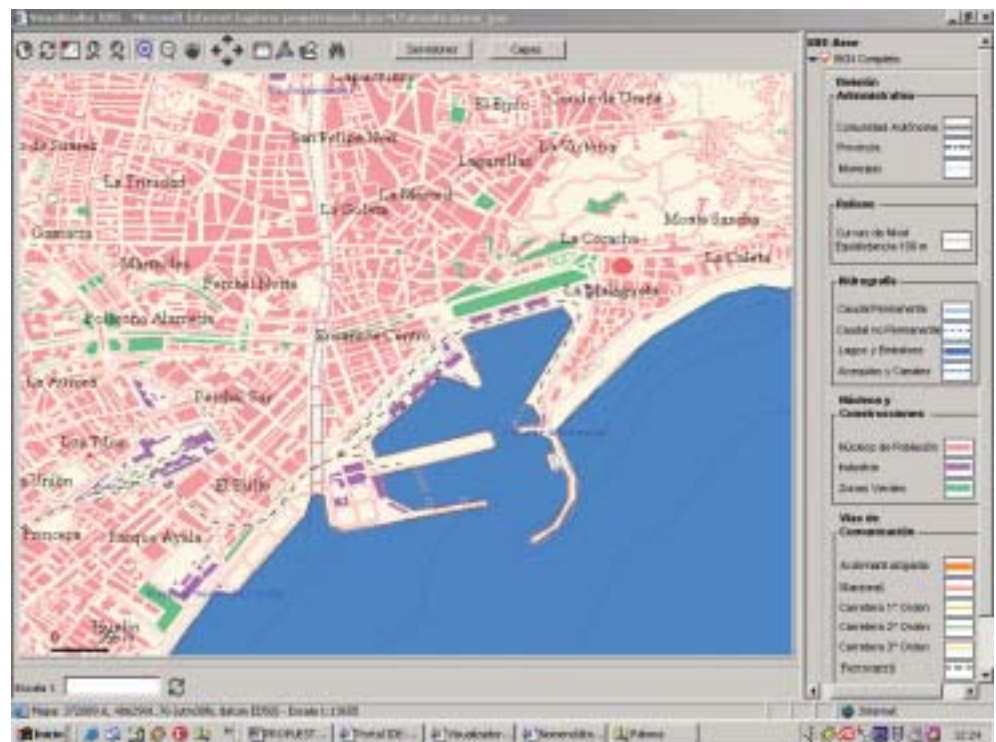
Por otro lado, una IDE tendrá propiedades y comportamientos que no posee ninguno de los nodos que la integran, pro-

piedades y capacidades surgidas de la libre y espontánea sinergia y cooperación de los organismos participantes y dependerá en gran parte de la competencia e iniciativa de los actores que la integran. Definidas unas reglas de juego mínimas, el sistema adquirirá personalidad propia y desvelará su carácter esencialmente emergente, constituido por características nuevas, diferentes cuantitativa y cualitativamente, que residen en el sistema global y son mucho más que la mera suma de las características de sus componentes individuales. Algo análogo a lo que ocurre con el comportamiento emergente de un hormiguero o una colmena, asombrosamente más inteligente que el de una hormiga o una abeja.

4. ESTADO ACTUAL DE DESARROLLO

Como ya hemos dicho, la IDEE consiste en un sistema distribuido accesible vía Internet, en el que cooperan de modo sinérgico los tres niveles de Administración existentes en España, mediante la integración de las IDEs existentes actualmente, y que ofrece una serie de servicios tanto a la administración como a los ciudadanos en general:

- 1) Servicio de búsqueda de datos geográficos, que ofrece la posibilidad, mediante una pantalla de búsqueda genérica y potente, de localizar qué conjuntos de datos geográficos de referencia hay disponibles a una escala determinada, de una zona en particular, de un tema específico y de una fecha concreta. Se entiende por datos de referencia los que INSPIRE define en *RDM Position Paper* y lista en su Propuesta de Directiva (Anexos I



y II), es decir los datos elaborados y mantenidos por los organismos oficiales productores de datos que sirven como referencia para todo tipo de aplicaciones temáticas, por ejemplo: Datos Geodésicos; Ortofotos; la Base Cartográfica Numérica 1:200.000 del IGN; la Base Cartográfica Numérica 1:25.000 del IGN; las Bases Topográficas 1:5.000 de las Comunidades Autónomas; Modelos Digitales del Terreno; Catastro; Direcciones Postales; Nomenclátor; etcétera.

- 2) Servicio de visualización, que permite visualizar en pantalla el conjunto de datos deseado que se ha localizado mediante el servicio anterior; y efectuar funciones de visualización y consulta básicas, como acercar, alejar, vuelo panorámico, ocultación de capas, consulta de coordenadas, etc. Una de las características más interesantes de este servicio es que permite la superposición en pantalla de datos geográficos almacenados en nodos, y por lo tanto en servidores distintos, que estén integrados en la IDEE, por ejemplo es posible visualizar una superposición de la BCN25 sobre las ortofotos de La Rioja.
- 3) Servicio de Nomenclátor, que se basa en la búsqueda y visualización posterior de topónimos georreferenciados cargados en una Base de Datos que contiene más de 350.000 registros. Ofrece la posibilidad de buscar un objeto geográfico por su nombre o topónimo, y visualizar su situación utilizando la BCN25 por defecto.
- 4) Otros servicios de geoprocesamiento, como Calculadora Geodésica, Medida de Distancias y Superficies, Visualización de Cuadrículas, etcétera.
- 5) Búsqueda y visualización de datos temáticos, como los datos mantenidos por el Ministerio de Medio Ambiente, el Ministerio de Agricultura, el Instituto Geológico y Minero de España, la Dirección General del Catastro, el Instituto Nacional de Estadística, etc. Esta funcionalidad estará disponible en un futuro cercano.
- 6) Combinación y encadenamiento de cualesquiera de los servicios anteriores.

En la actualidad, se está procediendo a la integración paulatina en el sistema de los servidores de los Productores de Datos Geográficos de ámbito nacional y regional. El ámbito local de funcionalidad de la IDEE está en fase de diseño, dentro de lo que se conoce como proyecto Geopista, que acoge bajo su paraguas a un conjunto reducido de Gobiernos Autonómicos, Diputaciones Provinciales y Ayuntamientos, con la intención de extender paulatinamente los resultados y logros de esta primera fase piloto a los más de 8.100 Ayuntamientos existentes en España. En este sentido, hay que señalar especialmente la pujanza del proyecto IDEC (IDE de Cataluña), en funcionamiento en la Red desde el año 2002, como

proyecto IDE pionero en España, que destaca por su eficacia y funcionalidad.

En cuanto a los Servicios, hay un primer conjunto disponible que irá aumentando progresivamente en el futuro, partiendo de Servicios de Publicación de Mapas, de Nomenclátor y de Catálogo. La tendencia es ir incluyendo otras posibilidades contempladas en OGC e ISO/TC211, como:

- *Coordinate Transformation Service (CTS)*, o servicio de transformación de coordenadas, que oferte la posibilidad en la Red de transformar un fichero de datos geográficos de una proyección cartográfica a otra o de cambiar su sistema de referencia.
- *Web Feature Service (WFS)*, o servicio de publicación de objetos, que ofrece la posibilidad de acceder en la Red a los objetos individuales contenidos en un conjunto de datos y recuperar todos sus atributos y características para poder efectuar análisis complejos.
- *Web Coverage Service (WCS)*, o servicio de publicación de coberturas, que permite publicar en Internet coberturas ráster de imágenes de satélite, ortofotos, fotografías aéreas, ficheros ráster y, en general, cualquier conjunto de datos que tenga esta estructura de la información.
- *Styled Layer Descriptor (SLD)*, o descripción de estilo de capas, dedicada a permitir la definición temporal o permanente de la simbolización con la que se desean visualizar los objetos incluidos en un conjunto de datos determinado.
- *Geoparser* (en elaboración), este servicio en Red consiste en procesar un documento textual en formato digital e identificar y marcar las palabras que aluden a una localización geográfica, en general nombres geográficos, por comparación con un nomenclátor. Posteriormente se pueden realizar enlaces permanentes, crear elementos de hipertexto, hacer búsquedas bibliográficas y geográficas, etcétera.
- *Geolinking Data Access Service (GDAS)*, o servicio de acceso a datos geolinkados, especificación en elaboración, pensada para ofrecer una interfaz normalizada de acceso a tablas de datos alfanuméricos (estadísticos, temáticos), que incluyan una columna con un identificador geográfico, una etiqueta de georreferenciación, que permita establecer una relación con un fichero de datos geográficos que haga posible su visualización. Por ejemplo una tabla de datos estadísticos relativos a municipios que incluya el código INE o los nombres de los municipios.
- *Geolinking Service (GLS)*, o servicio de geolinkaje, especificación todavía en preparación, concebida para poder acceder a una tabla de datos geolinkados, mediante un GDAS, seleccionar qué atributo se desea visualizar, acceder a un fichero de datos geo-

gráficos que contenga las áreas georreferenciadas y la tabla en cuestión, acceder o definir interactivamente un fichero de leyenda dónde se especifique cómo se desea visualizar cada valor de un atributo, y finalmente visualizar en pantalla un mapa temático del atributo seleccionado.

- *Web Pricing and Ordering Service* (WPOS), o servicio de comercialización y pedido electrónico, en elaboración, planteada para cubrir todos los aspectos de comercio electrónico (e-commerce) relacionados con datos espaciales digitales: precios, licencias de uso, pedidos, entregas, facturación, etc.
- *Web Terrain Server* (WTS), o servidor de vistas del terreno, cuya finalidad es producir vistas perspectivas de coberturas de datos geográficos tridimensionales.

Todo el sistema IDEE está basado en la familia de normas ISO19100 y muy especialmente en la norma de Metadatos ISO19115, en las especificaciones de interoperabilidad OGC y en la filosofía y principios del ya mencionado proyecto INSPIRE de la Unión Europea.

Como ya se ha mencionado, en un futuro próximo será posible incorporar a la IDEE cualquier conjunto de datos o servicio de procedencia privada o particular, siempre que satisfaga unos requisitos mínimos en cuanto a interfaces, protocolos y arquitectura, que posibiliten su integración en el sistema y su interoperabilidad; básicamente: estar documentados de acuerdo a la norma de Metadatos ISO19115 y satisfacer las especificaciones de interoperabilidad de OGC.

5. CONCLUSIONES

Estamos asistiendo a un cambio de paradigma en el campo de la Información Geográfica, que nos llevará desde los SIG como espacio tecnológico a las IDEs. Un cambio que va a implicar nuevas concepciones, reciclaje tecnológico, un esfuerzo de reconversión de políticas, proyectos, métodos de trabajo, etc. y también una valentía y un arrojo considerables para realizar inversiones en innovación que no se van a recuperar a corto plazo, pero que van a estimular una transición inevitable y deseable.

En relación con la implementación de servicios de información orientados para satisfacer las necesidades del ciudadano, más allá de lo que se ha dado en llamar Administración electrónica (e-government), y entendiendo la filosofía de la Convención de Aarhus

de un modo amplio, lo que supone reconocer el derecho del ciudadano a acceder a la información, y en particular a la Información Geográfica, que custodian las administraciones, e incluso a participar de algún modo en la toma de decisiones, las Infraestructuras de Datos Espaciales, que deberían ser complementadas y coordinadas con las Infraestructuras de Datos Estadísticos, campo en donde el Instituto Nacional de Estadística tiene mucho que decir y muy interesante, constituyen la piedra angular que permite fijar la información al territorio y ponerla a disposición del ciudadano.

Por último, una IDE es siempre algo esencialmente emergente, que tiene propiedades surgidas de la libre y espontánea sinergia de los organismos participantes y depende en gran parte de la competencia e iniciativa de los actores que la integran. Por ello, el intercambio de experiencias, ideas y conocimiento, la circulación de la información y la puesta en común de soluciones e innovaciones tecnológicas son de gran importancia en este campo. Una de las características que hacen de las IDEs proyectos de gran belleza e interés es que su éxito no depende de un único organismo o instancia, sino del desarrollo, la integración constructiva y la armoniosa colaboración de todos los agentes participantes.

6. REFERENCIAS

- INSPIRE Reference Data and Metadata. *Reference Data and Metadata Position Paper*, 2002.
- GSDI Technical Working Group. *The Spatial Data Infrastructure Cookbook*, 2001.
- FGDC Geospatial Applications and Interoperability Working Group. *A Geospatial Interoperability Reference Model*, 2002.
- ISO/TC211. *ISO 19115 Geographic Information – Data Description – Metadata*, 2003.
- Groot, R. y McLaughlin, J. *Geospatial Data Infrastructure. Concepts, Cases and Good Practice*. Oxford University Press, 2000.

7. ENLACES

- www.gsdi.org Global Spatial Data Infrastructure (GSDI)
- www.fgdc.gov/nsdi Nacional Spatial Data Infrastructure (USA)
- www.ec-gis.org/inspire/ INSPIRE
- www.idee.es IDE Española
- www.icc.es/idec IDE de Cataluña
- www.opengeospatial.org Open Geospatial Consortium (OGC)
- www.isotc211.org ISO/TC211



VIII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía TOP-CART 2004: Conclusiones Finales

I. INTRODUCCIÓN

En el Programa Oficial del TOP-CART 2004 figuraba, como uno de los objetivos principales del Congreso, la elaboración de un referente de conclusiones técnicas y profesionales, para ser difundido entre los diferentes actores intervinientes en el escenario topográfico y cartográfico español.

Para la elaboración de estas conclusiones finales, la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía y el Comité Organizador del TOP-CART 2004 han seguido el siguiente criterio:

- Recoger la opinión de los ponentes a través de los trabajos presentados
- Analizar los temas planteados por los participantes en los debates celebrados después de cada ponencia
- Elaborar conjuntamente, Junta de Gobierno y Comités Organizador y Técnico del TOP-CART 2004, las conclusiones finales.

2. CONCLUSIONES

2.1. Geodesia

- Actualmente, y como ya se puso de manifiesto en el TOP-CART 2000, el GPS como técnica de observación de redes acapara todos los proyectos de Geodesia que se están llevando a cabo.
- El protocolo firmado entre EEUU y EU, en junio de 2004, sobre Galileo, despeja dos cuestiones importantes: la apuesta manifiesta de la UE por disponer de su propio sistema de posicionamiento y garantizar la compatibilidad de los sistemas GPS y Galileo.
- Es manifiesta la necesidad de disponer de una infraestructura permanente, de carácter público, que provea de datos, ya sean brutos o correcciones diferenciales, al creciente número de usuarios de GPS.
- EUREF-IP es un proyecto implementado por el IGN dentro del marco de EUREF (European Reference Frame) que proporciona correc-

ciones diferenciales de fase, código o datos brutos, vía Internet, el cual está ya disponible para varias estaciones permanentes GPS.

- Conviene destacar la posibilidad de incluir estaciones virtuales GPS allá donde se las necesite, generando archivos RINEX para cálculo en postproceso.

2.2. Fotogrametría

- Se ha producido un incremento notable en el uso de la fotogrametría para fines no cartográficos
- Ha aumentado de forma importante el uso de la fotogrametría terrestre para la realización de inventarios del patrimonio arquitectónico por medio de técnicas novedosas, que combinan métodos de bajo coste, cámaras no métricas, con procesos de autocalibración en el cálculo de haces.
- El tema fundamental de investigación en fotogrametría actualmente es la extracción automática de entidades geográficas. En este sentido hay un campo muy novedoso y de vital importancia para la automatización, o al menos semiautomatización, de la Fotogrametría, en el que converge de forma significativa con la Teledetección.

2.3. Cartografía

- Se está produciendo un acercamiento entre los Centros Cartográficos de las Administraciones Públicas, encaminado a evitar repeticiones y a elaborar productos de forma conjunta homogénea y coordinada.
- Se observa un cambio de criterio en la producción cartográfica oficial. Se empieza a hablar de cuatro cuestiones esenciales: Demanda de la sociedad, definición de proyectos, coste del proyecto, tiempo de realización.
- Se inicia una reconsideración por parte de las Administraciones Públicas, sobre los criterios y las formas de diseminar y distribuir la información geográfica.

- Aparece en el escenario cartográfico proyectos propiciados por Directrices de las Comisiones de la UE.
- Se ha puesto de manifiesto la importancia genealógica y descriptiva de los datos cartográficos de instituciones públicas a través de los metadatos y las Infraestructuras de Datos Espaciales, así como una nueva tendencia en la descripción y almacenamiento de datos cartográficos de distinta naturaleza
- La cartografía es el elemento esencial e imprescindible para la representación y el conocimiento del territorio, pero no suficiente. Se está produciendo un incremento en la demanda de información cualitativa y cuantitativa asociada al dato geográfico.
- El proyecto INSPIRE, de iniciativa europea, da lugar al proyecto español IDEE, que supondrá una verdadera revolución en el acceso a la información del territorio a través de Internet, siendo además un verdadero proyecto de colaboración entre las diferentes Administraciones del Estado: General, Autonómica y Local.
- En el campo de la calidad de los datos en cartografía se han desarrollado más estándares, no sólo de definición de la calidad sino también de formatos de almacenamiento e intercambio. Fruto de este esfuerzo de normalización es la colaboración de instituciones tales como el IGN con ISO y CEN/TC.
- Los trabajos de las Escuelas de Topografía, Geodesia y Cartografía cada vez se encaminan más hacia el conocimiento y análisis de la información sobre el territorio, no solamente a la obtención del dato cartográfico

2.4. Topografía

- Existe un incipiente avance de las técnicas GPS+RTK, tanto en su distribución a través de Internet como en posibles desarrollos dentro de diversos organismos de redes de estaciones permanentes, con posibilidad de creación de estaciones virtuales.
- Como novedad, conviene destacar la toma de datos con escáner topográfico, sobre todo para documentación arquitectónica o representación tridimensional de elementos singulares.

3. FUTURO DE LA PROFESIÓN DE INGENIERO TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA

Tal y como se pudo observar en todo el Congreso y en especial en la Jornada Conmemorativa del Cincuentenario de la Creación de los Estudios de Topografía, nuestra profesión se encuentra en un punto de inflexión muy importante.

Con la publicación del Libro Blanco sobre la Ingeniería en Geomática y Topografía se abre un proceso en el cual se decidirá no sólo cómo serán los programas de estudio que tendrán que seguir lo topógrafos del futuro y cómo se llamará el título que obtendrán, sino a qué nos vamos a dedicar, cuáles van a ser nuestras áreas de competencia profesional en función de nuestra calificación académica, dónde y cómo podremos ejercer nuestra profesión, a qué podremos aspirar en todos los ámbitos, tanto en el de la empresa privada como en las Administraciones Públicas, y muchas cosas más que irán surgiendo con el desarrollo de este proceso.

La gestión de los acontecimientos venideros es de vital importancia para nuestro futuro, por lo que se requiere un análisis profundo de la situación actual y una visión ambiciosa y realista de cuál debe ser nuestro futuro. ■

Aviso

CAMBIO DE DENOMINACION DE TCP-I.T.

A partir de Enero de 2005 todos los productos y servicios que hasta ahora ha venido suministrando TCP Informática y Topografía (TCP-I.T.) serán realizados por la empresa APLITOP S.L. (Aplicaciones Topográficas), desde sus nuevas instalaciones.

La empresa continuará con el desarrollo de soluciones completas para la Topografía e Ingeniería Civil, tanto en la elaboración de proyectos en gabinetes como para la toma de datos y replanteo con dispositivos móviles.

Los datos de contacto son los siguientes:



APLITOP
Sumatra, 9
29190 MALAGA
Tel. 952 439 771 - Fax 952 431 371
Web: www.aplitop.com
e-mail: info@aplitop.com

¿Se encaminan las normas profesionales y éticas de los topógrafos hacia una Norma General?

Frances Plimmer y Sarah Sayce
KINGSTON UNIVERSITY (REINO UNIDO)

Resumen

Aun reconociendo las diferencias culturales y las existentes en la práctica profesional de sus miembros, la FIG ha hecho una declaración acerca de los principios éticos fundamentales que, desde 1998, deberían ser adoptados por todos los topógrafos. A fines del año 2002, The Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), asociación profesional de los topógrafos del Reino Unido, publicó una declaración acerca de los Nueve Valores Básicos que se propone exigir a todos sus topógrafos colegiados, sin tener en cuenta donde ejerzan su profesión. Este artículo preconiza una investigación sobre los aspectos que influyen en la imposición de un conjunto de valores específicos, a la luz del amplio espectro de prácticas profesionales que se dan en profesión topográfica en todo el mundo.

Abstract

While recognizing the differences in the culture and professional practice of its membership, FIG has had a statement on of the fundamental ethical principles which should apply to all surveyors since 1998. At the end of 2002, The Royal Institution of Chartered Surveyors published a statement on the nine core values which it proposes to require of all Chartered Surveyors, regardless of where they practice. This paper previews research into the issues which affect the imposition of a set of specific values in the light of the range of cultural and professional practices within the global surveying profession

I. INTRODUCCIÓN

“**N**o hay duda de que existe un cierto malestar acerca de la ética profesional, y no sólo entre los propios profesionales, sino entre el público en general, que son los clientes o consumidores de los servicios profesionales” (McDowell, 2000, página 1). En los últimos años ha habido un incremento en la cantidad de publicaciones que subrayan las dimensiones éticas del comportamiento profesional, desde la práctica médica a la contabilidad y, más recientemente, en el mundo empresarial. En parte, esto se puede achacar al aumento de la responsabilidad social corporativa y a la cada vez mayor difusión de que gozan los movimientos en pro de los derechos humanos. De esta forma, la ética se ve como parte del dilema moral y como una cuestión relacionada con los conceptos de los comportamientos normalizados (Kultgen, 1988). Sin embargo, la causa es, en parte, menos abstracta y está más relacionada con las preocupaciones específicas reales, en especial en lo tocante con la ética profesional.

Entre las preocupaciones específicas, ocupan un lugar destacado la crítica de los profesionales por parte de los consumidores y la pérdida de confianza en la capacidad de las profesiones para autorregularse. En ninguna otra parte se ha demostrado esto más claramente que en el mundo de las auditorías contables, con casos tan recientes e importantes como los acaecidos en EE.UU. de América, ENRON y WorldCom. Todos estos factores demuestran el fallo de los profesionales en cumplir incluso unas normas mínimas de confianza.

Para la Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS), la evolución hacia una mundialización de la profesión ha establecido la necesidad de un debate con respecto a la naturaleza, contenido y aplicación de una declaración clara e inequívoca acerca de las reglas y principios que deben de gobernar el comportamiento de todos los topógrafos colegiados, sin tener en cuenta dónde se calificaron o dónde ejercen la profesión. Con esta finalidad, la RICS ha desarrollado, y está actualmente implementando dentro de sus Reglas de Conducta (RICS 2002b), una adhesión a los nueve valores básicos que se están demandando de manera global a todos los topógrafos colegiados.

Sin embargo, estos nueve valores básicos, que se espera sirvan en todo momento de guía de conducta a todos los miembros de la RICS (RICS 2002b, página c5), pueden ser interpretados de maneras distintas en los diferentes países del mundo, dependiendo de su contexto cultural, ya que cada uno tendrá sus propios valores y normas. Es importante que la RICS y sus miembros comprendan cómo estos valores básicos pueden alcanzarse dentro de los diferentes entornos culturales.

The Royal Institution of Chartered Surveyors (RICS) ha hecho extensivo su código ético revisado a todos sus miembros, independientemente de su situación geográfica y del sector en que ejercen la profesión. Es aplicable tanto a aquellos que trabajan en el sector público como a los que lo hacen en el sector privado.

Este artículo promueve una investigación que, al tiempo que beneficia a los miembros de RICS, también goza de particular relevancia para la comunidad topográfica en su sentido más amplio, así como para la comunidad de clientes y consumidores. Busca alcanzar un mayor entendimiento en los aspectos importantes que acompañan a la implementación de las normas éticas más allá de las fronteras culturales, con el fin de asegurar que se puede alcanzar, hasta en los últimos confines del mundo, una calidad en el servicio, una reputación de la profesión y una normativa rigurosa. Sólo entonces se asegurará, dentro del mercado mundial, la confianza del público y de los clientes hacia los topógrafos.

Desde 1998, la FIG ha dispuesto de una declaración sobre la ética profesional (FIG, 1998). Ésta reconoce la necesidad de unos principios éticos y de unos códigos de conducta profesional únicos, y también que es responsabilidad de las asociaciones el preparar, implantar y hacer entrar en vigor "un detallado código de conducta profesional". Dada la cronología actual, se puede decir que la RICS parece estar ya alcanzando esta meta.

No puede discutirse que los principios y los códigos de conducta profesional sean importantes, tanto para los profesionales como para sus clientes y para el público en general, pero existen suficientes evidencias de la riqueza y variedad cultural que existe dentro de la vida social y de las prácticas laborales a través del mundo, para demostrar la necesidad de ir más allá de las meras palabras de un código de conducta profesional y buscar la interpretación que los topógrafos de los distintos países del mundo asignarían a las mismas. La finalidad de este tipo de investigación no es buscar una conformidad en la interpretación, sino desarrollar un entendimiento de lo que esos términos significan para otros y, de esa manera, mejorar la comunicación, trabajar en las relaciones y, por tanto, reforzar la mundialización de la profesión de topógrafo.

Todavía hay poco publicado acerca de la ética de los topógrafos, aunque ya existan diversos códigos de conducta profesional, como, por ejemplo, el del Instituto Americano de Tasaciones y los de algunas otras profesiones en el Reino Unido. Pero tiene mayor importancia el que exista poco escrito acerca de cómo un código de conducta profesional pueda aplicarse a través de fronteras internacionales y, por tanto, culturales. El

resto de los trabajos en esta área parecen estar confinados a la gestión financiera internacional y a algunos textos de importancia que ya se han mencionado con anterioridad.

2. EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Este artículo describe y aporta un telón de fondo contextual para un estudio piloto encaminado al desarrollo de una metodología que investigue cómo el código de conducta profesional de la RICS, tal y como se representa mediante los Nueve Valores Básicos, puede ser interpretado por los topógrafos colegiados de distintos países seleccionados y dentro de los sub-mercados seleccionados.

Haciéndolo así, una finalidad adicional será la de informar y alentar el debate sobre la definición y el desarrollo de los principios y del comportamiento en la práctica profesional de todos los topógrafos colegiados, de modo que se acentúe el cumplimiento de las normas y con ello aumente la reputación profesional, mereciendo así la confianza y la estima del público y de los clientes.

La investigación se centra en los topógrafos colegiados de RICS, debido a la reciente introducción e imposición, por parte de RICS, de un código de conducta profesional. Sin embargo, y en vista del hecho de que la FIG ya dispone, desde hace años, de una declaración sobre los principios éticos y el código de conducta profesional, la experiencia de los miembros de la FIG será altamente valiosa para esta investigación.

Similarmente, puede que sea necesario investigar las experiencias de otras profesiones mundializadas, cuyas actuaciones en esta área son más antiguas que las de los topógrafos. Se ha identificado bibliográficamente que las profesiones relacionadas con el derecho y la medicina poseen una extensa experiencia en ética profesional, en tanto que la comunidad empresarial ofrece un rico caudal de información y experiencias en lo relacionado con la gestión de una fuerza laboral global única.

3. LAS PROFESIONES Y LA ÉTICA

"Las profesiones han evolucionado de forma diferente en las diversas sociedades... Algunas de las diferencias surgen de los modos alternativos de organizar la sociedad y otras a partir de los valores sociales subyacentes. La ética profesional únicamente puede ser adecuadamente analizada estudiando el conjunto de los valores sociales y la concepción del papel general de las profesiones en la sociedad." (Bayles, 1989, pág. 5)

3.1. Las profesiones

La responsabilidad de las profesiones y de las instituciones profesionales es onerosa, debido a su papel tradicional en la sociedad. *"Las profesiones no tienen el derecho a ejercer la práctica: es un privilegio que el Estado les concede... Los profesionales individuales tienen sólo el privilegio de ejercer; la*

profesión, en su conjunto, es una actividad privilegiada creada por el Estado para fomentar los valores sociales" (Bayles, 1989, pág. 12). En el caso de la RICS, este estatus se confiere específicamente por una Royal Charter (concesión real) de la Corona Británica y no por legislación ni por una protección estatutaria del título.

Con independencia de cómo hayan alcanzado su estatus, las profesiones continúan justificando su posición privilegiada en la sociedad por referencia a los valores sociales y a su habilidad para contribuir a su mejora. Las sociedades de todo el mundo han situado a las profesiones en posiciones de inmenso poder e influencia. Por ejemplo, en el Reino Unido, el gobierno británico usa a las organizaciones profesionales para regular las calificaciones y las actividades de sus miembros, de manera análoga a como son normalmente reguladas por el Estado en gran parte del resto de Europa.

"Históricamente, las profesiones han controlado la admisión a sus filas y han regulado la conducta de sus miembros, definiendo su papel en la sociedad. El público lego ha contemplado a los profesionales con respeto y ha confiado a su buen juicio sus vidas y sus fortunas. Aunque a veces hay que contemplar con antipatía y con ciertas sospechas a algunas profesiones individuales... la gente, con mucho, coincide con el propio juicio de los profesionales en que todas las decisiones relacionadas con sus respectivos campos de actuación deben ser exclusivamente suyas. Hoy día, sin embargo, las críticas se han extendido ampliamente y se dirigen hacia casi todas las profesiones" (Bayles, 1989, pág. 4).

El tradicional respeto que se tenía tanto a los profesionales como a las organizaciones comerciales, se ve cada vez más desafiado por el público y por los gobiernos. De acuerdo con Bayles (1989, págs. 4-5): *"Según se va haciendo más compleja la sociedad y más dependiente de la tecnología, las profesiones se han centrado cada vez más en sus funciones. Durante años, las violaciones de los códigos éticos de conducta profesional fueron frecuentes e impunes y, sin embargo, no hicieron saltar la chispa del tipo de críticas que están tan extendidas en la actualidad. Al menos, las recientes críticas reflejan el desarrollo del consumismo"*.

Esta situación ya no existe en la actualidad, debido a la aparición de casos de fraude de alto impacto en organizaciones tales como ENRON y WorldCom en los EE.UU. de América, junto con una creciente propensión a que los ciudadanos pleiteen contra los profesionales. Éstas son unas demostraciones claras de la ruptura de confianza entre el público y unas organizaciones que, a menudo, estaban orgullosas de ofrecer un servicio público de calidad, y apuntan la necesidad de que las organizaciones profesionales se defiendan a sí mismas, y a sus miembros, demostrando claramente a sus clientes, y al público en general, que son auténticamente "profesionales".

Una de las formas de autoprotegerse es que las organizaciones profesionales definan e impongan a sus miembros un código ético o de conducta, al que se pueden adherir sin tener en cuenta en qué parte del mundo se hubiesen calificado o dónde trabajen en la actualidad. Existe

el requisito asociado de ofrecer a sus miembros una guía, explícita y sin ambigüedades, sobre la interpretación de dichos códigos.

Así pues *"... la ética profesional engloba todos aquellos aspectos relacionados con la ética y con los valores, en los papeles de las profesiones y la conducta de los profesionales en la sociedad"* (Bayles, 1989, pág. 3). Sin embargo, los valores que sustentan a la ética no son universales, sino que reflejan el entorno cultural y son, por tanto, diferentes en las diversas partes del mundo.

Esto hace surgir un dilema ¿Debe interpretarse la imposición de los valores como la implicación en un único conjunto de valores o debe dicha interpretación poseer una diferenciación espacial? La instancia inicial de RICS y, por consiguiente, la hipótesis original de la investigación propuesta, es que las diferencias culturales deben ser reconocidas y respetadas. En consecuencia, la imposición de un código de conducta, tal como los Nueve Valores Básicos de RICS, debe estar acompañada de una clara comprensión de lo que dichos valores significan para los miembros de los distintos países. Esta comprensión debe ser transmitida clara y articuladamente, tanto dentro como fuera de las organizaciones profesionales, de manera que sus miembros sepan lo que de ellos se espera (o tal vez lo que les está permitido hacer) y a los clientes y otros consumidores no les quepa ninguna duda acerca de lo que pueden esperar de los miembros profesionales de las organizaciones.

3.2. Valores y normas

Se pueden definir los valores como *"unas amplias tendencias a preferir determinados estados de las cosas sobre otros... Suelen ser del tipo de: preferir el bien en contraposición al mal... lo racional en contraposición a lo irracional"* (Hofstede, 1989, pág. 9 y Bayles, 1989, págs. 17-25). Los valores son adquiridos implícitamente por las personas desde sus edades más tempranas y son, por tanto, difíciles de enunciar. A menudo, sólo se pueden inferir a partir del comportamiento de las personas bajo diversas circunstancias. Sin embargo, es importante distinguir lo que la gente desea en un sentido general, tal como honestidad y fiabilidad por parte de un profesional, o lo que los individuos desean para sí mismos (por ejemplo, adquirir una propiedad a bajo precio). Su benevolencia puede variar cuando se enfrentan a elecciones de tipo personal.

Las normas pueden definirse como *"los estándares de los valores que existen dentro de un grupo o de una categoría de personas"* (Hofstede, 1989, pág. 9) o *"el sentido mutuo que un grupo posee acerca de lo que está bien o mal"* (Trompenaars y Hampde-Turner, 1999, págs. 21-22). Y en el caso de cómo piensa la gente acerca de cómo debería funcionar el mundo (lo "deseable"), la norma es absoluta y refleja lo que está bien, y se refiere, en el contexto de esta investigación, a los criterios de evaluación de la conducta de las profesiones y de los profesionales.

La razón por la cual la ética sólo puede ser contemplada dentro de un contexto cultural se debe a la naturaleza cultural y compartida de los va-

lores y de las normas, dentro de cualquier sociedad dada. Así pues, por definición, es probable que las normas difieran entre las distintas culturas y sociedades y, en consecuencia, un código ético, basado en los valores deseables, que es aceptable en una sociedad, con un conjunto de normas, no lo sea en todas las demás. Ya sea esta sociedad local, nacional o regional. Son, por supuesto, las características de la sociedad las que definirán los límites geográficos dentro de los cuales se aplican unos determinados valores y normas.

3.3. Relativismo ético

Esto hace surgir el tema del relativismo ético, cuya característica central es que "...las normas siempre se refieren a un grupo particular de referencia. Así pues, unas normas diferentes pueden ser correctas en sociedades diferentes y en grupos diferentes" (Bayles, 1989, págs. 17-18).

Si las normas son los estándares de valores que existen dentro de un determinado grupo o categoría de personas, se deduce que los distintos grupos o categorías de personas tendrán diferentes normas y, por tanto, distintos códigos éticos "deseables". Gran parte del trabajo de Hofstede, Trompenaars y Hampde-Turner, se basa en la premisa de que los diversos valores y normas originan diferentes culturas, que se definen por estas diferencias.

De acuerdo con Bayles, el problema del relativismo ético es que, dado que la gente tiene diversas creencias que se basan en sus diversos valores y normas, puede que todas estas distintas creencias sean correctas. Mantiene que esto "...hace imposible un desacuerdo ético significativo..." y que la única justificación que un individuo de otro grupo cultural puede dar para justificar sus creencias es que "...la mayoría de la gente piensa así".

Existen múltiples ejemplos de formas de comportamiento que son aceptadas en algunos países o culturas y no lo son en otros. Bayles ofrece uno: "Si un ingeniero de Corea afirma que es permisible sobornar a personajes oficiales y un ingeniero de los EE.UU. de América dice que no, realmente no están en desacuerdo. El coreano está diciendo que la mayoría de la gente de Corea cree que es permisible y el americano está diciendo que la mayoría de la gente de los EE.UU. de América cree que no lo es. Ambos pueden estar en lo correcto y, por tanto, no hay desacuerdo". Aunque el punto de vista de Bayles es que todo esto no supone un desacuerdo en términos de ética, ya que la práctica está enraizada en las costumbres locales, esto no es tan fácil ni tan poco problemático como sugiere. El cliente que opera dentro de un contexto mundial puede albergar la esperanza de que los miembros de una misma agrupación, es decir, la misma profesión o la misma empresa, operen con la misma "práctica".

Éste es un ejemplo muy claro, citado por Bayles, que centra la naturaleza del problema al que se enfrenta una organización multinacional que busca establecer, imponer y regular un código de valores profesionales sobre sus miembros internacionales. También demuestra la necesidad de

apoyar y ofrecer unas interpretaciones apropiadas de cualquier tipo de valores básicos que se vayan a imponer mundialmente.

4. LOS VALORES BÁSICOS DE LA ROYAL INSTITUTION OF CHARTERED SURVEYORS (RICS)

La estrategia formulada por el Comité de Conducta Ética y Política de Consumidores de RICS, de la que se informó al Consejo General (RICS 2002a), se sustentan en la filosofía de que todos los requisitos de las regulaciones deben basarse en los Nueve Valores Básicos. Éstos se establecen como la Regla 3 (RICS 2002b, pág. c5), de la Parte 2 de las Reglas de Conducta de RICS, junto con una breve explicación (RICS 2002c). Dentro de la guía a las Reglas de Conducta (RICS 2002c, pág. 8), se hace el siguiente prefacio a los valores básicos:

"RICS tiene un conjunto de valores fundamentales que espera que sus miembros apliquen en sus trabajos. La adhesión a este conjunto de valores es una de las claves que definen la profesionalidad de todos sus topógrafos colegiados. Se espera que sus miembros determinen todas sus acciones y juicios en base a ellos.

Son los siguientes:

1. **Actúa con integridad.** Nunca sitúes tu propio beneficio por encima del bienestar de tus clientes o de otros hacia los que tengas alguna responsabilidad profesional. Respeta su confidencialidad en todo momento y en tus juicios siempre considera el más amplio interés de la sociedad.
2. **Sé siempre honesto.** Sé digno de confianza en todo lo que hagas, nunca aconsejes de forma errónea deliberadamente, tanto no suministrando como distorsionando la información.
3. **Sé abierto y transparente en tus tratos.** Comparte con tus clientes la totalidad de los hechos, haciendo las cosas tan sencillas e inteligibles como sea posible.
4. **Sé capaz de responder por tus actos.** Asume una plena responsabilidad por tus acciones y no culpes a otros si las cosas van mal.
5. **Conócete y actúa dentro de tus limitaciones.** Date cuenta de los límites de tus competencias y no te sientas tentado a trabajar más allá de los mismos. No te comprometas a más de lo que puedas cumplir.
6. **Sé objetivo en todo momento.** Da consejos claros y apropiados. No dejes nunca que tus sentimientos o tus intereses enturbien tu juicio.
7. **Trata siempre a los demás con respeto.** Nunca discrimines a nadie.
8. **Da buen ejemplo.** Recuerda que tanto tu comportamiento público como privado, pueden afectar a tu reputación, así como a la de otros miembros o a la propia RICS.
9. **Ten el coraje de dar un paso al frente.** Estate preparado para actuar si detectas un riesgo para la seguridad o sospechas de algún caso de mala práctica."

Estos valores básicos aparecen en las *Reglas de Conducta* bajo el encabezamiento *Normas personales y profesionales*. Así pues, queda claro que estos valores básicos van más allá del papel profesional del individuo, e incluyen atributos personales.

El Valor Básico número 8 es lo bastante específico: *"Recuerda que tanto tu comportamiento público como privado pueden afectar a tu reputación así como a la de otros miembros o a la propia RICS"*. La Guía (RICS 2002c, pág. 9) añade: *"... además esperamos de los miembros unas normas muy elevadas, tanto en su vida profesional como en la privada"*.

Esto demuestra que, al interpretar los valores básicos, deben investigarse tanto los valores y normas profesionales como los personales. También es significativo que RICS mencione que (RICS 2002c, pág. 9): *"Estos valores pueden adaptarse para reflejar los cambios en las expectativas de la sociedad con respecto a la profesión. Pueden incluso adaptarse a las diferencias en las normas culturales."* Así pues, son *"las expectativas de la sociedad con respecto a la profesión"* las que son determinantes de los valores. También se sugiere que estas expectativas pueden, y de hecho variarán a lo largo del tiempo.

En (RICS 2002, pág. 4.3 (c)) se contempla que *"... según van alcanzando más asociaciones nacionales la madurez, siendo capaces de articular unos requisitos locales de regulación, influirán sobre los Nueve Valores Básicos, de modo que habrá que hacer más adiciones a las Regulaciones"*. Esta provisión permitirá a las asociaciones nacionales aportar las interpretaciones nacionales, o ejemplos de cómo los valores básicos deberían ser aplicados en su área. Hasta el momento no se han publicado ninguna de estas interpretaciones.

El Plan I de las *Reglas de Conducta*, que se aplica en el Reino Unido, en las Islas del Canal y en la Isla de Mann, suplementa y aporta una guía específica de una variedad de temas que incluyen desde el procedimiento para atender las quejas, hasta el seguro de responsabilidad profesional y las cuentas de los miembros. No busca, sin embargo, el interpretar los Nueve Valores Básicos a los miembros del Reino Unido.

5. LA INVESTIGACIÓN

Otras organizaciones profesionales ya han puesto en marcha, o lo están haciendo, sus códigos de conducta. En particular, las profesiones legal y médica tienen una gran experiencia en este campo, por haberlo abordado desde hace muchas décadas, y parece ser que, en los EE.UU. de América, las profesiones relacionadas con los bienes raíces tiene sus códigos de conducta bien definidos. En consecuencia, parte de esta investigación se centrará en la naturaleza de estos códigos de conducta, cómo son interpretados e implementados específicamente dentro de las diferentes culturas, con el fin de aportar datos al debate.

5.1. La finalidad de la investigación

La finalidad de este estudio piloto es la de investigar cómo el código de conducta de RICS, representado por los Nueve Valores Básicos previamente citados, puede ser implementado por los topógrafos colegiados de diferentes países. Por tanto, informará y alentará el debate sobre los principios y comportamientos en la práctica profesional de todos los topógrafos colegiados, para demostrar y realzar las normas y la reputación profesional y contribuir a la confianza y la estima del público y de los clientes.

Esta investigación incluirá, además de la de los miembros de RICS, la experiencia de la FIG en diseñar e implantar su declaración de principios éticos y su modelo de código de conducta profesional.

Sin embargo, queda claro, a partir de la interpretación de lo que son valores y normas, que lo que es más significativo no es la percepción de las organizaciones profesionales, ni tampoco la de sus miembros, sino la comprensión, las expectativas y demandas de la sociedad, en su más amplio sentido, en la que los profesionales ejercen su profesión. Así pues, el motivo último de la investigación es establecer un rango de interpretaciones de los Nueve Valores Básicos basándose en la comprensión, las expectativas y las demandas de diversas sociedades de todo el mundo, empleando para ello cuestionarios dirigidos a clientes y consumidores, además de a topógrafos. Este es un proyecto ambicioso y que se considera vital para el éxito del mercado mundial de servicios topográficos.

5.2. Programa y metodología

El estudio piloto se basa, en parte, en las publicaciones disponibles a partir de textos académicos y de otras organizaciones profesionales de todo el mundo, y en una encuesta a topógrafos colegiados de tres países europeos. Esto permitirá hacer una evaluación crítica de la interpretación de los Nueve Valores Básicos impuestos por RICS y de otros principios y reglas existentes, que serán implementados por RICS como institución. De ahí que los datos resultantes aportarán a RICS mucha información acerca de la forma en que las reglas pueden y deben gobernar el comportamiento profesional y personal de todos los topógrafos colegiados, sin tener en cuenta el lugar donde se ejerce la profesión.

El contexto en el que se van a investigar estas medidas regulatorias incluye a:

- Aspectos institucionales, incluyendo la disponibilidad de servicios, las posibilidades de pago y las restricciones sobre los servicios
- Normas personales y profesionales de comportamiento
- Las relaciones con los clientes, incluidas las obligaciones de informarles de los conflictos de intereses, incluidos los que se presentan entre clientes

- Las obligaciones hacia terceros que pueden entrar en conflicto con las obligaciones hacia los clientes
- El *status* profesional como empleados y los conflictos potenciales con el juicio o criterio de los empleadores.

Todo ello tiene sus implicaciones, tanto para los topógrafos colegiados profesionales como para la institución profesional que los representa, que es la responsable de diseñar, implantar y hacer entrar en vigor un adecuado código de conducta o ético.

5.3. Búsqueda en la bibliografía

Esta investigación de la bibliografía existente se centrará en los aspectos éticos relevantes que afectarán a los topógrafos colegiados, y a los códigos de conducta que se imponen a los topógrafos en otros países, aunque también se obtendrán ejemplos de otras profesiones en las que la investigación y la experiencia en este tema son más extensas que en el caso de los topógrafos.

Además, las declaraciones existentes, incluidos los estatutos o reglamentos, y específicamente los Nueve Valores Básicos, se evaluarán de una manera crítica a la luz de la revisión de la ética profesional dentro del mercado mundializado, en el que tanto los topógrafos colegiados como la RICS son requeridos para trabajar.

5.4. Encuestas

A la luz de la investigación bibliográfica y en función de los recursos disponibles, se ha propuesto investigar específicamente cómo se podrían interpretar los Nueve Valores Básicos en tres medios culturales europeos específicos.

Se propuso que se realizaran una serie de entrevistas con algunos de los topógrafos colegiados que representasen a sus asociaciones nacionales, con el fin de discutir su interpretación de los Nueve Valores Básicos, así como de otras áreas de difícil interpretación o práctica, y otras áreas de importancia. A continuación, se diseñará un cuestionario, que se traducirá, y se enviará a un grupo muestral de topógrafos colegiados, escogido al azar dentro de las universidades de los países escogidos, para recabar sus opiniones y experiencias acerca de cómo los Nueve Valores Básicos funcionarían en la práctica.

5.5. Análisis

Los resultados de la investigación se analizarán tanto para confirmar como para recomendar variaciones a la metodología adoptada y también para indicar áreas de ambigüedad, interpretación u omisión que afecten a los países específicos escogidos.

5.6. Extensión del estudio

Se prevé que, a continuación de este pequeño estudio piloto basado en experiencias europeas que se acaba de exponer, habrá que efectuar un estudio adicional que incluya a más países europeos y que extienda el estudio a otros en los que exista una asociación nacional en activo. Puede que sea posible ampliar el estudio para reflejar la naturaleza de la contemporización de las fases en RICS para establecer su propuesto código de regulación.

6. CONCLUSIÓN

Ésta es un área de inmensa importancia para la totalidad de la profesión topográfica, así como para las instituciones profesionales, para sus miembros y para todos sus clientes, empresarios y para el público en general.

De acuerdo con Bayles (1989, pág. 5): *“Desde una perspectiva histórica, el estudio de la ética profesional debe ser algo más que una aplicación de los principios tradicionales de la ética profesional a los nuevos problemas. Debe ser un análisis de los papeles de los profesionales en la sociedad. No se puede simplemente aceptar la prescripción de los propios profesionales acerca de sus papeles a desempeñar... aunque las responsabilidades y situaciones de los profesional individuales varían, hay elementos comunes que afloran en su papel como tales”.*

Dentro del contexto de los valores sociales, y más específicamente los valores reconocidos y respetados por la sociedad, se juzga cada vez más frecuentemente el comportamiento de los profesionales y de sus instituciones. En consecuencia, la ética profesional determina el papel de las profesiones, la calidad del servicio y la conducta de los profesionales dentro de la filosofía social, económica y legal del entorno en el que se desenvuelven las profesiones y los profesionales. Curiosamente, y sin tener en cuenta el punto de vista de la propia profesión, puede que sea la interpretación de estos valores por parte de una sociedad en particular, tal y como se articula por la judicatura de dicha sociedad, la que aporte la definición definitiva de la ética que se debe de adoptar. También existe el elemento del cambio de valores a lo largo del tiempo y los cambios en la opinión pública, que implican el que la interpretación de términos tales como “honestidad” e “integridad” pueda cambiar también.

La topografía es una profesión relativamente nueva en comparación con las relacionadas con la medicina y las leyes. Sin embargo, los topógrafos somos los expertos en terrenos y propiedades, que en la actualidad están reconocidos como uno de nuestros recursos más valiosos. La confianza del público, del gobierno y del empresario de que un recurso tan frágil y finito se beneficie de un apoyo que sea profesional y fiable, es vital para los topógrafos actuales y los de las próximas generaciones. Si no podemos demostrar a la comunidad mundial que se puede confiar en

nosotros como profesionales para atender sus necesidades y respetar sus valores (sean técnicos, profesionales o culturales), nuestro asesoramiento carecerá de valor y como profesión no tendremos futuro, sea cual fuere la calidad de nuestra experiencia y pericia.

REFERENCIAS

- Bayles, Michael D., (1989) *Professional Ethics* (2ª ed.), Wadsworth Publishing Company, Belmont, California, USA.
- Eccles, Tim. *Professionalism in the English Building Industries*. Tesis doctoral aun no publicada.
- FIG (International Federation of Surveyors) (1998) *Statement of Ethical Principles and Model Code of Professional Conduct* FIG (International Federation of Surveyors) Publication No. 17 Denmark. ISBN 0-8506-921-6.
- Hofstede, Geert, (1991) *Cultures and Organizations: Software of the Mind* HarperCollins Business, London, UK.
- Kultgen, J (1988) *Ethics and Professionalism* Philadelphia, University of Pennsylvania Press.
- Land, Howard, (1997) *Professional Ethics and The Rules of Conduct of The Royal Institution of Chartered Surveyors* A CPD Study Pack. The College of Estate Management, Reading, UK.
- McDonnell, B (2000) *Ethics and Excuses: the crisis in professional responsibility* Connecticut US Quorum Books.
- Plimmer, F. (1999) *Education and Training of Valuers* unpublished PhD thesis. University of Glamorgan.
- RICS, (2000) *Guidance Notes on Professional Ethics*. www.rics.org.uk
- RICS (2002a) *Global Regulation – Progress Report* The Royal Institution of Chartered Surveyors paper to Governing Council 1-2 July 2002.
- RICS (2002b) *Rules of Conduct - Conduct Regulations 2003*. http://www.rics.org/downloads/rules_of_conduct_02.pdf The Royal Institution of Chartered Surveyors
- RICS, (2002c) *Guidance to Rules of Conduct 2003* http://www.rics.org/downloads/guidance_02.pdf The Royal Institution of Chartered Surveyors
- Trompenaars, Fons, y Hampden-Turner, Charles, (1999) *Riding the waves of culture* (2ª ed.) Nicholas Brealey Publishing, London, UK. ■

C.O.I.T.T. DELEGACIÓN TERRITORIAL EN MADRID

Aviso a todos los colegiados

Estimados compañeros:

La actual Junta de Gobierno de la Delegación Territorial del C.O.I.T.T. en Madrid tiene entre sus proyectos en esta nueva andadura, el mantener un contacto continuo con todos vosotros. Queremos renovar y mejorar en todo lo posible nuestra Delegación y para ello necesitamos vuestra colaboración, que por el momento consiste en que enviéis a la Delegación de Madrid vuestra DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO.

Para enviárnoslo, ponemos a vuestra disposición el e-mail de la Delegación y la página web:

e-mail: coittopografia_madrid@yahoo.es

<http://www.coit-topografia.es/MADRID/index.htm>

Nuestra página web es ya operativa, aunque se sigue trabajando en ella para que sea lo más completa posible. Para desarrollarla necesitamos vuestra colaboración y aportación de ideas.

Datos facilitados por el Observatorio Astronómico Nacional

Agradecemos al Observatorio Astronómico su valiosa colaboración en nuestra Revista

CALENDARIOS

Introducción

Un calendario es un sistema que, con propósitos civiles o religiosos, organiza largos intervalos de tiempo en períodos de tiempo menores (tales como año, mes y semana) utilizando como unidad el día, con el propósito de que cada día se exprese de manera unívoca (sin ambigüedad).

En la actualidad hay unos 40 calendarios distintos en uso y aún más han dejado de ser usados. La mayoría de ellos tienen una cierta base astronómica, por cuanto intentan dividir el año trópico (correspondiente al ciclo de las estaciones climáticas) o el mes sinódico (correspondiente al ciclo de las fases lunares) en un número entero de días. En la práctica, cada calendario se define con un conjunto de reglas establecidas por convenio con las que se trata de conseguir un sistema que no se desvíe excesivamente, a medio plazo, del tipo de ajuste astronómico en que se basa; pero sin pretender un ajuste muy preciso (que no exigiría un excesivo número de reglas), pues su fin es social, no científico.

El calendario civil usado en las relaciones internacionales y en la mayoría de los países es el **calendario gregoriano** que, además, constituye la base del calendario eclesiástico de católicos y protestantes. La unidad de este calendario es el **día**, definido como 86.400 segundos de Tiempo Atómico Internacional (TAI).

Para facilitar los cambios internacionales, la Organización Internacional de Normalización (ISO) adoptó dos recomendaciones referidas a la escritura numérica de las fechas y a la numeración de las semanas:

Escritura numérica de fechas: Los tres elementos de la fecha se expresarán en cifras árabes y se pondrán en el orden: año, mes y día. El mes y el día se expresarán cada uno con dos cifras, pudiendo la de la izquierda ser un cero. Dada la ambigüedad que se presentó con la llegada del año 2000, se recomienda expresar el año con sus cuatro cifras. *Ejemplo:* el 28 de febrero de 2005 se escribe como 2005-02-28 o bien 20050228.

Numeración de las semanas: El lunes se considera como el primer día de la semana. Las semanas se numeran de 01 a 52. La primera semana del año, numerada 01, es la que contiene el primer jueves de enero. Se incluye una semana numerada 53 cuando el año considerado termina en jueves, o bien en jueves o viernes en caso de ser bisiesto.

Los **siglos**, períodos de 100 años, también son susceptibles de ser numerados en relación con un origen arbitrario. En el caso de la era cristiana, el primer siglo empezó el 1 de enero del año 1 y finalizó el 31 de diciembre del año 100; el siglo XX empezó el 1 de enero del año 1901 y acabó el 31 de diciembre del año 2000; el siglo XXI empezó el 1 de enero del año 2001 y acabará el 31 de diciembre del año 2100.

De manera análoga pueden numerarse los **milenios**, períodos de 1000 años; aunque su uso está peor definido que el de los siglos. El segundo milenio de la era cristiana se inició el 1 de enero del año 1001 y terminó el 31 de diciembre del año 2000. El día 1 de enero del 2001 se inició el tercer milenio.

Día Juliano

Una manera conveniente de expresar el instante en que un determinado fenómeno astronómico se ha dado consiste en dar el **número de día juliano** en que tal fenómeno se dio o se dará. La facilidad de uso se debe a que es una medida del tiempo continua, que puede ser fácilmente introducida en ecuaciones; la determinación del tiempo transcurrido entre dos sucesos se obtendrá mucho más fácilmente como una resta

Día a 0 ^h de TU	Día juliano	Día a 0 ^h de TU	Día Juliano
2005 Ene 0	2453370,5	2005 Jul 0	2453551,5
2005 Feb 0	2453401,5	2005 Ago 0	2453582,5
2005 Mar 0	2453429,5	2005 Set 0	2453613,5
2005 Abr 0	2453460,5	2005 Oct 0	2453643,5
2005 May 0	2453490,5	2005 Nov 0	2453674,5
2005 Jun 0	2453521,5	2005 Dic 0	2453704,5

ENERO

TIEMPOS

SOL

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de tiempo (v.-m.)	en Madrid (TU)									
				h	m	s		Orto	Culmin.	Ocaso	Asc. recta	Declinac.					
1	S	1	2453371,5	06	42	58,475	-03	5	7:38	12:18	25	16:59	18:46	24,2	-23	00	44
2	D	2	2453372,5	06	46	55,028	-03	54	7:38	12:18	53	17:00	18:50	48,9	-22	55	36
3	L	3	2453373,5	06	50	51,579	-04	21	7:38	12:19	21	17:01	18:55	13,3	-22	50	02
4	M	4	2453374,5	06	54	48,131	-04	49	7:38	12:19	48	17:02	18:59	37,3	-22	44	00
5	M	5	2453375,5	06	58	44,685	-05	16	7:38	12:20	15	17:03	19:04	00,9	-22	37	31
6	J	6	2453376,5	07	02	41,242	-05	43	7:38	12:20	42	17:04	19:08	24,2	-22	30	35
7	V	7	2453377,5	07	06	37,802	-06	09	7:38	12:21	08	17:05	19:12	47,0	-22	23	13
8	S	8	2453378,5	07	10	34,367	-06	35	7:38	12:21	33	17:06	19:17	09,3	-22	15	24
9	D	9	2453379,5	07	14	30,936	-07	00	7:38	12:21	58	17:07	19:21	31,2	-22	07	09
10	L	10	2453380,5	07	18	27,505	-07	25	7:37	12:22	23	17:08	19:25	52,5	-21	58	27
11	M	11	2453381,5	07	22	24,073	-07	49	7:37	12:22	46	17:09	19:30	13,2	-21	49	20
12	M	12	2453382,5	07	26	20,636	-08	12	7:37	12:23	10	17:10	19:34	33,4	-21	39	48
13	J	13	2453383,5	07	30	17,195	-08	35	7:37	12:23	32	17:11	19:38	52,9	-21	29	50
14	V	14	2453384,5	07	34	13,749	-08	58	7:36	12:23	54	17:12	19:43	11,8	-21	19	27
15	S	15	2453385,5	07	38	10,300	-09	19	7:36	12:24	16	17:13	19:47	30,0	-21	08	40
16	D	16	2453386,5	07	42	06,851	-09	40	7:35	12:24	36	17:14	19:51	47,5	-20	57	28
17	L	17	2453387,5	07	46	03,403	-10	01	7:35	12:24	56	17:15	19:56	36,5	-20	45	52
18	M	18	2453388,5	07	49	59,957	-10	20	7:35	12:25	15	17:16	20:00	20,4	-20	33	53
19	M	19	2453389,5	07	53	56,513	-10	39	7:34	12:25	34	17:17	20:04	35,8	-20	21	30
20	J	20	2453390,5	07	57	53,072	-10	57	7:33	12:25	51	17:19	20:08	50,4	-20	08	45
21	V	21	2453391,5	08	01	49,633	-11	14	7:33	12:26	08	17:20	20:13	04,2	-19	55	37
22	S	22	2453392,5	08	05	46,196	-11	31	7:32	12:26	24	17:21	20:17	17,3	-19	42	06
23	D	23	2453393,5	08	09	42,758	-11	47	7:32	12:26	40	17:22	20:21	29,6	-19	28	14
24	L	24	2453394,5	08	13	39,320	-12	01	7:31	12:26	54	17:23	20:25	41,1	-19	14	00
25	M	25	2453395,5	08	17	35,881	-12	16	7:30	12:27	08	17:25	20:29	51,8	-18	59	25
26	M	26	2453396,5	08	21	32,439	-12	29	7:29	12:27	21	17:26	20:34	01,7	-18	44	30
27	J	27	2453397,5	08	25	28,995	-12	42	7:29	12:27	33	17:27	20:38	10,9	-18	29	13
28	V	28	2453398,5	08	29	25,548	-12	53	7:28	12:27	44	17:28	20:42	19,2	-18	13	37
29	S	29	2453399,5	08	33	22,100	-13	04	7:27	12:27	55	17:29	20:46	26,7	-17	57	41
30	D	30	2453400,5	08	37	18,649	-13	14	7:26	12:28	05	17:31	20:50	33,4	-17	41	26
31	L	31	2453401,5	08	41	15,199	-13	24	7:25	12:28	14	17:32	20:54	39,3	-17	24	52

FEBRERO

TIEMPOS

SOL

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de tiempo (v.-m.)	en Madrid (TU)									
				h	m	s		Orto	Culmin.	Ocaso	Asc. recta	Declinac.					
1	M	32	2453402,5	08	45	11,750	-13	32	7:24	12:28	22	17:33	20:58	44,4	-17	07	59
2	M	33	2453403,5	08	49	08,303	-13	40	7:23	12:28	29	17:34	21:02	48,7	-16	50	48
3	J	34	2453404,5	08	53	04,856	-13	47	7:22	12:28	36	17:36	21:06	52,2	-16	33	19
4	V	35	2453405,5	08	57	01,420	-13	53	7:21	12:28	41	17:37	21:10	55,0	-16	15	33
5	S	36	2453406,5	09	00	57,984	-13	59	7:20	12:28	46	17:38	21:14	56,9	-15	57	30
6	D	37	2453407,5	09	04	54,550	-14	03	7:19	12:28	51	17:39	21:18	58,1	-15	39	10
7	L	38	2453408,5	09	08	51,116	-14	07	7:18	12:28	54	17:40	21:22	58,4	-15	20	34
8	M	39	2453409,5	09	12	47,679	-14	10	7:17	12:28	57	17:42	21:26	58,0	-15	01	43
9	M	40	2453410,5	09	16	44,237	-14	12	7:16	12:28	58	17:43	21:30	56,8	-14	42	36
10	J	41	2453411,5	09	20	40,791	-14	14	7:14	12:28	59	17:44	21:34	54,8	-14	23	14
11	V	42	2453412,5	09	24	37,340	-14	14	7:13	12:29	00	17:45	21:38	52,0	-14	03	38
12	S	43	2453413,5	09	28	33,889	-14	14	7:12	12:28	59	17:46	21:42	48,4	-13	43	48
13	D	44	2453414,5	09	32	30,437	-14	13	7:11	12:28	58	17:48	21:46	44,0	-13	23	45
14	L	45	2453415,5	09	36	26,988	-14	12	7:10	12:28	56	17:49	21:50	38,9	-13	03	28
15	M	46	2453416,5	09	40	23,541	-14	09	7:08	12:28	53	17:50	21:54	33,0	-12	42	59
16	M	47	2453417,5	09	44	20,097	-14	06	7:07	12:28	49	17:51	21:58	26,4	-12	22	17
17	J	48	2453418,5	09	48	16,655	-14	02	7:06	12:28	45	17:52	22:02	19,1	-12	01	24
18	V	49	2453419,5	09	52	13,214	-13	58	7:04	12:28	40	17:54	22:06	11,1	-11	40	19
19	S	50	2453420,5	09	56	09,774	-13	52	7:03	12:28	35	17:55	22:10	02,3	-11	19	04
20	D	51	2453421,5	10	00	06,334	-13	46	7:02	12:28	28	17:56	22:13	52,9	-10	57	38
21	L	52	2453422,5	10	04	02,893	-13	40	7:00	12:28	21	17:57	22:17	42,8	-10	36	01
22	M	53	2453423,5	10	07	59,449	-13	32	6:59	12:28	14	17:58	22:21	32,0	-10	14	15
23	M	54	2453424,5	10	11	56,003	-13	24	6:57	12:28	05	17:59	22:25	20,6	-09	52	20
24	J	55	2453425,5	10	15	52,554	-13	16	6:56	12:27	56	18:01	22:29	08,6	-09	30	16
25	V	56	2453426,5	10	19	49,103	-13	07	6:54	12:27	47	18:02	22:32	56,0	-09	08	03
26	S	57	2453427,5	10	23	45,651	-12	57	6:53	12:27	37	18:03	22:36	42,8	-08	45	42
27	D	58	2453428,5	10	27	42,198	-12	47	6:51	12:27	26	18:04	22:40	29,0	-08	23	13
28	L	59	2453429,5	10	31	38,746	-12	36	6:50	12:27	15	18:05	22:44	14,7	-08	00	37

MARZO

TIEMPOS

SOL

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de tiempo (v.-m.)	en Madrid (TU)									
				h	m	s		Orto	Culmin.	Ocaso	Asc. recta	Declinac.					
1	M	60	2453430,5	10	35	35,296	-12	24	6:48	12:27	04	18:06	22:47	59,9	-07	37	54
2	M	61	2453431,5	10	39	31,849	-12	13	6:47	12:26	52	18:07	22:51	44,7	-07	15	03
3	J	62	2453432,5	10	43	28,406	-12	00	6:45	12:26	39	18:08	22:55	28,9	-06	53	07
4	V	63	2453433,5	10	47	24,966	-11	47	6:44	12:26	26	18:10	22:59	12,7	-06	29	05
5	S	64	2453434,5	10	51	21,529	-11	34	6:42	12:26	13	18:11	23:02	56,0	-06	05	57
6	D	65	2453435,5	10	55	18,092	-11	21	6:41	12:25	59	18:12	23:06	39,0	-05	42	44
7	L	66	245														

ABRIL

TIEMPOS

SOL

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de tiempo (v.-m.)	en Madrid (TU)					a 0° de TU								
				h	m	s		Orto	Culmin.	Ocaso	Asc. recta	Declinac.	Orto	Culmin.	Ocaso	Asc. recta	Declinac.				
1	V	91	2453461,5	12	37	48,474	-03	58	5	59	12	18	34	18	39	00	41	46,8	+04	29	40
2	S	92	2453462,5	12	41	45,037	-03	40	5	57	12	18	16	18	40	00	45	25,5	+04	52	48
3	D	93	2453463,5	12	45	41,598	-03	23	5	55	12	17	59	18	41	00	49	04,4	+05	15	50
4	L	94	2453464,5	12	49	38,157	-03	05	5	54	12	17	41	18	42	00	52	43,4	+05	38	47
5	M	95	2453465,5	12	53	34,711	-02	48	5	52	12	17	24	18	43	00	56	22,2	+06	01	38
6	M	96	2453466,5	12	57	31,262	-02	31	5	51	12	17	07	18	44	01	00	02,0	+06	24	23
7	J	97	2453467,5	13	01	27,809	-02	14	5	49	12	16	50	18	45	01	03	41,6	+06	47	02
8	V	98	2453468,5	13	05	24,356	-01	57	5	47	12	16	34	18	47	01	07	21,4	+07	09	33
9	S	99	2453469,5	13	09	20,903	-01	40	5	46	12	16	17	18	48	01	11	01,5	+07	31	58
10	D	100	2453470,5	13	13	17,453	-01	24	5	44	12	16	01	18	49	01	14	41,8	+07	54	14
11	L	101	2453471,5	13	17	14,006	-01	08	5	43	12	15	45	18	50	01	18	22,4	+08	16	23
12	M	102	2453472,5	13	21	10,562	-00	53	5	41	12	15	30	18	51	01	22	03,3	+08	38	23
13	M	103	2453473,5	13	25	07,120	-00	37	5	40	12	15	15	18	52	01	25	44,5	+09	00	15
14	J	104	2453474,5	13	29	03,695	-00	22	5	38	12	15	00	18	53	02	29	25,9	+09	21	57
15	V	105	2453475,5	13	33	00,240	-00	07	5	36	12	14	45	18	54	03	33	07,7	+09	43	30
16	S	106	2453476,5	13	36	56,799	+00	07	5	35	12	14	31	18	55	03	36	49,8	+10	04	54
17	D	107	2453477,5	13	40	53,357	+00	21	5	33	12	14	17	18	56	04	01	32,3	+10	26	07
18	L	108	2453478,5	13	44	49,913	+00	35	5	32	12	14	03	18	57	04	44	15,2	+10	47	09
19	M	109	2453479,5	13	48	46,466	+00	48	5	30	12	13	50	18	58	04	47	58,4	+11	08	01
20	M	110	2453480,5	13	52	43,017	+01	01	5	29	12	13	38	18	59	05	51	42,0	+11	28	42
21	J	111	2453481,5	13	56	39,566	+01	14	5	28	12	13	25	19	00	01	55	26,0	+11	49	11
22	V	112	2453482,5	14	00	36,113	+01	26	5	26	12	13	13	19	01	01	59	10,4	+12	09	29
23	S	113	2453483,5	14	04	32,661	+01	38	5	25	12	13	02	19	02	02	55,3	+12	29	35	
24	D	114	2453484,5	14	08	29,211	+01	49	5	23	12	12	51	19	03	02	06	40,6	+12	49	38
25	L	115	2453485,5	14	12	25,763	+02	00	5	22	12	12	40	19	04	02	10	26,4	+13	09	08
26	M	116	2453486,5	14	16	22,320	+02	10	5	21	12	12	30	19	05	02	14	12,7	+13	28	36
27	M	117	2453487,5	14	20	18,880	+02	20	5	19	12	12	21	19	06	02	17	59,5	+13	47	50
28	J	118	2453488,5	14	24	15,444	+02	29	5	18	12	12	12	19	07	02	21	46,8	+14	06	51
29	V	119	2453489,5	14	28	12,009	+02	38	5	17	12	12	03	19	08	02	25	34,7	+14	25	38
30	S	120	2453490,5	14	32	08,573	+02	46	5	15	12	11	56	19	09	02	29	23,0	+14	44	11

de Madrid, lo que les permite emitir cada media hora las señales horarias de tiempo oficial. Hay que resaltar, sin embargo, que las señales emitidas sufren un pequeño retraso por propagación cuando la emisión tiene lugar desde un satélite. Entre dichas cadenas y emisoras se encuentran:

- Cadena COPE
- Cadena SER
- Onda Cero
- Onda Madrid
- Radio España
- Radio Intercontinental
- Radio Nacional de España
- Radio RKR
- Agencia EFE

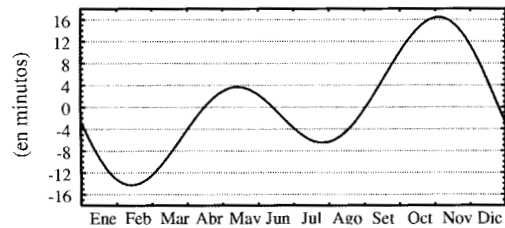
Todos los tiempos indicados en estas tablas se refieren a las 0^h del tiempo universal (TU) del día considerado.

El tiempo solar verdadero se obtiene sumando la ecuación de tiempo al tiempo solar medio que, a su vez, se obtiene sumando el TU del instante considerado y la longitud (Este) del lugar.

$$\text{tiempo solar medio} = \text{TU} + \text{longitud}_{\text{Este}}$$

$$\text{tiempo solar verdadero} = \text{tiempo solar medio} + \text{ecuación de tiempo}$$

Ecuación de tiempo



La ecuación de tiempo se define como la corrección al tiempo medio (obtenido a partir de relojes de precisión) para obtener el tiempo solar verdadero. Antiguamente se consideraba como la corrección a aplicar al tiempo verdadero (obtenido con medidas astronómicas) para obtener el tiempo medio. Este cambio de definición se traduce en un cambio de signo respecto de ediciones del ANUARIO anteriores a 1994.

El valor absoluto máximo de la ecuación de tiempo no supera los 16,5 minutos. Su variación máxima en un día no excede los 30 segundos. La ecuación de tiempo para este año se puede calcular aproximadamente mediante la fórmula:

$$596^s \text{sen}(199^\circ + 1,9713 d) + 442^s \text{sen}(176^\circ + 0,9856 d)$$

siendo *d* el día del año. El error cometido es menor de medio minuto.

La ecuación de tiempo se anula en las siguientes cuatro fechas: 15 de abril, 13 de junio, 1 de septiembre y 24 de diciembre. En estas fechas, el tiempo solar medio y el verdadero prácticamente coinciden.

Su valor es mínimo el día 11 de febrero, con un mínimo secundario el 26 de julio. Su valor es máximo el día 3 de noviembre, con un máximo secundario el 14 de mayo.

MAYO

TIEMPOS

SOL

Día del mes	Día de la sem.	Día del año	Día juliano	Hora sidérea verdadera en Greenwich			Ecuación de tiempo (v.-m.)	en Madrid (TU)					a 0° de TU								
				h	m	s		Orto	Culmin.	Ocaso	Asc. recta	Declinac.	Orto	Culmin.	Ocaso	Asc. recta	Declinac.				
1	D	121	2453491,5	14	36	05,134	+02	53	5	14	12	11	48	19	10	02	33	12,0	+15	02	29
2	L	122	2453492,5	14	40	01,691	+03	01	5	13	12	11	41	19	11	02	37	01,4	+15	20	33
3	M	123	2453493,5	14	43	58,244	+03	07	5	12	12	11	35	19	12	02	40	51,4	+15	38	21
4	M	124	2453494,5	14	47	54,795	+03	13	5	10	12	11	29	19	13	03	44	42,0	+15	55	54
5	J	125	2453495,5	14	51	51,343	+03	18	5	09	12	11	24	19	14	02	48	33,2	+16	13	12
6	V	126	2453496,5	14	55	47,893	+03	23	5	08	12	11	20	19	15	02	52	24,9	+16	30	10
7	S	127	2453497,5	14	59	44,444	+03	27	5	07	12	11	16	19	16	02	56	17,2	+16	46	57
8	D	128	2453498,5	15	03	40,997	+03	31	5	06	12	11	13	19	17	03	00	10,1	+17	03	25
9	L	129	2453499,5	15	07	37,554	+03	34	5	05	12	11	10	19	18	03	04	03,6	+17	19	36
10	M	130	2453500,5	15	11	34,114	+03	37	5	03	12	11	07	19	19	03	07	57,6	+17	35	30
11	M	131	2453501,5	15	15	30,676	+03	39	5	02	12	11	06	19	20	03	11	52,2	+17	51	05
12	J	132	2453502,5	15	19	27,238	+03	40	5	01	12	11	05	19	21	03	15	47,4	+18	06	23
13	V	133	2453503,5	15	23	23,800	+03	41	5	00	12	11	04	19	22	03	19	43,1	+18	21	22
14	S	134	2453504,5	15	27	20,351	+03	41	5	59	12	11	04	19	23	03	23	39,4	+18	36	03
15	D	135	2453505,5	15	31	16,920	+03	41	5	48	12	11	05	19	24	03	27	36,2	+18	50	25
16	L	136	2453506,5	15	35	13,476	+03	40	5	48	12	11	06	19	25	03	31	33,6	+19	04	27
17	M	137	2453507,5	15	39	10,030	+03	39	5	47	12	11	07	19	26	03	35	31,5	+19	18	11
18	M	138	2453508,5	15	43	06,582	+03	37	5	46	12	11	10	19	27	03	39	30,0	+19	31	34
19	J	139	2453509,5	15	47	03,132	+03	34	5	45	12	11	12	19	28	03	43	29,0	+19	44	37
20	V	140	2453510,5	15	50	59,682	+03	31	5	44	12	11	16	19	29	03	47	28,5	+19	57	21
21	S	141	2453511,5	15	54	56,233	+03	28	5	43	12	11	19	19	30	03	51	28,5	+20	09	43
22	D	142	2453512,5	15	58	52,787	+03	24	5	43	12	11	24	19	31	03	55	29,1	+20	21	45
23	L	143	2453513,5	16	02	49,344	+03	19	5	42	12	11	28	19	32	03	59	30,2	+20	33	26
24	M	144	2453514,5	16	06	45,906															

JULIO

TIEMPOS

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a Ø de TU.

OCTUBRE

TIEMPOS

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a Ø de TU.

AGOSTO

TIEMPOS

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a Ø de TU.

NOVIEMBRE

TIEMPOS

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a Ø de TU.

SEPTIEMBRE

TIEMPOS

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a Ø de TU.

DICIEMBRE

TIEMPOS

SOL

Table with columns: Día del mes, Día de la sem., Día del año, Día juliano, Hora sidérea verdadera en Greenwich, Ecuación de tiempo (v.-m.), en Madrid (TU) (Orto, Culmin., Ocaso, Asc. recta, Declinac.), a Ø de TU.

EFEMÉRIDES DEL SOL PARA 2004

Los instantes de salida y puesta del Sol (Orto y Ocaso) han sido calculados para Madrid, corrigiendo por un valor medio de la refracción y prescindiendo del relieve en el horizonte. Se indica también, en la columna **Culminación**, el instante de paso del centro del disco solar por el meridiano de Madrid, lo que constituye el *mediodía verdadero*. Para conocer el tiempo *oficial* en que se da cada fenómeno, hay que sumar una o dos horas al valor obtenido de la tabla, dependiendo de la época del año.

Para calcular el orto, el ocaso y la culminación del Sol en cualquier otro lugar de España véanse los apartados *Ortos y ocasos del Sol* y *Paso del Sol por el meridiano* en el ANUARIO.

En las dos últimas columnas se indica la posición aparente geocéntrica del Sol a las 0^h de TU, expresada en coordenadas ecuatoriales, **ascensión recta** y **declinación**. Para obtener las coordenadas en cualquier otro instante debe realizarse una interpolación de segundo grado partiendo de los valores de dichas columnas (véase el apartado *Interpolación* en la sección TABLAS del ANUARIO).

Se llama culminación del Sol al paso del centro del Sol por el meridiano del lugar. El instante de la culminación del Sol en cualquier lugar de España se puede obtener de la siguiente manera aproximada:

- (1) a la ascensión recta del día considerado se le resta el tiempo sidéreo en Greenwich a 0^h de TU de este día (tabla en *TIEMPOS*);
- (2) se le resta la longitud Este del lugar (por ejemplo, en el caso de Madrid se suman 15^m (al ser la longitud de Madrid de -15^m); y
- (3) si tenemos un tiempo negativo, se suman 24^h.

La posición del Sol en su órbita aparente, la *eclíptica*, se da mediante la coordenada *longitud*, que designaremos con el símbolo ☉. Su valor aproximado para el día *d* de un año cualquiera viene dado por:

$$\odot \approx 280^\circ + 0,986 d + 2^\circ \text{sen}(0,986 d).$$

Un desarrollo más preciso de ☉ para este año puede encontrarse en la página del ANUARIO dedicada a *datos solares*.

Las coordenadas ecuatoriales del Sol se pueden calcular aproximadamente mediante:

$$\alpha_{\odot} \approx \arctan(0,917 \tan \odot), \text{ mismo cuadrante que } \odot$$

$$\delta_{\odot} \approx \arcsen(0,398 \text{sen} \odot).$$

Por ejemplo, para el día 10 de abril (*d* = 100) se obtienen: ☉ = 21° (primer cuadrante), $\alpha_{\odot} = 19^\circ = 1^{\text{h}}16^{\text{m}}$, $\delta_{\odot} = +8,2^\circ$.

Los instantes de orto y ocaso del Sol para un lugar dado pueden ser calculados de manera aproximada: (1) se calculan la longitud del Sol, ☉, y el instante de culminación para el lugar; (2) se calcula el tiempo auxiliar:

$$H = 6^{\text{h}}4^{\text{m}} + 77^{\text{m}} \text{sen} \odot, \text{ en la Península y Baleares}$$

$$H = 6^{\text{h}}3^{\text{m}} + 49^{\text{m}} \text{sen} \odot, \text{ en Canarias}$$

Tras calcular *H*:

- (3) para determinar el orto, se resta el valor *H* al instante de la culminación;
- (4) para determinar el ocaso, se suman ambos valores.

La presencia de montañas o colinas en el horizonte tiene como efecto el retrasar el instante del orto o adelantar el del ocaso. Si el Sol sale en un lugar del horizonte en que el relieve alcanza una altura *h* (en metros) por encima del lugar de observación y se encuentra a una distancia *D* (en km), el retraso en el orto viene dado aproximadamente por: $19^\circ h \text{ (m)}/D \text{ (km)}$. El adelanto en el ocaso se calcula análogamente. En Canarias, usar 16^s como factor multiplicativo.

El lugar en el horizonte en que sale o se pone el Sol se indica con el *acimut*, ángulo que se mide desde el Sur (acimut=0°) y es positivo hacia el Oeste. Utilizando desarrollos antes explicados, el acimut, *a*, del ocaso viene dado por:

$$a \approx \arcsen(-0,012 - 0,523 \text{sen} \odot), \text{ en la Península y Baleares}$$

$$a \approx \arcsen(-0,008 - 0,452 \text{sen} \odot), \text{ en Canarias.}$$

El acimut del orto se calcula de igual manera pero se toma con signo negativo.

ESTRELLA POLAR

Se denomina Estrella Polar a la más brillante de la constelación de la Osa Menor (αUMi). Se trata de una estrella de magnitud *V*=2,0 que se encuentra a ~ 1° de la dirección del Polo Norte. Al ser visible a lo largo de todo el año (en el hemisferio Norte) resulta adecuada para algunas aplicaciones en topografía y navegación. Su proximidad al polo permite determinar la latitud del lugar: en primera aproximación (error < 1°), es la altura de la Polar. Su dirección sobre el horizonte da, en primera aproximación, la del meridiano.

α_{2000}	2 ^h 31 ^m 48 ^s ,70
δ_{2000}	89°15'50,77
$\mu_{\alpha} \cos \delta$	0,0383'' por año
μ_{δ}	-0,0152'' por año
π	0,003''
<i>V</i>	2,02 ^{mag}
<i>B-V</i>	0,60 ^{mag}
tipo espectral	F8

Consideraciones previas

Para realizar o reducir observaciones de la Polar conviene determinar los siguientes valores:

- tiempo sidéreo local = tiempo sidéreo en Greenwich a 0^hTU + 1,0027379 * Tiempo Universal + longitud λ del lugar (positiva al Este)
- ángulo horario de la Polar:
 $H = \text{tiempo sidéreo local} - \text{asc. recta de la Polar } (\alpha, \text{ ver tabla})$
- distancia polar de la Polar: *p* (ver tabla)
- declinación de la Polar: $\delta = 90^\circ - p$

El instante de culminación superior de la Polar por el meridiano de Greenwich en una fecha dada puede calcularse a partir del valor de la ascensión recta α dada en la tabla de la Polar, mediante:

$$TU = 0,99727 (\alpha - TSG0 + 24^h)$$

donde TSG0 es el tiempo sidéreo de Greenwich a 0^h de TU (v. tabla en TIEMPOS) y el tiempo TU resultante debe darse entre 0^h y 24^h.

Predicción de las coordenadas horizontales de la Polar

La altura h y el acimut a de la Polar en el día y hora considerados y en un lugar de latitud ϕ vienen dados por:

$$\text{altura: } h = \phi + p \cos H - 0,00873 (p \operatorname{sen} H)^2 \tan \phi$$

$$\text{acimut: } a = -p \operatorname{sen} H / \cos h$$

donde todos los ángulos (ϕ, p, H, h, a) deben ser expresados en grados y el acimut a se mide desde el Norte positivamente hacia el Este.

Determinación de la latitud

La medida de la altura h de la Polar sobre el horizonte permite determinar la latitud ϕ de un lugar, suponiendo que se conoce la longitud λ de éste con suficiente precisión. Se calculan, como se ha indicado antes, el ángulo horario H de la Polar y su distancia polar p para el instante TU en que se ha realizado la medida de la altura h . Tras corregir ésta de refrac-

ción, errores instrumentales y, si fuera necesario, de la depresión del horizonte, la latitud se determina mediante:

$$\phi = h - p \cos H + 0,00873 (p \operatorname{sen} H)^2 \tan h$$

donde todos los ángulos (ϕ, p, H, h) deben ser expresados en grados. Para nuestras latitudes, el último sumando es $< 20''$.

Determinación de la meridiana

La medida, sobre el horizonte, de la dirección de la Polar respecto del Norte permite determinar la dirección de la meridiana. Procediendo como antes, calculamos los ángulos H y p . Medimos la altura h de la Polar o la predcimos mediante la fórmula dada en Predicción... El acimut de la Polar vendrá dado por:

$$a = -p \operatorname{sen} H / \cos h$$

mediándose el acimut a desde el Norte y positivo hacia el Este. Si se desea referir el acimut al sur, súmese 180° al valor antes obtenido.

El hecho de usar un valor de la ascensión recta α para una fecha dada, sin interpolar a la hora de observación, introduce un error esperado en la latitud ϕ que se determine de 0',1 (3 m), siendo el error máximo posible menor de 0',4 (12 m).

El día 31 de octubre la Polar culmina dos veces en Greenwich, siendo las coordenadas en su segundo paso: $\alpha = 2^h39^m38^s,28$ y $p = 42^s32',9$.

Posición aparente de la Polar en 2005 en su culminación superior en Greenwich

día	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Setiembre		Octubre		Noviembre		Diciembre			
	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p	α	p		
	2 ^h 36 ^m 42'		2 ^h 36 ^m 42'		2 ^h 35 ^m 42'		2 ^h 35 ^m 42'		2 ^h 35 ^m 42'		2 ^h 35 ^m 42'		2 ^h 36 ^m 42'		2 ^h 37 ^m 42'		2 ^h 38 ^m 42'		2 ^h 39 ^m 42'		2 ^h 39 ^m 42'		2 ^h 39 ^m 42'		2 ^h 39 ^m 42'	
1	104 ^h 26 30 ^m 2	5 ^s 35 26 ^m 9	5 ^s 35 26 ^m 9	7 ^s 1 ^m 65 28 ^m 9	3 ^s 85 35 ^m 5	3 ^s 109 43 ^m 8	5 ^s 0 ^m 89 51 ^m 9	3 ^s 243 56 ^m 9	2 ^s 924 57 ^m 6	2 ^s 7 ^m 85 53 ^m 1	1 ^s 3 ^m 65 44 ^m 5	3 ^s 859 32 ^m 5	3 ^s 30 21 ^m 2	2	102 ^h 85 30 ^m 0	5 ^s 3 ^m 69 26 ^m 9	7 ^s 0 ^m 27 29 ^m 1	3 ^s 7 ^m 91 35 ^m 7	3 ^s 1 ^m 29 44 ^m 1	5 ^s 1 ^m 95 52 ^m 1	3 ^s 4 ^m 10 57 ^m 0	3 ^s 1 ^m 18 57 ^m 5	2 ^s 9 ^m 62 52 ^m 9	1 ^s 4 ^m 87 44 ^m 1	3 ^s 8 ^m 88 32 ^m 1	3 ^s 2 ^m 63 20 ^m 9
3	101 ^h 42 29 ^m 9	5 ^s 2 ^m 04 26 ^m 9	6 ^s 8 ^m 90 29 ^m 2	3 ^s 7 ^m 26 36 ^m 0	3 ^s 1 ^m 52 44 ^m 4	5 ^s 3 ^m 04 52 ^m 4	3 ^s 5 ^m 79 57 ^m 1	3 ^s 3 ^m 12 57 ^m 5	3 ^s 1 ^m 39 52 ^m 7	3 ^s 3 ^m 12 57 ^m 5	1 ^s 6 ^m 06 43 ^m 8	3 ^s 9 ^m 13 31 ^m 7	3 ^s 1 ^m 94 20 ^m 5	4	99 ^h 98 29 ^m 7	5 ^s 0 ^m 38 26 ^m 9	6 ^s 7 ^m 54 29 ^m 4	3 ^s 6 ^m 63 36 ^m 2	3 ^s 1 ^m 78 44 ^m 7	5 ^s 4 ^m 16 52 ^m 6	3 ^s 7 ^m 49 57 ^m 2	3 ^s 5 ^m 07 57 ^m 4	3 ^s 3 ^m 14 52 ^m 4	1 ^s 7 ^m 22 43 ^m 4	3 ^s 9 ^m 34 31 ^m 3	3 ^s 1 ^m 21 20 ^m 2
5	98 ^h 52 29 ^m 5	4 ^s 8 ^m 73 26 ^m 9	6 ^s 6 ^m 20 29 ^m 5	3 ^s 6 ^m 04 36 ^m 5	3 ^s 2 ^m 07 45 ^m 0	5 ^s 5 ^m 30 52 ^m 8	3 ^s 9 ^m 22 57 ^m 3	3 ^s 7 ^m 01 57 ^m 3	3 ^s 4 ^m 87 52 ^m 2	1 ^s 8 ^m 35 43 ^m 1	3 ^s 9 ^m 53 30 ^m 9	3 ^s 0 ^m 46 19 ^m 9	6	97 ^h 04 29 ^m 3	4 ^s 7 ^m 08 26 ^m 9	6 ^s 4 ^m 88 29 ^m 7	3 ^s 5 ^m 47 36 ^m 8	3 ^s 2 ^m 40 45 ^m 3	5 ^s 6 ^m 47 53 ^m 0	4 ^s 0 ^m 95 57 ^m 4	3 ^s 8 ^m 96 57 ^m 2	3 ^s 6 ^m 59 51 ^m 9	1 ^s 9 ^m 45 42 ^m 7	3 ^s 9 ^m 67 30 ^m 5	2 ^s 9 ^m 67 19 ^m 5	
7	95 ^h 54 29 ^m 1	4 ^s 5 ^m 43 27 ^m 0	6 ^s 3 ^m 57 29 ^m 9	3 ^s 4 ^m 93 37 ^m 1	3 ^s 2 ^m 76 45 ^m 5	5 ^s 7 ^m 67 53 ^m 2	4 ^s 2 ^m 70 57 ^m 4	4 ^s 0 ^m 90 57 ^m 1	3 ^s 8 ^m 30 51 ^m 7	2 ^s 0 ^m 53 42 ^m 4	3 ^s 9 ^m 79 30 ^m 1	2 ^s 8 ^m 86 19 ^m 2	8	94 ^h 03 29 ^m 0	4 ^s 3 ^m 78 27 ^m 0	6 ^s 2 ^m 29 30 ^m 1	3 ^s 4 ^m 43 37 ^m 3	3 ^s 3 ^m 14 45 ^m 8	5 ^s 8 ^m 89 53 ^m 4	4 ^s 4 ^m 46 57 ^m 5	4 ^s 2 ^m 84 57 ^m 0	3 ^s 9 ^m 98 51 ^m 4	2 ^s 1 ^m 58 42 ^m 0	3 ^s 9 ^m 87 29 ^m 7	2 ^s 8 ^m 02 18 ^m 9	
9	92 ^h 51 28 ^m 8	4 ^s 2 ^m 14 27 ^m 0	6 ^s 1 ^m 03 30 ^m 3	3 ^s 3 ^m 95 37 ^m 6	3 ^s 3 ^m 56 46 ^m 1	6 ^s 0 ^m 13 53 ^m 6	4 ^s 6 ^m 24 57 ^m 6	4 ^s 4 ^m 78 56 ^m 9	4 ^s 1 ^m 65 51 ^m 2	2 ^s 2 ^m 60 41 ^m 6	3 ^s 9 ^m 92 29 ^m 3	2 ^s 7 ^m 16 18 ^m 6	10	90 ^h 96 28 ^m 7	4 ^s 0 ^m 51 27 ^m 1	5 ^s 9 ^m 78 30 ^m 4	3 ^s 3 ^m 51 37 ^m 9	3 ^s 4 ^m 01 46 ^m 4	6 ^s 1 ^m 40 53 ^m 8	4 ^s 8 ^m 02 57 ^m 6	4 ^s 6 ^m 72 56 ^m 8	4 ^s 3 ^m 31 50 ^m 9	2 ^s 3 ^m 59 41 ^m 3	3 ^s 9 ^m 94 28 ^m 9	2 ^s 6 ^m 27 18 ^m 3	
11	89 ^h 41 28 ^m 5	3 ^s 8 ^m 89 27 ^m 1	5 ^s 8 ^m 56 30 ^m 6	3 ^s 3 ^m 10 38 ^m 2	3 ^s 4 ^m 49 46 ^m 7	6 ^s 2 ^m 69 54 ^m 0	4 ^s 9 ^m 82 57 ^m 7	4 ^s 8 ^m 66 56 ^m 7	4 ^s 4 ^m 94 50 ^m 6	2 ^s 4 ^m 56 40 ^m 9	3 ^s 9 ^m 93 28 ^m 5	2 ^s 5 ^m 36 18 ^m 0	12	87 ^h 85 28 ^m 4	3 ^s 7 ^m 27 27 ^m 2	5 ^s 7 ^m 37 30 ^m 8	3 ^s 2 ^m 71 38 ^m 4	3 ^s 5 ^m 01 46 ^m 9	6 ^s 4 ^m 00 54 ^m 2	5 ^s 1 ^m 62 57 ^m 7	5 ^s 0 ^m 59 56 ^m 6	4 ^s 6 ^m 55 50 ^m 4	2 ^s 5 ^m 49 40 ^m 5	3 ^s 9 ^m 89 28 ^m 2	2 ^s 4 ^m 42 17 ^m 7	
13	86 ^h 27 28 ^m 3	3 ^s 5 ^m 67 27 ^m 2	5 ^s 6 ^m 19 31 ^m 0	3 ^s 2 ^m 36 38 ^m 7	3 ^s 5 ^m 55 47 ^m 2	6 ^s 5 ^m 33 54 ^m 4	5 ^s 3 ^m 44 57 ^m 8	5 ^s 2 ^m 51 56 ^m 4	4 ^s 8 ^m 15 50 ^m 1	2 ^s 6 ^m 40 40 ^m 2	3 ^s 9 ^m 81 27 ^m 8	2 ^s 3 ^m 46 17 ^m 4	14	84 ^h 69 28 ^m 1	3 ^s 4 ^m 07 27 ^m 3	5 ^s 5 ^m 05 31 ^m 2	3 ^s 2 ^m 04 39 ^m 0	3 ^s 6 ^m 12 47 ^m 5	6 ^s 6 ^m 68 54 ^m 5	5 ^s 5 ^m 27 57 ^m 8	5 ^s 4 ^m 43 56 ^m 3	4 ^s 9 ^m 73 49 ^m 8	2 ^s 7 ^m 27 39 ^m 8	3 ^s 9 ^m 71 27 ^m 4	2 ^s 4 ^m 47 17 ^m 1	
15	83 ^h 10 28 ^m 0	3 ^s 2 ^m 49 27 ^m 4	5 ^s 3 ^m 92 31 ^m 4	3 ^s 1 ^m 76 39 ^m 3	3 ^s 6 ^m 71 47 ^m 7	6 ^s 8 ^m 06 54 ^m 7	5 ^s 7 ^m 10 57 ^m 8	5 ^s 6 ^m 34 56 ^m 2	5 ^s 1 ^m 28 49 ^m 5	2 ^s 8 ^m 12 39 ^m 4	3 ^s 9 ^m 58 27 ^m 0	2 ^s 1 ^m 46 16 ^m 8	16	81 ^h 50 27 ^m 9	3 ^s 0 ^m 92 27 ^m 5	5 ^s 2 ^m 82 31 ^m 6	3 ^s 1 ^m 50 39 ^m 6	3 ^s 7 ^m 34 48 ^m 0	6 ^s 9 ^m 45 54 ^m 9	5 ^s 8 ^m 94 57 ^m 9	5 ^s 8 ^m 25 56 ^m 0	5 ^s 2 ^m 83 49 ^m 2	2 ^s 8 ^m 95 39 ^m 0	3 ^s 9 ^m 42 26 ^m 7	2 ^s 0 ^m 43 16 ^m 5	
17	79 ^h 90 27 ^m 8	2 ^s 9 ^m 36 27 ^m 5	5 ^s 1 ^m 75 31 ^m 9	3 ^s 1 ^m 27 39 ^m 9	3 ^s 8 ^m 00 48 ^m 3	7 ^s 0 ^m 86 55 ^m 0	6 ^s 0 ^m 79 57 ^m 9	6 ^s 0 ^m 15 55 ^m 9	5 ^s 4 ^m 35 49 ^m 0	2 ^s 9 ^m 75 38 ^m 7	3 ^s 9 ^m 23 26 ^m 3	1 ^s 9 ^m 37 16 ^m 2	18	78 ^h 28 27 ^m 7	2 ^s 7 ^m 81 27 ^m 6	5 ^s 0 ^m 70 32 ^m 1	3 ^s 1 ^m 07 40 ^m 1	3 ^s 8 ^m 68 48 ^m 5	7 ^s 2 ^m 29 55 ^m 2	6 ^s 2 ^m 64 57 ^m 9	6 ^s 2 ^m 04 55 ^m 7	5 ^s 5 ^m 85 48 ^m 7	3 ^s 0 ^m 52 38 ^m 3	3 ^s 9 ^m 01 25 ^m 9	1 ^s 8 ^m 29 15 ^m 9	
19	76 ^h 67 27 ^m 6	2 ^s 6 ^m 28 27 ^m 7	4 ^s 9 ^m 67 32 ^m 3	3 ^s 0 ^m 90 40 ^m 4	3 ^s 9 ^m 39 48 ^m 8	7 ^s 3 ^m 74 55 ^m 4	6 ^s 4 ^m 50 57 ^m 9	6 ^s 3 ^m 92 55 ^m 6	5 ^s 7 ^m 34 48 ^m 4	3 ^s 1 ^m 26 37 ^m 9	3 ^s 8 ^m 76 25 ^m 5	1 ^s 7 ^m 18 15 ^m 7	20	75 ^h 05 27 ^m 5	2 ^s 4 ^m 76 27 ^m 8	4 ^s 8 ^m 67 32 ^m 5	3 ^s 0 ^m 76 40 ^m 7	4 ^s 0 ^m 12 49 ^m 0	7 ^s 5 ^m 20 55 ^m 5	6 ^s 6 ^m 37 57 ^m 9	6 ^s 5 ^m 81 55 ^m 4	5 ^s 8 ^m 81 48 ^m 0	3 ^s 1 ^m 98 37 ^m 5	3 ^s 8 ^m 48 25 ^m 2	1 ^s 6 ^m 06 15 ^m 4	
21	73 ^h 42 27 ^m 4	2 ^s 3 ^m 25 27 ^m 9	4 ^s 7 ^m 70 32 ^m 8	3 ^s 0 ^m 65 41 ^m 0	4 ^s 0 ^m 88 49 ^m 3	7 ^s 6 ^m 68 55 ^m 7	6 ^s 8 ^m 24 57 ^m 9	6 ^s 7 ^m 68 55 ^m 3	6 ^s 0 ^m 26 47 ^m 8	3 ^s 2 ^m 67 37 ^m 1	3 ^s 8 ^m 17 24 ^m 8	1 ^s 4 ^m 90 15 ^m 1	22	71 ^h 79 27 ^m 3	2 ^s 1 ^m 75 28 ^m 0	4 ^s 6 ^m 75 33 ^m 0	3 ^s 0 ^m 57 41 ^m 3	4 ^s 1 ^m 67 49 ^m 5	7 ^s 8 ^m 18 55 ^m 8	7 ^s 0 ^m 12 57 ^m 9	6 ^s 9 ^m 55 55 ^m 1	6 ^s 1 ^m 69 47 ^m 4	3 ^s 3 ^m 33 36 ^m 8	3 ^s 7 ^m 82 24 ^m 4	1 ^s 3 ^m 73 14 ^m 9	
23	70 ^h 16 27 ^m 3	2 ^s 0 ^m 27 28 ^m 1	4 ^s 5 ^m 82 33 ^m 2	3 ^s 0 ^m 52 41 ^m 6	4 ^s 2 ^m 48 49 ^m 8	7 ^s 9 ^m 69 55 ^m 9	7 ^s 2 ^m 00 57 ^m 9	7 ^s 1 ^m 41 54 ^m 9	6 ^s 3 ^m 10 47 ^m 1	3 ^s 3 ^m 96 36 ^m 4	3 ^s 7 ^m 45 24 ^m 0	1 ^s 2 ^m 53 14 ^m 6	24	68 ^h 53 27 ^m 2	1 ^s 8 ^m 80 28 ^m 3	4 ^s 4 ^m 92 33 ^m 5	3 ^s 0 ^m 49 41 ^m 8	4 ^s 3 ^m 31 50 ^m 0	8 ^s 1 ^m 22 56 ^m 1	7 ^s 3 ^m 89 57 ^m 9	7 ^s 3 ^m 27 54 ^m 7	6 ^s 4 ^m 50 46 ^m 8	3 ^s 4 ^m 56 36 ^m 0	3 ^s 7 ^m 04 23 ^m 7	1 ^s 1 ^m 31 14 ^m 4	
25	66 ^h 89 27 ^m 2	1 ^s 7 ^m 34 28 ^m 4	4 ^s 4 ^m 04 33 ^m 7	3 ^s 0 ^m 49 42 ^m 1	4 ^s 4 ^m 17 50 ^m 3	8 ^s 2 ^m 77 56 ^m 2	7 ^s 5 ^m 79 57 ^m 9	7 ^s 5 ^m 12 54 ^m 6	6 ^s 5 ^m 87 46 ^m 5	3 ^s 5 ^m 14 35 ^m 6	3 ^s 6 ^m 60 23 ^m 8	1 ^s 0 ^m 06 14 ^m 1	26	65 ^h 25 27 ^m 1	1 ^s 5 ^m 90 28<											

Análisis del subsuelo utilizando técnicas geofísicas. Sistema Georradar RAMAC/GPR

Jorge Martín Gutiérrez

INGENIERO EN GEODESIA Y CARTOGRAFÍA. ING. TÉCNICO EN TOPOGRAFÍA

DTO. EXPRESIÓN GRÁFICA EN ARQUITECTURA E INGENIERÍA (UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA)

Resumen

En este artículo se describen las técnica GPR (Ground Penetrating Radar). Un sistema basado en la emisión y recepción de ondas electromagnéticas en el suelo y capaz de producir una imagen de los elementos que hay bajo el mismo, así como la posibilidad de deducir el tipo de material que tenemos bajo nuestros pies. Se trata de una técnica de aplicación en estudios geofísicos, geológicos, ingenieriles, etc.

I. INTRODUCCIÓN

El Ground Penetrating Radar (GPR) es empleado como una técnica no destructiva en las investigaciones poco profundas del subsuelo, y con muy buenos resultados para la detección de objetos enterrados y cartografía del subsuelo.

La alta precisión de los estudios con GPR requieren un conocimiento en el campo de las ondas electromagnéticas. En este trabajo hemos realizado un análisis de los resultados obtenidos por GPR de una zona preparada a conciencia. Se ha creado un banco de pruebas, en el que se han enterrado objetos a profundidad conocida y cubiertos por un material también conocido, de esta forma se controla el comportamiento del sistema, analizando la precisión de los resultados que se pueden llegar a obtener.

2. FUNDAMENTO DEL SISTEMA GPR

El georradar consiste básicamente en una unidad emisora de ondas electromagnéticas y otra unidad receptora, junto con un sistema de registro digital. A partir de los tiempos de retardo de las ondas reflejadas y de la velocidad de propagación de las ondas en el material por el que se deslizan las antenas, se deduce la profundidad a la que se encuentra el cuerpo reflector.

El radar es un sistema de detección que se empezó a utilizar durante la II Guerra Mundial para la localización de aviones o barcos; su funcionamiento básico consiste, en todos los casos, en la emisión de señales de

determinadas frecuencias para detectar las reflexiones que se producen en los objetos de interés.

El georradar es un radar diseñado para que el medio por el que se propaga la energía sea el subsuelo o cualquier otro medio material. La prospección con georradar se basa en la emisión y detección de ondas electromagnéticas que se propagan por un medio heterogéneo. La incidencia de esta energía en las inhomogeneidades del medio provoca las reflexiones, refracciones y difracción de las ondas, las cuales son captadas por la antena receptora que capta esta energía electromagnética tras su propagación por el medio material, que normalmente será el subsuelo terrestre.

La prospección con georradar detecta los cambios que sufren las propiedades electromagnéticas de los materiales del suelo, estas propiedades son definidas por una serie de parámetros que juntamente con las características de la onda emitida determinan la propagación de la energía por el medio.

El objetivo del método de prospección con georradar es el conocimiento de estructuras superficiales y la detección de objetos enterrados, siendo un método de alta resolución y no destructivo.

El método de trabajo del georradar es similar al sísmico de reflexión en lo que respecta a la adquisición y procesamiento de los datos, diferenciándose en el rango de frecuencias de las ondas utilizadas. El georradar emplea ondas de frecuencias mayores que las utilizadas en sísmica, trabajándose con frecuencias de ondas entre 10 MHz y 1.000 MHz, mien-

tras que en prospección sísmica se sitúan entre los 10 Hz y los 1.000 Hz. También es notoria la diferencia de que en la prospección sísmica la propagación de las ondas es función de las propiedades mecánicas de los materiales, mientras que en la prospección con radar la propagación de las ondas es función de las propiedades electromagnéticas de los materiales: conductividad, permitividad dieléctrica y permeabilidad magnética. Las reflexiones de las ondas se producen debido a los contrastes de estas propiedades.

El georradar genera una imagen del subsuelo con altísima resolución lateral y vertical, permitiendo no solamente la identificación de objetos singulares, sino caracterizar el entorno. Este método moderno tiene éxito en aplicaciones e investigaciones del subsuelo de forma no invasiva, es decir, sin necesidad de realizar excavaciones o algún otro tipo de intervención destructiva. Por esto es un método que no afecta al medio ambiente y es excelente para las fases de planificación y desarrollo de proyectos industriales. Esta tecnología no necesita establecer contacto físico de ningún tipo (electrodos) con el suelo, es rápido y de fácil aplicación en todos los ambientes.

La profundidad de penetración y la resolución observada depende del tipo de antena usada para una adquisición en particular. En aplicaciones de tipo geológico, las antenas usadas son antenas no blindadas o no apantalladas, que permiten investigar hasta profundidades de 30-60 m. También permite investigar áreas urbanas y de alta resolución (con antenas blindadas o apantalladas), ya que estas antenas permiten un mejor control del ruido y de las reflexiones desde el aire y una alta calidad en la imagen radar, con un alcance en la profundidad de 5-10 m.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL RADAR DE SUBSUELO

3.1. Origen y formación de las ondas electromagnéticas

Las cargas eléctricas al ser aceleradas originan ondas electromagnéticas.

El campo E originado por la carga acelerada depende de la distancia a la carga, la aceleración de la carga y del seno del ángulo que forma la dirección de aceleración de la carga y la dirección al punto en que medimos el campo (sen θ).

Un campo eléctrico variable engendra un campo magnético variable y éste a su vez uno eléctrico, de esta forma las ondas electromagnéticas se propagan en el vacío sin soporte material.

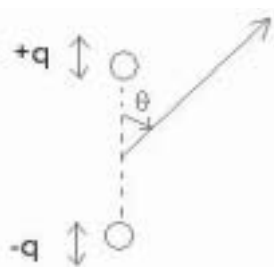


Fig. 1. Cargas eléctricas

3.2. Ecuaciones de Maxwell

La forma básica para describir los fenómenos electromagnéticos relacionados con la óptica ondulatoria son las ecuaciones de Maxwell. Los métodos de prospección se explican teniendo en cuenta, por un lado, los conceptos de óptica geométrica y, por otro, la teoría de campos electromagnéticos, cuyas ecuaciones, como ya señalamos, fueron formuladas por Maxwell y mediante las cuales se relacionan los campos eléctrico y magnéticos.

En el sistema CGS Gauss se escriben estas ecuaciones para el campo eléctrico y magnético de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}\vec{\nabla} \wedge \vec{H} &= \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} & \vec{\nabla} \wedge \vec{E} &= -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \\ \vec{\nabla} \cdot \vec{D} &= 4\pi\rho & \vec{\nabla} \cdot \vec{B} &= 0\end{aligned}\quad (1)$$

Donde H es el campo magnético, E es el campo eléctrico, D es el vector desplazamiento, B es el vector inducción magnética, j es la densidad de corriente, ρ es la densidad de carga, y c es una constante de proporcionalidad (velocidad de la luz en el vacío). Las ecuaciones de Maxwell se complementan con las denominadas relaciones constitutivas:

$$\vec{D} = \epsilon \vec{E} \quad \vec{B} = \mu \vec{H} \quad \vec{j} = \sigma \vec{E}$$

Donde ϵ es la constante dieléctrica, μ es la permeabilidad magnética y σ es la conductividad eléctrica. En un medio dieléctrico homogéneo, isotropo y sin carga, $\rho = 0$, $\sigma = 0$, ϵ y $\mu = \text{ctes}$.

Estas relaciones constitutivas definen el tipo de medio en el que se efectúa la propagación del campo electromagnético, siendo los vectores de las relaciones (1) el desplazamiento D , que es el vector campo eléctrico, y la inducción magnética B , que es el vector campo magnético.

3.2.1. Medio Lineal

En un medio lineal las relaciones entre las componentes del vector desplazamiento y del vector campo son relaciones lineales, esto es, se puede escribir matricialmente que:

$$\begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ D_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \epsilon_{11} & \epsilon_{12} & \epsilon_{13} \\ \epsilon_{21} & \epsilon_{22} & \epsilon_{23} \\ \epsilon_{31} & \epsilon_{32} & \epsilon_{33} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \end{bmatrix}$$

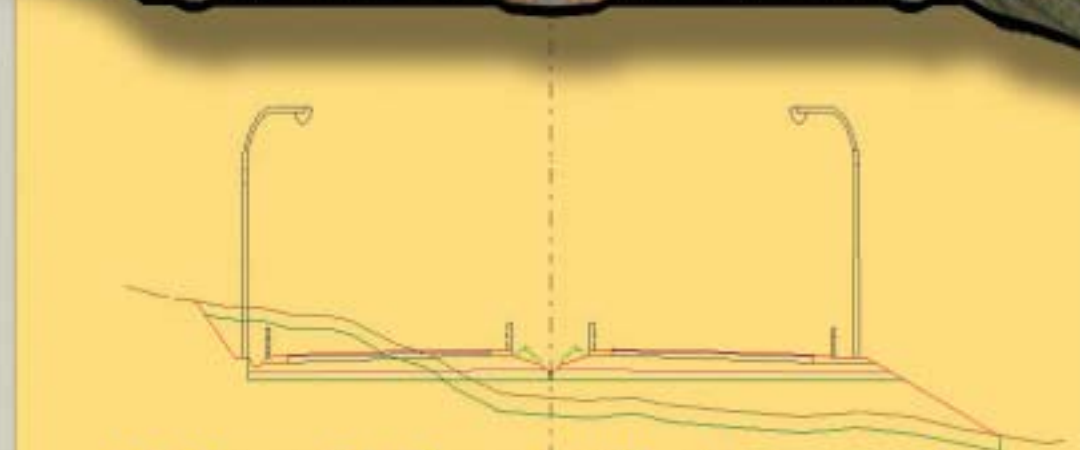
La matriz cuadrada de paso ϵ se llama "matriz dieléctrica del medio".

PROTOPO 6.0

DINAMISMO EN AUTOCAD



- 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
- EXPLANACION
- FRME
- Bermeo
- Mobiliario
- Adosados
- 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

Vértices Transversales

	Dist	Cota	Pend	C.Rosa	Via	Código	Capa
1	22.563	619.570	0.000000		V	sin código	TERRENO
2	18.833	619.070	0.000000		V	sin código	TERRENO
3	18.833	618.770	0.000000		V	sin código	VEGETAL
4	18.833	618.070	0.000000		V	Talud de desnivel	PROYECTO
5	18.700	618.317	0.000000		V	sin código	VEGETAL
6	18.763	618.237	4.773501		V	sin código	TERRENO
7	15.763	618.917	0.000000		V	sin código	VEGETAL

DISPONIBLE PARA
AUTOCAD
2005

Con una relación análoga respecto al vector campo magnético en los medios que son lineales:

$$\begin{bmatrix} B_1 \\ B_2 \\ B_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_{11} & \mu_{12} & \mu_{13} \\ \mu_{21} & \mu_{22} & \mu_{23} \\ \mu_{31} & \mu_{32} & \mu_{33} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} H_1 \\ H_2 \\ H_3 \end{bmatrix}$$

La matriz cuadrada de paso, μ se llama "matriz de inducción del medio".

3.2.2. Medios homogéneos

Un medio se dice que es homogéneo si tiene las mismas propiedades electromagnéticas en todos sus puntos, esto es, si las matrices dieléctrica y de inducción son constantes: $\epsilon = \text{cte}$ $\mu = \text{cte}$

3.2.3. Medios isótropos

Un medio se dice que es isótropo si todas las direcciones son equivalentes en la propagación del campo. En un medio lineal e isótropo existe una proporcionalidad directa entre las componentes del vector desplazamiento y el vector campo eléctrico, o bien, entre las componentes del vector inducción magnética y el campo magnético.

3.2.4. Medios dulces o HLI

Los medios que presentan estas tres características, es decir; homogeneidad, linealidad e isotropía (HLI), se denominan "medios dulces". El ejemplo más simple de medio dulce o HLI es el vacío.

$$\mu = \begin{bmatrix} \mu & 0 & 0 \\ 0 & \mu & 0 \\ 0 & 0 & \mu \end{bmatrix} \quad \epsilon = \begin{bmatrix} \epsilon & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon \end{bmatrix}$$

Constante dieléctrica e inducción magnética del vacío:

$$\epsilon_0 = \begin{bmatrix} \epsilon_0 & 0 & 0 \\ 0 & \epsilon_0 & 0 \\ 0 & 0 & \epsilon_0 \end{bmatrix} \quad \mu_0 = \begin{bmatrix} \mu_0 & 0 & 0 \\ 0 & \mu_0 & 0 \\ 0 & 0 & \mu_0 \end{bmatrix}$$

Relaciones vectoriales o constitutivas del vacío:

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} \quad \vec{B} = \mu_0 \vec{H}$$

Teniendo en cuenta las relaciones constitutivas, las ecuaciones de Maxwell se simplifican:

$$\vec{\nabla} \wedge \vec{H} = \epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \quad \vec{\nabla} \wedge \vec{E} = -\frac{\mu \partial \vec{H}}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = 0 \quad \vec{\nabla} \cdot \vec{H} = 0$$

Cuando un campo electromagnético cambia de medio, las componentes normales y tangenciales de éste verifican las relaciones siguientes:

Componentes normales	Componentes tangenciales
$\vec{n} \cdot (\vec{D}_2 - \vec{D}_1) = 4\pi\rho_s$	$\vec{n} \wedge (\vec{E}_2 - \vec{E}_1) = 0$
$\vec{n} \cdot (\vec{B}_2 - \vec{B}_1) = 0$	$\vec{n} \wedge (\vec{E}_2 - \vec{E}_1) = \frac{4\pi}{c} \vec{j}_s$

Donde el vector \vec{n} , es el vector normal a la superficie, y ρ_s y \vec{j}_s son las densidades superficiales de carga y de corriente, respectivamente. Los subíndices 1 y 2 hacen referencia a los campos en el medio original y en el medio en el que se transmiten los campos, respectivamente. Si las densidades de carga y corriente son cero, $\rho_s = 0$ y $\vec{j}_s = 0$, entonces se verifican las siguientes relaciones de continuidad:

Componentes normales	Componentes tangenciales
$D_2^n = D_1^n$	$E_2^t = E_1^t$
$B_2^n = B_1^n$	$H_2^t = H_1^t$

Los superíndices n y t hacen referencia a las componentes normales o tangenciales.

3.3. Parámetros electromagnéticos de un medio

Se ha visto en el apartado anterior que las ecuaciones de Maxwell ligan los campos eléctrico y magnético con las fuentes que los producen, a partir de una serie de parámetros constantes para cada medio determinado. Estas constantes definen electromagnéticamente el medio: conductividad, permitividad dieléctrica y la permeabilidad magnética. Estos tres valores son complejos.

3.3.1. Conductividad

La conductividad de un medio nos proporciona una medida de la respuesta de sus cargas libres en presencia de un campo eléctrico externo, siendo el factor de proporcionalidad entre el campo libre aplicado y la densidad de volumen de corriente debido al movimiento de estas cargas libres.

Las unidades de medida de la conductividad en el sistema internacional, (SI), son ohms/metro o el equivalente de Siemens/metro. La conductividad de un medio es la inversa de su resistividad (mediada en ohmios metro, Ωm).

Se pueden distinguir:

- Materiales conductores (valores para la conductividad mayores de 105 S/m)
- Materiales semiconductores (valores para la conductividad entre 10⁻⁸ S/m y 105 S/m)
- Materiales aislantes (valores para la conductividad menores de 10⁻⁸ S/m)

El contenido de agua en el material y la composición química del mismo, determinan la conductividad. La temperatura también afecta a la conductividad, pues incide directamente en la movilidad de los iones del material (conductividad electrolítica).

En general, la conductividad es un parámetro que puede variar en un mismo medio, ya que no depende sólo de los cambios de materiales del medio.

3.3.2. Permitividad dieléctrica

Es una constante de proporcionalidad entre la intensidad del campo eléctrico externo aplicado y el vector desplazamiento eléctrico.

La permitividad dieléctrica proporciona una medida de la capacidad de polarización de un material en presencia de un campo eléctrico. Proporciona un valor de la respuesta estática del material cuando está en presencia de un campo eléctrico externo.

3.3.3. Permeabilidad magnética

Este parámetro relaciona la inducción magnética con la intensidad de campo magnético. En la mayor parte de los materiales que nos encontramos en los estudios con georradar (excepto aquellos que contengan materiales ferromagnéticos) se cumple que la permeabilidad magnética se aproxima a 1, y por lo tanto no depende de la frecuencia del campo magnético.

4. EQUIPOS Y MÉTODOS DE ADQUISICIÓN DE DATOS

El equipo utilizado para realizar los trabajos prácticos ha sido un Georradar RAMAC/GPR de la casa Mala Geoscience.

4.1. Características físicas del equipo

Este modelo de equipo georradar está dedicado principalmente para aplicaciones en ingeniería.

Está formado por:

- Unidad Central CU I.
- Ordenador portátil, con el software informático "Ramac" instalado, que junto con la pantalla del ordenador permite la visualización de los registros durante la adquisición de datos. Incorpora disco duro para el almacenamiento de los registros.
- Antena Monoestática¹ (foto 1) y Biestática² (foto 2).

¹ *Modo Monoestático:* En este tipo de antena se emite y recibe una onda electromagnética de una frecuencia dada. El modo monoestático es la posibilidad de reflexiones múltiples y por lo tanto la repetición del patrón del objetivo.

² *Modo Biestático:* En este tipo de antena, la transmisora es separada de la unidad receptora. La ventaja de este tipo es la posibilidad de "iluminar" el subsuelo en forma inclinada y aumentar la posibilidad de resolución en objetos enterrados.

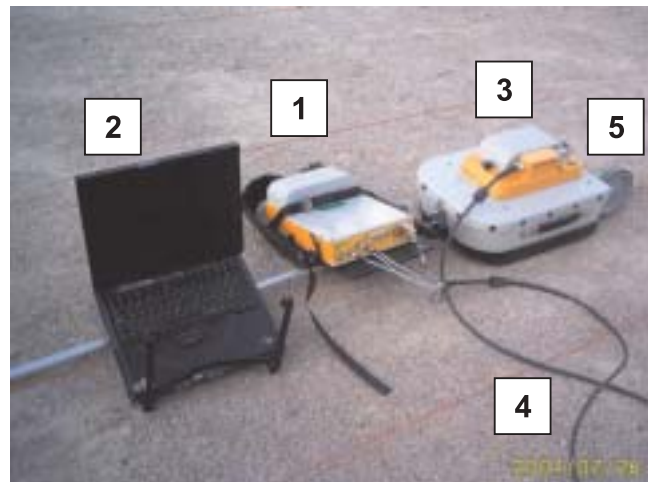


Foto 1. Montaje con antena de 500 MHz



Foto 2. Montaje con antena 200 MHz

- Cable de conexión de la antena con la unidad de control (fibra óptica)
- Odómetro: Rueda conectada a la antena (foto 1) o carrete de bobina de hilo (foto 2).
- Cable puerto paralelo, de conexión entre ordenador portátil y unidad central.

El cable de conexión entre las antenas y la unidad central es de 4 metros de longitud, lo que puede permitir realizar métodos de CPM de hasta 8 m de separación.

Los odómetros que disponemos son dos, según la antena que se utilice.

Para la antena de 500 MHz, es una rueda que convierte el giro de la misma en distancia (foto 3) y para la antena de 200 y 50 Mhz, respectivamente, se utiliza un odómetro que consiste en una bobina de hilo, la cual se desenrolla con el desplazamiento de las antenas, proporcionando la distancia. (foto 4).



Foto 3. Odómetro Rueda



Foto 4. Odómetro bobina de hilo

La Unidad Central

La unidad central es la parte fundamental del sistema RAMAC/GPR. Esta unidad es compatible con cualquier antena de RAMAC/GPR y opera con el software informático GPR, para controlar los tiempos de envío de señales eléctricas que la antena convierte en ondas electromagnéticas y recibir las señales reflejadas, en forma de registros de radargramas.

Antenas

Las antenas son, si cabe, la parte más importante del equipo. Estas actúan como un transductor electromagnético que transforma los impulsos eléctricos que recibe de la unidad central en una serie de pulsos u ondas electromagnéticas de corta duración que se emiten en el medio a estudiar. Otra función de las antenas es captar

la energía reflejada y transformada en pulsos eléctricos que envía a la unidad central.

Cada antena se caracteriza por su frecuencia central y por la duración del pulso emitido. Las señales radiadas por una antena presentan un espectro de amplitudes centrado en una frecuencia determinada. A esta frecuencia se la llama frecuencia central de la antena. La duración de esta señal radiada es un parámetro que determina la resolución de la antena.

Hay que distinguir entre antenas apantalladas y no apantalladas, también denominadas blindadas o no blindadas.

Las antenas apantalladas son direccionales y están apantalladas en toda su superficie, excepto en aquella por la que se produce la emisión y recepción de la señal. El apantallamiento es una característica importante cuando se realiza el trabajo en el interior de un edificio o en un área total o parcialmente cerrada. Las señales que alcanzan las superficies apantalladas se atenúan fuertemente y no se registran en el radargrama. Esto mejora la relación señal/ruido al eliminar los elementos procedentes del exterior que puedan producir reflexiones.

Estas antenas se utilizan para la obtención de registros de alta resolución. Como ya hemos señalado, su uso queda limitado a zonas urbanas, cerradas o semicerradas, donde la existencia de coches, líneas eléctricas o cualquier elemento urbano puede producir reflexiones no deseadas.

Todas las antenas de este tipo son ligeras de peso y tienen un dispositivo electrónico permutable entre la antena y las ruedas del codificador (odómetro). Estas antenas, tienen la posibilidad de ser operables por una sola persona.



Foto 5. Unidad Central



Nivel electrónico LEICA SPRINTER

oferta de lanzamiento 758 €

Leica DISTO™ plus
El modelo superior con características especiales
Tecnología BLUETOOTH® integrada

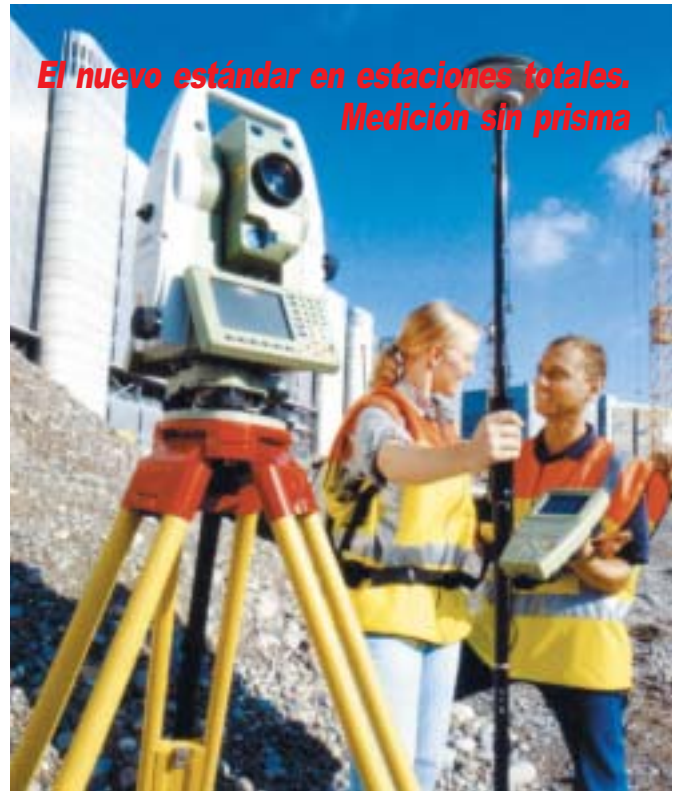
Leica DISTO™ classic⁵ a
El modelo estándar para tareas de medición más exigentes

Leica DISTO™ lite²
El modelo básico para todas las mediciones básicas

70
AÑOS
1942-2012



**Leica Trinovid
Gemelos para navegación**



**El nuevo estándar en estaciones totales.
Medición sin prisma**



☎ **963 711 698**

Móvil: 608 067 396
Campoamor, 65 y 67
46022 VALENCIA

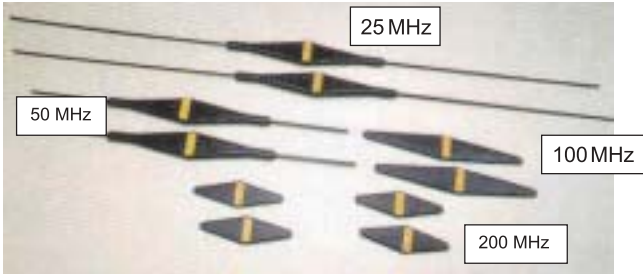


Modelos de antenas apantalladas:


- *Antena apantallada de 100 MHz:* Sus dimensiones son 1,25 x 0,78 x 0,20 y su peso 25,5 kg. Con ella se obtienen datos óptimos en ambientes ruidosos, permitiendo una resolución de penetración relativamente profunda y alcance medio. 
- *Antena apantallada de 250 MHz:* Sus dimensiones son 0,78 x 0,44 x 0,16 y su peso 8 kg. Con ella se obtienen datos óptimos en ambientes ruidosos, permitiendo una resolución de penetración de aproximadamente 4 m. Esta antena, junto con la de 500 MHz, son las más utilizadas para la detección de uso general. 
- *Antena apantallada de 500 MHz:* Sus dimensiones son 0,5 x 0,33 x 0,16 y su peso 5 kg. Con ella se obtienen datos óptimos en ambientes ruidosos, permitiendo una resolución de penetración de aproximadamente 2,5-3 m. 
- *Antena apantallada de 800 MHz:* Sus dimensiones son 0,5 x 0,33 x 0,16 y su peso 5 kg. Con ella se obtiene una resolución muy buena para investigaciones superficiales, es decir a poca profundidad. Se suele utilizar para el estudio de capas de material en caminos y carreteras y en ciertas estructuras. 
- *Antena apantallada de 1000 MHz:* Sus dimensiones son 0,24 x 0,16 x 0,12 y su peso 2,4 kg. Es una antena de alta resolución para la obtención de una alta calidad en inspecciones superficiales. Es utilizada en inspecciones del pavimento y de estructuras. 

Las antenas no apantalladas son de baja frecuencia y son utilizadas para la obtención de una mayor profundidad de penetración. Las ondas electromagnéticas que emiten estas antenas pueden reflejarse en los objetos de la superficie, por ello es aconsejable su uso en zonas urbanas, donde tiene influencia el cableado, los vehículos, etc.


Modelos de antenas no apantalladas:

- *Antena no apantallada de 25 MHz:* Sus dimensiones son 4,06 x 0,20 x 0,07 y su peso 3,85 kg cada una. Es una antena de baja frecuencia diseñada para la penetración más profunda posible. Está diseñada con las barras desmontables para un transporte más cómodo, de las mismas. 




- *Antena no apantallada de 50 MHz:* Sus dimensiones son 2,06 x 0,20 x 0,07 y su peso 2,65 kg cada una. Es una antena de baja frecuencia utilizada para la penetración media dentro de su categoría. Está diseñada con las barras desmontables para un transporte más cómodo. Puede ser utilizada por una persona en campo abierto usando los separadores de madera (caballete). 



- *Antena no apantallada de 100 MHz:* Sus dimensiones son 1,04 x 0,16 x 0,04 y su peso 1,10 kg cada una. Se optimiza su uso para zonas de terreno rugoso, por la posibilidad de tener las antenas emisora y receptora muy próximas. 



- *Antena no apantallada de 200 MHz:* Sus dimensiones son 0,54 x 0,16 x 0,04 y su peso 0,55 kg cada una. Es una antena de alto rendimiento y diseñada para poder operar una persona sola en cualquier clase de terreno. 



4.2. Métodos de adquisición de los datos

Con las antenas monoestáticas pueden realizarse tres formas de adquisición de datos: adquisición de datos mediante perfiles, adquisiciones puntuales o adquisición de datos por sondeos.

Con las antenas biestáticas, además de los métodos anteriores, también se pueden aplicar las técnicas del punto medio común (CPM), la transiluminación o tomografía. En pozos de sondeo estas antenas permiten realizar estudios entre dos pozos (*Cross-hole*).

En función del caso a estudiar y de los resultados que se deseen, se utilizará un método u otro.

4.2.1. Adquisición de perfiles

Para efectuar un perfil se desplaza la antena (monoestática), o las dos antenas sin variar la separación existente entre ellas (biestáticas), a lo largo de una línea. Al realizar este levantamiento, se puede acoplar al sistema un GPS, de forma que se realiza a la vez el trabajo georreferenciado.

Durante el desplazamiento se emite un elevado número de pulsos por segundo, desde 1 hasta 100 pulsos cada segundo. Esto permite que la adquisición de datos, aunque sea en realidad puntual, se pueda considerar continua, por la cantidad de trazas que se tienen en todo el perfil, dependiendo siempre de la velocidad de desplazamiento de la antena. Este desplazamiento debe realizarse a una velocidad lo más constante posible, siendo conveniente utilizar un odómetro durante la adquisición de datos.

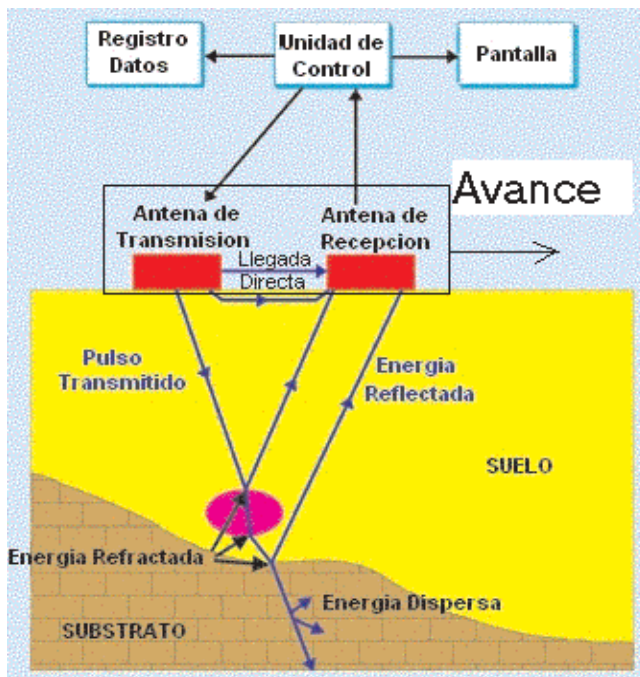


Fig 2. Esquema básico funcionamiento georradar con antena monoestática



Foto 6. Toma de perfiles con antena Monoestática Apantallada 500 MHz

La antena puede estar situada tocando la superficie del medio que se desea estudiar; en el caso de las antenas apantalladas y monoestáticas. La antena biestática es necesario que esté separada aproximadamente unos 5 centímetros del suelo.³



Foto 7. Toma de perfiles con antena Biestática No Apantallada 200 MHz

4.2.2. Adquisiciones puntuales

La adquisición de datos de forma puntual se realiza situando la antena (antena monoestática) o las dos antenas (antena biestática) a una determinada distancia entre sí, en un punto dado del área de estudio. En dicho punto, y sin efectuar ningún desplazamiento de las antenas, se realiza la emisión de energía y la adquisición de datos.

³ Pueden obtenerse registros largos de forma rápida colocando, por ejemplo, las antenas sujetas a un coche que se desplaza a una velocidad constante (los equipos de última generación permiten una exhaustiva adquisición de datos a una velocidad de 80 Km/h). La reflexión en estos casos puede considerarse casi vertical.

De esta forma tenemos información del interior del medio situado en la vertical del punto donde se ha ubicado la antena. En el caso de trabajar con dos antenas biestáticas, separadas entre sí una cierta distancia, la información es la correspondiente a la zona central entre ambas, en la que se produce la reflexión. Esta forma de adquisición de datos se suele realizar cuando el terreno impide otro tipo de prospección que implique desplazamiento de las antenas.

4.2.3. Punto medio común (Common Mid Point)

Conocido también por el nombre de punto común en profundidad (Common Depth Point, CDP) o punto de reflexión común (Common Reflection Point, CRP), este tipo de estudios se realiza con antenas biestáticas, desplazando la emisora y la receptora en direcciones opuestas respecto a un punto central. Las dos antenas deben siempre estar equidistantes a dicho punto. Al realizarse la adquisición de datos se obtiene un registro que, representado en una gráfica distancia-tiempo, tiene la forma de una hipérbola si únicamente tenemos un reflector bajo las antenas.

La ecuación de esta hipérbola depende del tiempo de propagación, de la distancia entre antenas, de la velocidad de propagación de la onda por el medio (y por lo tanto de sus características electromagnéticas) y de la profundidad a la que se localiza la superficie reflectora.

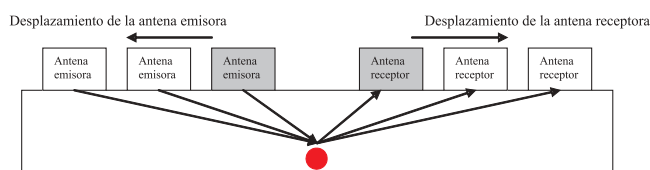


Figura 3. Obtención de datos con CMP

A partir de los datos conocidos de distancia entre antenas y de tiempos de propagación, es posible obtener los parámetros del medio (velocidad efectiva de propagación y profundidad del reflector). En el caso de tener más de una superficie reflectora bajo las antenas, el resultado en la gráfica distancia-tiempo es una hipérbola por cada una de las superficies reflectoras.

Este método de prospección permite obtener una aproximación de las velocidades efectivas de propagación de la onda en diferentes materiales.

Los registros que resultan contienen información de diferentes ondas electromagnéticas, de manera que se puede analizar:

- La onda directa que se ha propagado por el aire
- La onda directa que se propaga por el primer medio
- Las diferentes reflexiones que quedan registradas con forma de hipérbolas.



Foto 8. Toma datos CMP con antena Biestática No Apantallada 200 MHz

Las refracciones de aquellas ondas que han incidido en la discontinuidad con ángulo crítico se observan en los registros como rectas. La detección de estas ondas refractadas críticamente en las diferentes interfaces de los medios permite estimar velocidades de propagación como la inversa de la pendiente de cada una de las rectas registradas.

Hay que tener en cuenta que sólo se producen ondas refractadas cuando la velocidad de los medios en contacto aumenta con la profundidad, lo que quiere decir que la permitividad relativa disminuye. No se produce onda refractada si la velocidad del medio inferior es menor que la del medio superior; produciéndose este caso a menudo, porque un aumento del contenido de agua de un medio hace que la velocidad de propagación de la onda electromagnética disminuya.

4.2.4. Transiluminación v tomografía

Estos métodos de estudio se aplican a muros y medios que tienen dos superficies paralelas en las que se puedan situar las antenas. Suele aplicarse, con antenas de alta frecuencia, a elementos constructivos: muros,

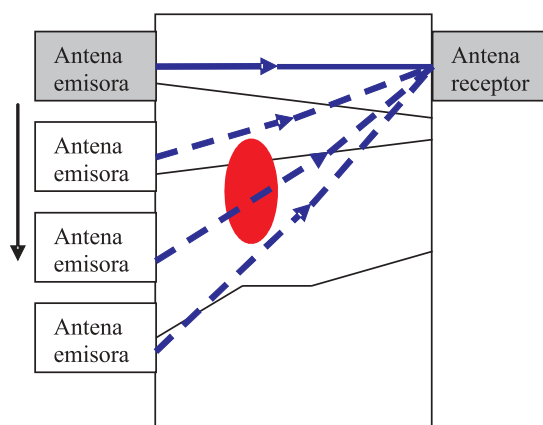


Fig 4. Adquisición de datos. Método transiluminación



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

PLAN RENOVE

CAMBIA CUALQUIER TOPCAL
DE MS-DOS, CON O SIN
LLAVE, POR EL NUEVO
TOPCAL21 PARA WINDOWS,
LLENO DE NOVEDADES,
POR SÓLO 600 €

www.digi21.net

902 21 51 21

Ctra. Canillas 138
2º planta, oficina 16 C

columnas, etc.; y con antenas de baja frecuencia a túneles (siempre que existan dos túneles paralelos), a minas (realizando el estudio entre dos galerías paralelas), etc. El estudio de pozos de sondeo que se comenta más adelante es una variación de la transiluminación.

En la transiluminación se coloca la antena emisora sobre una de las superficies y la receptora en la superficie opuesta (figura 4).

Una de las antenas permanece fija sobre una de las superficies mientras que la otra se desplaza a lo largo de la superficie opuesta. La antena receptora capta la onda que se propaga de forma directa por el medio. Las variaciones en la velocidad de propagación dan información de los cambios laterales. La posición de ambas antenas y la distancia existente entre ambas debe ser conocida en todo momento, de tal forma que se

puede conocer la velocidad de propagación de la onda para cada una de estas posiciones. También es posible efectuar un cálculo de atenuaciones si además de realizar medidas de tiempo de propagación se efectúan medidas de amplitud de las ondas.

Este método permite realizar tomografías con GPR (figura 6). Con la tomografía se pueden obtener imágenes bidimensionales de variaciones de velocidad dentro de un mismo medio. Estas variaciones de velocidad se corresponden con cambios o variaciones suaves de la permitividad dieléctrica efectiva, que a su vez se relaciona con cambios de material o variaciones en las condiciones de éste (humedad, zonas de fractura, compactación, etc.). También se realizan tomografías en las que se analizan los cambios de amplitud en la onda, trabajando sobre atenuaciones en lugar de hacerlo sobre velocidades.

Para obtener estos resultados se miden los tiempos de propagación de la onda entre el receptor y el emisor. En estudios tomográficos el plano entre las antenas emisora y las receptora se divide en celdas (figura 5).

Cada registro es una función de la velocidad y de la longitud de cada celda que atraviesa la onda durante su propagación. Partiendo de unos valores iniciales para las velocidades de cada celda y los tiempos de propagación dentro de cada una de ellas (para el tramo de cada trayectoria que intersecta con la celda), se realiza la inversión de datos. Es necesario un sistema de ecuaciones sobredimensionado que se obtiene efectuando una medida para cada posición de la antena emisora y de la receptora.

Los valores de la velocidad asociada a cada celda base se ajustan mediante un proceso iterativo realizando la suma de tiempos esperados para cada trayectoria según el modelo de celdas y comparando con el resultado experimental.

El resultado final de distribución de velocidades por el interior del medio se obtiene cuando la diferencia entre los tiempos calculados y observados es mínima. El resultado final es un corte bidimensional del medio, entre la zona de emisión y la de recepción, en el que se aprecian las variaciones de velocidad. Esto permite determinar zonas de velocidad anómala.

4.2.5. Reflexión-refracción WARR (*Wide Angle Reflexion and Refraction*)

Este método de estudio se realiza con antenas biestáticas. Consiste en dejar fija una de las dos (la emisora o la receptora) y desplazar la otra aumentando la distancia entre ambas. En la figura 7 se presenta un esquema de este método de adquisición de datos.

Este tipo de aplicación se realiza en medios donde las superficies reflectoras son, aproximadamente, planas y paralelas a la superficie. En este caso, aplicando la hipótesis de medios homogéneos (sin variaciones diferenciales de velocidad en la propagación de las ondas) es posible estimar las velocidades verticales de cada material entre discontinuidades. La

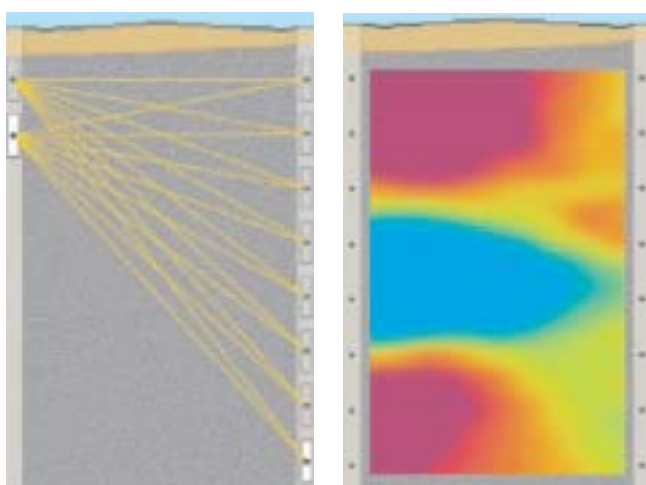


Fig. 6. Resultados de Tomografía GPR

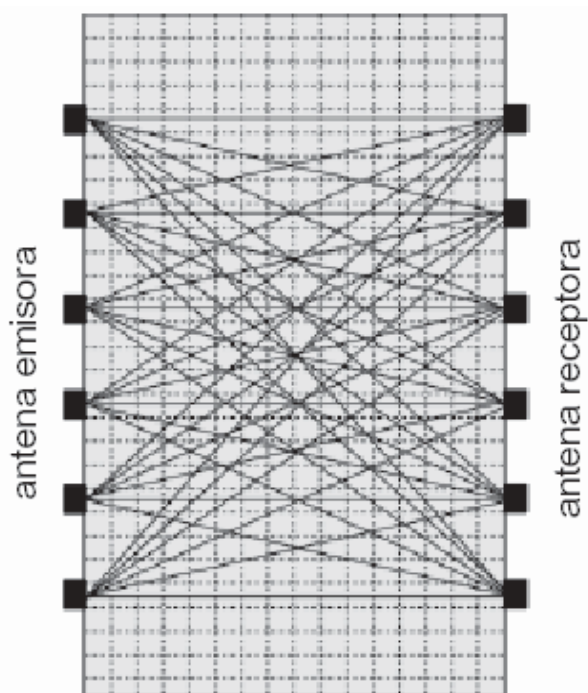


Fig. 5. Celdas para realizar estudios tomográficos

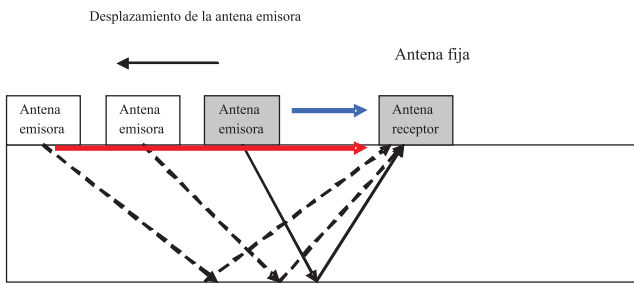


Fig 7. Adquisición de datos con método WARR. Ondas directas (Rojo), onda aérea (azul), ondas reflejadas (negro)

permitividad dieléctrica efectiva del medio se calcula una vez conocida la velocidad de propagación de la onda.

Los registros obtenidos mediante reflexión de gran ángulo, contienen diferentes eventos: la onda aérea (onda que se propaga directamente por el aire de una antena a otra), la onda directa (que se propaga por el medio superior), las ondas reflejadas (una por cada contraste electromagnético brusco en el medio) y las ondas refractadas críticamente siempre que se produzcan las condiciones adecuadas para que se generen (registradas como rectas en el radargrama, una por cada discontinuidad electromagnética del medio siempre y cuando la velocidad de propagación sea mayor en el medio, inferior que en el superior).

La onda aérea se propaga con una velocidad próxima a $c = 30$ cm/ns. La onda directa lo hace con la velocidad del primer medio, igual que la primera reflexión. Si existen reflexiones posteriores, las ondas registradas contienen información acerca de la velocidad de todos los medios que atraviesan durante su propagación. Los resultados de este método se representan en gráficas tiempo - distancia. Hay que tener en cuenta que una de las fases registradas en los radargramas es la onda directa por el aire. Los datos se procesan de forma similar a los de sismica de reflexión.

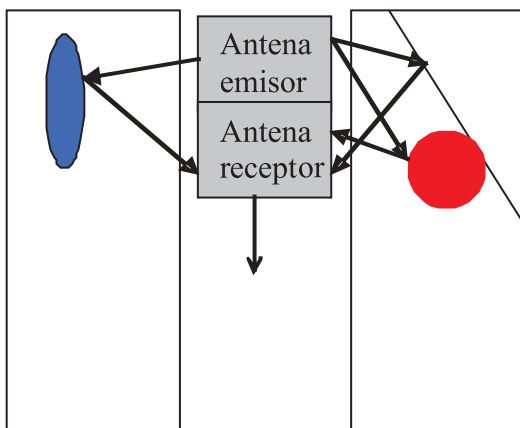


Fig 8a. Esquema de sondeo con antena monoestática

4.2.6. Sondeos

En estudios de sondeos también es posible utilizar los dos tipos de antenas monoestáticas y biestáticas, y un tercer tipo denominadas antenas borehole.

En algunos casos, cuando existen dos sondeos paralelos, el tipo de dispositivo que puede emplearse es similar al utilizado para una tomografía o transiluminación.

En el caso de realizar un estudio de un único sondeo con una antena monoestática (figura 8a) se debe desplazar ésta por el pozo. Los registros se realizan de forma similar a los de perfiles. Hay que tener en cuenta la direccionalidad de la antena, ya que los radargramas pueden ser el resultado de las reflexiones en una única dirección o de reflexiones en todas las direcciones.

Con antenas biestáticas se puede proceder según el esquema de la figura 8b.

Las antenas borehole, más conocida como sistema Borehole Radar GPR, consisten en un transmisor y un receptor construidos en sondas separadas y conectadas mediante una fibra óptica a la unidad de control/adquisición, diseñada para generar las ondas electromagnéticas en un tiempo determinado y realizar la adquisición de los datos. Los datos son almacenados y visualizados normalmente en un PC. El borehole radar puede ser utilizado de diferentes modos: reflexión, crosshole, surface-to-borehole y directional mode. Hoy día están disponibles en los mercados sistemas con frecuencias que van desde los 100 Mhz hasta los 300 Mhz.

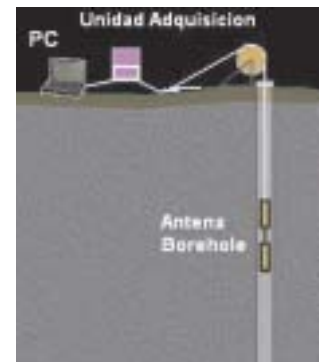


Fig 9. Esquema de sondeo con antena borehole

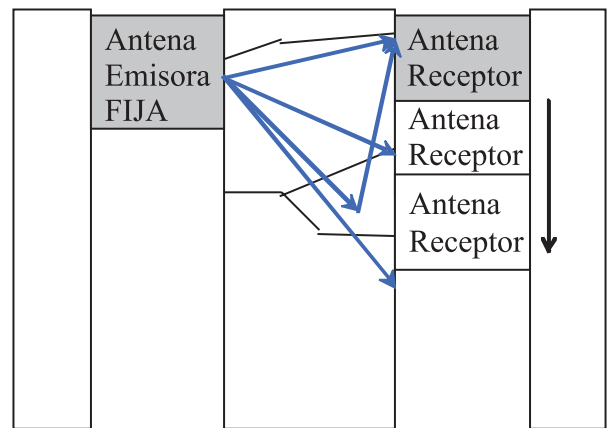


Fig 8b. Esquema de sondeo con antena biestática

La decisión sobre cual antena usar está en función de la relación entre resolución / penetración necesitada y el objeto de estudio. Cuanto mayor sea la resolución necesitada, mayor será la frecuencia de antena a utilizar. Por el contrario, a mayor frecuencia usada menor es la penetración de la señal.

Modo de *crosshole*

Las sondas transmisoras y receptoras del radar son bajadas en el mismo pozo con una distancia fija de separación entre ellas. Las antenas usadas comúnmente son las antenas dipolo, las cuales irradian y reciben señales reflejadas en un espacio de 360 grados (omnidireccionales).

La interpretación de *borehole radar* es similar a los datos de GPR con la excepción del espacio de interpretación. En los estudios superficiales de GPR todas las reflexiones son originadas en un espacio representado por un plano, mientras que en el pozo las reflexiones son recibidas de un radio de 360 grados. Es imposible determinar la orientación de un reflector usando datos de un solo pozo si una antena del tipo dipolo es utilizada. Lo que puede ser determinado es la distancia del reflector y, en el caso en que el reflector es un plano, el ángulo entre el plano y el pozo.

Modo *surface-to-borehole*

Los sistemas GPR estándar pueden ser usados para estudios de superficie a pozo junto con el sistema *borehole*. El transmisor estándar de GPR es posicionado a diferentes distancias del pozo en la tierra y la sonda del receptor de *borehole* es bajada dentro del pozo. Es posible compilar imágenes del medio entre la sonda en el pozo y el transmisor en superficie en sus diferentes posiciones. Sin embargo, las medidas de superficie a pozo son más comúnmente usadas para estudios de velocidades. La unidad de control utilizada para GPR es acoplada a las antenas de *borehole* de 100/150 y 250/300 Mhz para investigaciones geotécnicas, ambienta-

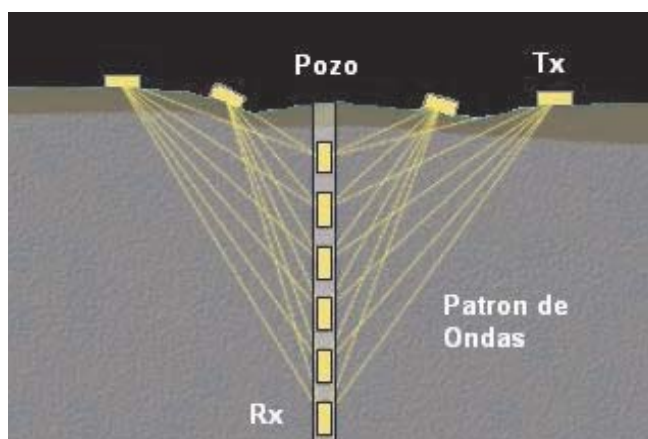


Fig. 10. Esquema de sondeo con antena *surface-to-borehole*

les y de aguas subterráneas entre otras. La profundidad estándar de operación de estas antenas es de hasta 100 metros de profundidad.

4.3. Procesamiento de Datos

Muchos factores limitan el desempeño del georradar, como, por ejemplo, la atenuación de las ondas irradiadas, ruidos externos, ruidos instrumentales, etc. Por esto, antes de interpretar cualquier tipo de datos de georradar es necesario realizar un procesamiento de los datos, con el objeto de mejorar la imagen, aumentar la resolución y la relación señal-ruido.

A pesar de que en muchos casos el georradar es usado en forma empírica, visualizando en el campo una imagen procesada automáticamente con filtros estándar en la unidad de control, es necesario procesar los datos en función de parámetros tales como, las características de la unidad GPR, el entorno geológico y los objetos a investigar.

Los ruidos y las interferencias encontradas en los perfiles de georradar se deben a una variedad de fuentes, entre las que se incluyen:

- Objetos en la superficie del terreno, sobre los cuales la antena tiene que pasar
- Cables aéreos de alta tensión, postes de luz o semáforos, árboles, edificaciones, etc
- Objetos enterrados
- Señales electromagnéticas de alta frecuencia, generadas por transmisores externos tales como antenas microondas, teléfonos móviles, etc.

Algunas de estas fuentes pueden ser eliminadas o minimizadas con ayuda del procesamiento de los datos, pero para poder hacer un buen procesado se tienen que tomar nota en campo sobre la presencia de cualquiera de estos elementos generadores de ruido, para luego saber a qué corresponden y posteriormente eliminarlos.

El procesamiento de los datos involucra una serie de pasos a seguir. Estos pasos los podemos agrupar en tres etapas: Preprocesamiento, Ganancia y Filtrado.

4.3.1. Preprocesamiento

Antes de iniciar el procesamiento de los datos de georradar, se tienen que realizar una serie de pasos, que hemos definido como preprocesamiento de los datos.

El primer paso a aplicar a unos datos crudos es el llamado **filtro DC - Removal**. Éste se aplica debido a que gran parte de la energía de la señal de la onda de aire y de la onda terrestre recibida está saturada, es decir, contiene bajas frecuencias.

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 3303
10cc-1.500 m - 3mm+ 3ppm
Trimble 3305
15cc-1.300 m - 5mm+ 3ppm
Trimble 3306
15cc-1.300 m - 5mm+ 3ppm

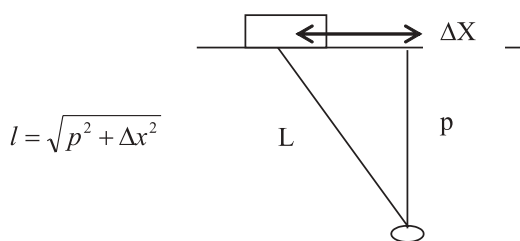
Medidor de Distancia Láser
Trimble HD-360



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

Dentro de este preprocesamiento, se puede incluir el **Cálculo de la Velocidad de propagación de las ondas** de georradar en el terreno. El conocimiento de la velocidad permite realizar la transformación de los datos de tiempo a profundidad y definir la profundidad real de los objetos investigados. Existen muchas técnicas matemáticas para hacer este cálculo, pero la más común es el cálculo de las velocidades a partir de las distintas hipérbolas de reflexión presentes en el radargrama. La forma de una hipérbola de reflexión va a estar definida por la velocidad de la onda, así que adaptando hipérbolas sintéticas a los datos, se puede obtener información de la velocidad de propagación de las ondas en el subsuelo.

Siendo v la velocidad de propagación, p la profundidad del objeto reflector; Δt el tiempo que tarda la onda desde que sale del emisor, se refleja en el objeto y llega al receptor, es decir, el tiempo que tarda en recorrer dos veces la distancia entre antena y objeto enterrado, y ΔX la distancia horizontal entre un punto de la hipérbola y su punto máximo, tenemos entonces:



Siendo $V = \text{espacio} / \text{tiempo}$:

$$V = \frac{2l}{\Delta t} \rightarrow V = \frac{2\sqrt{p^2 + \Delta x^2}}{\Delta t}$$

Simplificando:

$$V^2 = \frac{4 * (p^2 + \Delta x^2)}{\Delta t^2} \rightarrow \frac{V^2 * \Delta t^2}{4} = (p^2 + \Delta x^2)$$

Despejando:

$$\Delta x^2 = \frac{1}{4} V^2 \Delta t^2 - p^2$$

Expresión que adopta la forma de la ecuación de una recta:

$$\Delta x^2 = a(\Delta t)^2 - p^2 \rightarrow \begin{cases} a = \frac{1}{4} V^2 \\ b = -p^2 \end{cases}$$

Los parámetros a y b son conocidos por cálculo de la recta de ajuste.

La velocidad y la profundidad de los objetos se pueden calcular a partir de las siguientes expresiones:

$$\begin{cases} a = \frac{1}{4} V^2 \\ b = -p^2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} V = 2\sqrt{a} \\ p = \sqrt{-b} \end{cases}$$

Cálculo de velocidad y profundidad



Marcas (distancia/tiempo) para obtener un ajuste lineal a la semi-hipérbola

Tiempo ns	x
3,746	0
4,163	0,10044
4,995	0,20089
6,244	0,47712
7,493	0,64035
9,575	0,87892
11,24	1,09237

t^2	x^2
14,032516	0
17,330569	0,01008819
24,950025	0,04035679
38,987536	0,22764349
56,145049	0,41004812
91,680625	0,77250037
126,3376	1,19327222

$a = 0.0108$

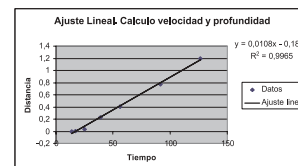
$b = -0.1883$

$V = 2\sqrt{a}$

$p = \sqrt{-b}$

$V = 0.20 \text{ m/ns}$

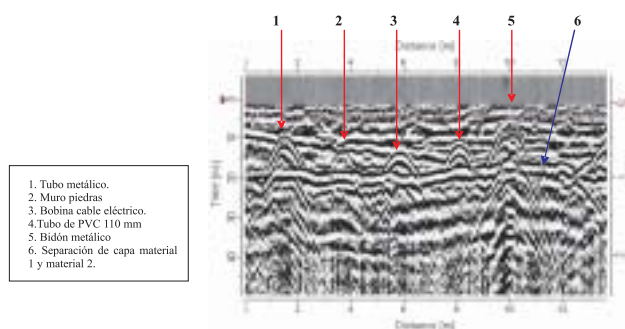
$P = 0.43 \text{ m}$



La velocidad de la onda en este material es de 20 m/ns y la profundidad a que se encuentra el objeto es de 43 cm, resultado que se esperaba obtener por ser muy próximo al ya conocido.

4.3.2. Ganancia

A medida que la señal de radar penetra en el suelo, se produce una atenuación de la misma. Ésta puede ser corregida aplicando ajustes de ganancia a cada una de las trazas. Existen muchos modelos para calcular este tipo de ajuste, entre éstos la Ganancia Lineal y Exponencial AGC, direccional (X, Y). Todas ellas tienen el mismo objetivo pero diferentes aplicaciones, dependiendo del caso de estudio.



1. Tubo metálico.
2. Muro piedras.
3. Bobina cable eléctrico.
4. Tubo de PVC 110 mm
5. Bidón metálico
6. Separación de capa material 1 y material 2.

Fig 11. Radargrama, con filtros aplicados (DC removal, subtrac Mean Trace, AutomaticGainControl)

4.3.3. Filtrado

La aplicación de Filtros a la información intenta eliminar o reducir aquellas señales que no corresponden a eventos relacionados con la geología y que son considerados ruido. Este proceso es extremadamente importante y no puede ser completamente automatizado, siendo muy importante la experiencia del interprete para optimizar y resaltar la información contenida en los datos.

5. APLICACIONES

El GPR es aplicado en la ingeniería civil, en estudios del medio ambiente, así como aplicaciones geológicas, exploración minera, geotecnia y arqueología entre otras. En particular, algunas de las aplicaciones son:

- Detección de elementos metálicos y no metálicos (tuberías, cables, etc.)
- Identificación de cavidades y estructuras enterradas (tanques, objetos militares, túneles, etc.)
- Inspección de suelos industriales y urbanos
- Inspección de construcciones (puentes, muros, etc)
- Inspección del pavimento de autopistas, pistas de aeropuertos y ferroviarias
- Clasificación del sustrato (estratificación, profundidad del sustrato, etc.) y condiciones de facturación del subsuelo
- Determinación de espesores en zonas de relleno o aluvional
- Cartografía de aguas subterráneas (acuíferos, etc.)
- Medio Ambiente (cartografía de terrenos y fluidos contaminados)
- Inspección de sitios arqueológicos y estudios forenses y de seguridad.

6. CONCLUSIONES

El georradar representa una excelente herramienta para investigaciones no invasivas y no destructivas. Algunos factores, relacionados con el entorno geológico y estructural a investigar no son controlados por el usuario y limitan fuertemente el uso del georradar. Otros factores, instrumentales y la modalidad de adquisición de datos, pueden ser controlados.

Con relación al ambiente del entorno de trabajo, el georradar tiene sus mejores aplicaciones en ambientes secos con limitada presencia de agua y arcillas.

Las características óptimas de una unidad georradar son:

- Tener una alta resolución por medio de una alta capacidad de escaneo por segundo (>500 muestras / segundo) y antenas de alta sensibilidad.

- Tener una amplia gama de antenas para garantizar el uso del sensor apropiado en la condición apropiada.
- Usar un georradar multicanal para:
 - Reducir el tiempo de adquisición con mayor cobertura espacial
 - Aumentar la capacidad de resolución de objetos enterrados usando a la vez antenas de diferentes frecuencias y arreglos diferentes, que garantizan, por un lado, explorar a diferentes profundidades y, por otro, optimizar la caracterización del subsuelo.
- Usar una unidad que permita el procesamiento y uso de software especializado por el mejoramiento de la señal e interpretación espacial y georreferenciada de los datos (GPS).

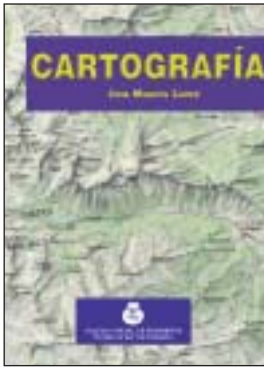
En relación con la adquisición y procesamiento:

- Se necesita definir el objetivo de estudio en función del ambiente donde se necesita investigar (urbano, suburbano y campo), para elegir el tipo de instrumentación a usar y el diseño de los parámetros de adquisición (orientación de la líneas y su espaciamiento).
- Usar personal especializado en las diferentes fases del proyecto (diseño, ejecución y procesamiento de los datos). El georradar es conceptualmente como una sismica a reflexión, una Laparoscopia o Ultrasonido medico; a pesar de su aparente facilidad de uso, el éxito de un estudio está condicionado a la comprensión de todos los factores involucrados en la investigación y no puede ser simplificado a sólo marcar una anomalía en el suelo por parte de personal no cualificado.
- El producto de la investigación georradar tiene que ser un documento gráfico del estudio ejecutado y una cartografía sintética de los resultados.

7. REFERENCIAS

- Paniagua, J, del Rio, M and Rufo, M. "Test site for the analysis of subsoil GPR signal propagation". *X international conference on Ground penetrating Radar*. June 2004. Delf. The Netherlands.
- Davis, J. L., and Annan, A. P., 1986. "High resolution sounding using ground probing radar". *Geoscience Canada*, Vol. 13(3), p. 205-208.
- Davis, J. L., and Annan, A. P., 1989. "Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy". *Geophysical prospecting*, Vol. 37, p. 531-551.
- Mellett, J. S. (1995). "Ground penetrating radar applications in engineering, environmental management, and geology." *J. of Applied Geophysics*, 33(1-3), 157-166. ■

Libros Técnicos



Título: Cartografía
Autor: José Martín López

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



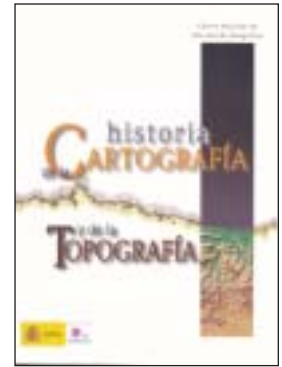
Título: Las series del mapa topográfico de España a Escala 1:50.000
Autores: Luis Urteaga y Francesc Nadal

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



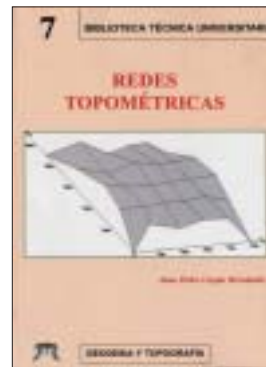
Título: Fotogrametría Moderna: Analítica y Digital
Autor: José Luis Lerma García

43,34 € Ref. 5006



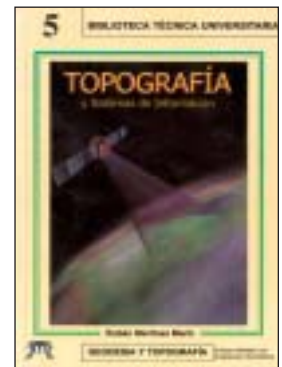
Título: Fotogrametría analítica
Autores: Felipe Buill - Amparo Núñez - Juan José Rodríguez

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



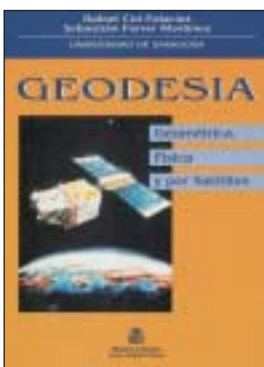
Título: Problemas de Fotogrametría III
Autor: José Lerma García

8,70 € Ref.: 5002



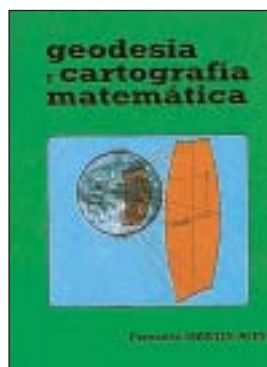
Título: Aerotriangulación: Cálculo y Compensación de un bloque fotogramétrico
Autor: José Lerma García

18,54 € Ref.: 5004



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

24,10 € Ref.: 030



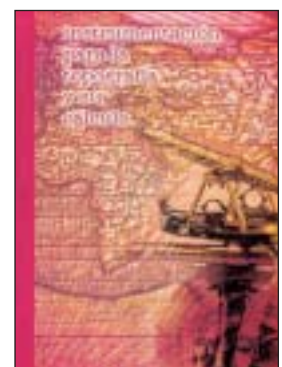
Título: Geodesia y Cartografía Matemática
Autor: Fernando Martín Asín

32 € Ref. 205



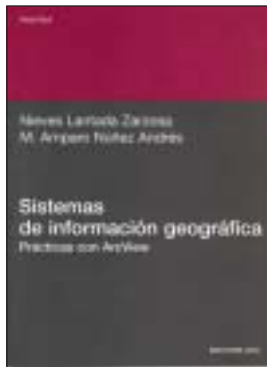
Título: Transformaciones de coordenadas
Autores: J. A. Pérez y J. A. Ballell

18 € Ref.: 6007



Título: Instrumentación para la Topografía y su cálculo. Autor: Ignacio de Paz

26,75 € (+CD por 33,70 €)
Ref. 5001



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



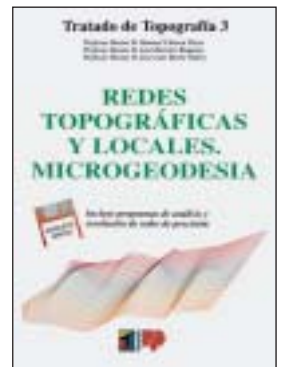
Título: **Problemas de Métodos Topográficos (Planteados y Resueltos)**
 Autor: Alonso Sánchez Ríos
15,70 € Ref. 6003



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

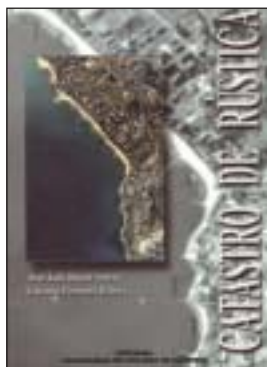


Título: **Tratado de Topografía 2**
 Autores: M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné
51,10 € (42,10 € coleg.) Ref. 2002

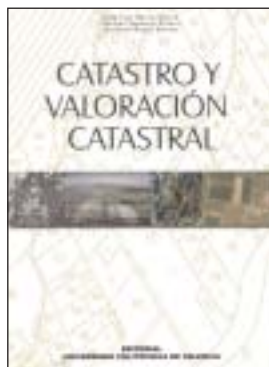


Título: **Tratado de Topografía 3**
 Autores: M. Chueca, J. Herráez, J. L. Berné
36,10 € (30,10 € coleg.) Ref. 2003

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



Título: **Catastro de Rústica**
 Autores: José Luis Berné Valero y Carmen Femenia Ribera
31,68 € Ref. 5005



Título: **Catastro y Valoración Catastral**
 Autores: José Luis Berné Valero, Carmen Femenia Ribera y Jerónimo Aznar Bellver
40,25 € Ref. 5007



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

LEICA SMARTSTATION: LA PRIMERA ESTACIÓN TOTAL CON GPS INTEGRADO

Leica Geosystems ha presentado SmartStation, la primera estación total con GPS integrado. Con esta innovación, Leica Geosystems ha dado otro paso en la trayectoria de los productos de la familia Sytem 1200. SmartStation es el nuevo y revolucionario sistema topográfico, que integra Estación Total y GPS en un único instrumento. Con este novedoso equipo se puede llegar a reducir el tiempo requerido para el estacionamiento y la orientación hasta un 80%, aumentando de esta manera la productividad y reduciendo los costes. Además, Estación Total y GPS pueden ser utilizados como si fueran dos instrumentos distintos; la SmartAntenna puede transformarse en un equipo GPS móvil en tiempo real y la estación total puede seguir trabajando independientemente.

La SmartStation determina las coordenadas de la Estación Total pulsando una tecla. No es necesario preocuparse por los puntos de control, las poligonales o las intersecciones inversas, simplemente hay que estacionar donde convenga, pulsar la tecla GPS y dejar que la SmartAntenna haga el resto: el RTK determina en pocos segundos la posición con precisión centimétrica, dentro de un radio de 50 km de una estación de referencia.

Tanto el GPS como todo el software están totalmente integrados en la Estación Total, controlándose las funciones tanto de Estación Total como de GPS a través del teclado y todos los datos se almacenan en la misma base de datos, dentro de la misma tarjeta CompactFlash. Una única base de datos, una sola pantalla, una sola batería, sin necesidad de cables ni baterías externas o colector de datos, todos los componentes se integran perfectamente.

El diseño modular de la SmartStation permite utilizar el equipo como se prefiera. Para utilizar la SmartStation cuando no se dispone de puntos de control, basta con que una vez que la SmartStation haya determinado con precisión la posición, retirar la SmartAntenna, ponerla sobre un bastón y utilizarla con el controlador RX1210 y el sensor GTX1230 como un GPS móvil en tiempo real.

Todos los usuarios que posean una TPS1200 pueden estar tranquilos, ya que todas las estaciones totales 1200 pueden ser actualizadas a SmartStation.

Para obtener más información sobre este producto, visitar la página web www.leica-geosystems.com/SmartStation.



NUEVAS ESTACIONES TOTALES CON IMAGEN TOPCON GPT-7000I

Durante el pasado TopCart 2004 celebrado en Madrid, Topcon presentó la revolucionaria GPT-7000i, la primera estación total del mundo en incorporar la tecnología de imagen digital para mejorar las prestaciones en campo y aumentar las aplicaciones de las Estaciones Totales.

La implementación de la tecnología de imágenes permite ver la imagen que se verá a través del telescopio en la pantalla del instrumento. Esto no sólo hace más fácil hacer puntería al sitio deseado, sino que en lugar de tener un mapa en pantalla de los puntos tomados, se visualizan los puntos y líneas tomados sobre la imagen real de la zona que se está levantando. Además, se puede "capturar la realidad", almacenando las imágenes digitales junto con los datos de medición.

La GPT-7000i se adapta perfectamente a ciertas aplicaciones específicas, como el levantamiento de fachadas de edificios, gracias a su capacidad de medición sin prisma con un alcance de 250 metros. Con toda la fachada del edificio visible en pantalla, la tarea de identificar los puntos a medir y los puntos medidos es muy sencilla. De esta forma se eliminan las múltiples visitas a la zona para interpretar los croquis y la toma de fotografías.

La medida a puntos situados en esquinas se hace de forma muy sencilla y precisa con una GPT-7000i. Se utilizan técnicas de reconocimiento y análisis de imágenes para extraer automáticamente la línea de la esquina y así definir y medir los puntos situados en la esquina de forma más precisa que con cualquier otra técnica de medición sin prisma. Para investigación de accidentes (de tráfico, aéreos, etc) o medición en catástrofes que afecten al medio ambiente, las ventajas de la GPT-7000i son evidentes. Grabaciones visuales de las escenas en el preciso instante de la medición se convierten en una valiosa documentación que se puede usar para realzar los resultados de la medición y ser tenidos en cuenta como evidencias en un posible proceso legal.

La GPT-7000i está basada en la serie estándar de Estaciones Totales con medición sin prisma TOPCON GPT-7000, añadiendo la tecnología de imagen digital. Las características más destacadas de esta serie de estaciones totales son:

- Sistema Operativo Windows CE.NET para conseguir una gran compatibilidad con otros hardware y software



- 4 modelos, con precisión angular de 1" (3 cc), 2" (6 cc), 3" (10 cc) y 5" (15 cc)
- Pantalla gráfica táctil en color en ambas caras del instrumento (excepto la GPT-7005i que sólo dispone de pantalla en una cara)
- Slot para tarjetas *flash card*
- Puerto interface USB
- Capacidad de Bluetooth para transferencia de datos vía GSM/Internet
- 64 Mb de memoria interna.

Características del EDM:

- Alcance de 250 m de medición sin prisma y 3.000 m con un prisma
- Precisión de medición sin prisma 5 mm
- Precisión de medición con prisma 2 mm + 2 ppm (a menos de 25 m, 3 mm)
- Láser de Clase 1 para medición de distancia. Clase 2 para el puntero láser visible
- Tecnología avanzada de pulsos láser con un punto de medición muy estable, para medir a esquinas y superficies difíciles de forma precisa.

El software incorporado en el instrumento es TopSURV, que permite el control de la estación total y tiene todas las funciones necesarias para toma de datos y replanteo. Además, se han añadido las capacidades de tratamiento de imágenes en un módulo de software para la GPT-7000i. La Interface de usuario es sencilla y compatible con otros sistemas de Topcon robotizados y sistemas de GPS topográficos.

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

LEICA GEOSYSTEMS PRESENTA EL NUEVO LEICA GPS SPIDER V2.0

Leica Geosystems ha presentado el GPS Spider V2.0, un paquete de software integrado para el control y operación de estaciones de referencia individuales o redes de estaciones desde una localización central. Leica GPS Spider es modular, versátil y escalable, por lo tanto indicado para estaciones individuales o redes de estaciones.

El nuevo módulo SpiderNET está integrado en GPS Spider; que ofrece nuevas soluciones avanzadas para Redes RTK de gran rango y alta precisión. Los servicios de GPS Spider proporcionan distribución de datos centralizados y gestión de acceso a datos, permitiendo a los proveedores cobrar por sus servicios y generar ingresos tras su inversión inicial.

Gracias al nuevo módulo de posicionamiento GPS Spider; es fácil obtener herramientas adecuadas para las aplicaciones de monitorización en tiempo real de estructuras artificiales y naturales. La arquitectura intuitiva y moderna del interfaz gráfico de usuario y la facilidad de utilización, proporcionan todas las herramientas, funciones y flexibilidad actualmente necesarias para redes de estación de referencia GPS de alto rendimiento, así como para las estaciones individuales. Los proveedores del servicio de Red GPS se benefician de un máximo de fiabilidad, seguridad y facilidad de uso.

SpiderNET es un nuevo módulo dentro del GPS Spider para el análisis y el modelado de error de la red en tiempo real. Proporciona alta precisión consistente y mejores resultados de RTK sobre una región completa de red, con distancias aún más largas entre estaciones de referencia. La Red RTK con SpiderNET está basada en el próximo RTCM V3.0, estándar para la transmisión de correcciones a usuarios de Red RTK. De esta manera, se elimina la necesidad de depender de métodos propietarios usados actualmente para proporcionar tal información a usuarios de la Red RTK. Con SpiderNET, los sistemas Rover se benefician de mejores resultados de RTK, soluciones homogéneas y mejor disponibilidad de correcciones de la red.

Con GPS Spider es más fácil poner en práctica el método, o la combinación de métodos, que mejor pueden satisfacer las necesidades operativas. RTK y GIS móviles, equipos para agricultura o construcción, barcos de investigación hidrográficos y otros instrumentos serán capaces de operar con precisión y eficiencia en distancias incluso más largas que la convencional RTK. GPS Spider puede proporcionar automáticamente correcciones GPS desde un puesto más cercano o desde la mejor configuración de estaciones de red,

basadas en la localización del rover del usuario. Se pueden proporcionar datos de corrección en tiempo real a través de muchos canales diferentes de comunicación, incluyendo servidor de acceso telefónico, Internet TPC/IP o vía NTRIP. Están disponibles diferentes métodos de autenticación para autorizar al usuario del rover el acceso a los servicios seleccionados en tiempo real. El registro de acceso del usuario de rover proporciona la información requerida para cobrar a los usuarios por los servicios recibidos en tiempo real.

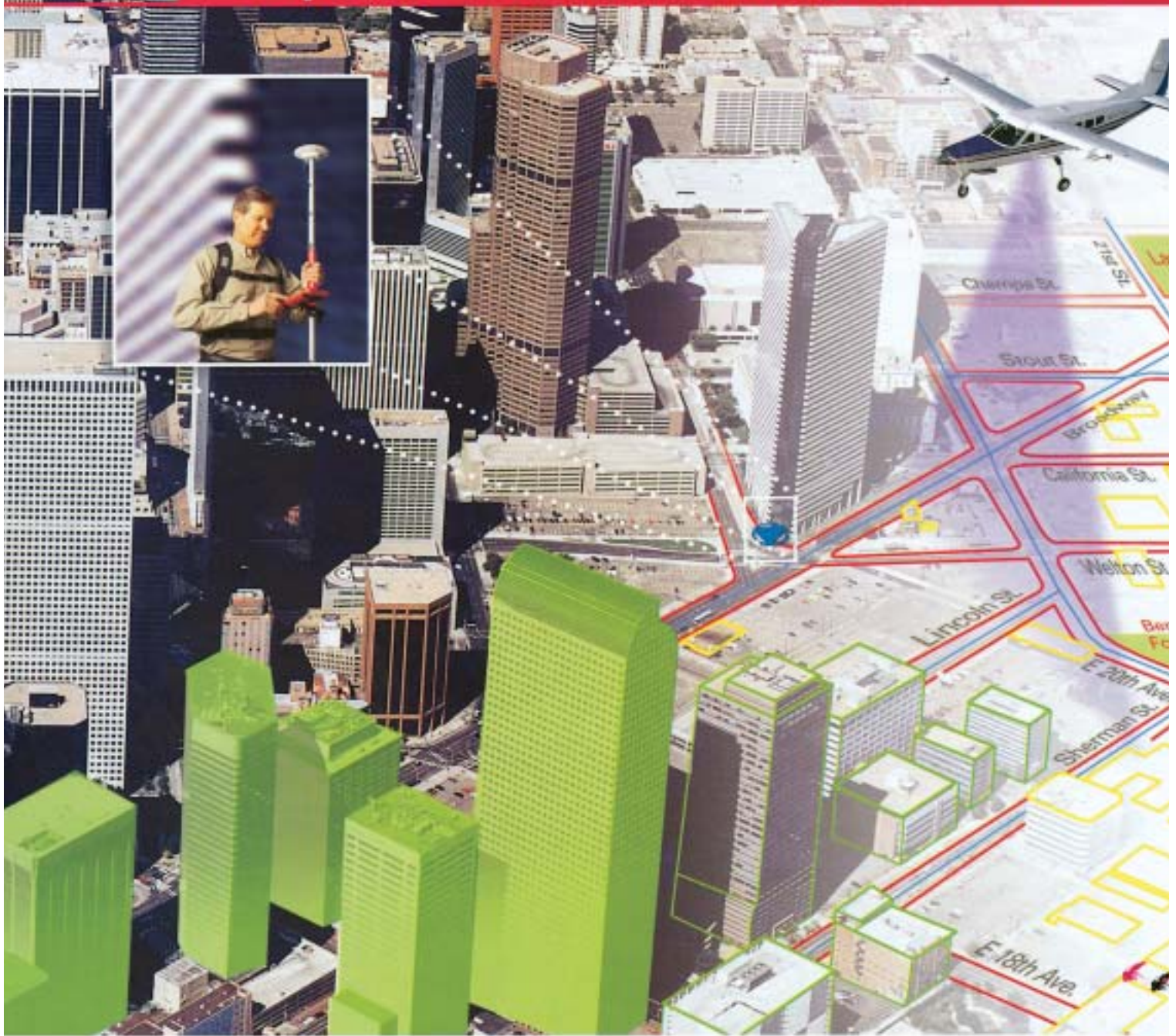
GPS Spider incorpora un nuevo módulo para el posicionamiento RTK centralizado y avanzado. La coordenadas de la estación son continuamente calculadas, con precisión a nivel del centímetro, permitiendo el análisis en tiempo real. Los algoritmos de cálculo de alto rendimiento utilizados en la tecnología SmartCheck de Leica, proporcionan precisión y fiabilidad en el posicionamiento, tanto con observaciones GPS monofrecuencia como bifrecuencia.

Se proporcionan correcciones tanto desde sólo una estación de referencia individual, como de una extensa serie de servicios desde una red RTK a escala nacional. Las soluciones para estación de referencia de Leica GPS Spider incluyen sistemas de software y hardware hechos a medida pero escalables, diseñados para la mínima interacción del operador pero, al mismo tiempo, proporcionan el máximo beneficio de usuario.

Para obtener más información visitar la página web www.leica-geosystems.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

6ª SEMANA GEOMÁTICA DE BARCELONA – II GLOBALGEO



Entre los días 8 y 11 del pasado mes de febrero se celebró, en el Palacio de Congresos del Recinto Ferial de Barcelona, la 6ª Semana Geomática, organizada por la Delegación Territorial en Cataluña del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, la Escuela Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (EPSEB-UPC), el Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC) y el Instituto de Geomática (IG).

El Comité Ejecutivo estuvo formado por D. Ismael Colomina (IG), D. Jesús Huarte Vigo (COITT-Cataluña), Dña. Amparo Núñez (EPSEB-UPC) y D. Jaime Miranda (ICC). El Director de la Semana Geomática fue D. Óscar Miralles y el Comité Científico estuvo presidido por D. Antonio Arozarena, Responsable del Área de Teledetección del Instituto Geográfico Nacional, y organizado en torno a cuatro grandes temas: Sensores de Alta Resolución y sus aplicaciones (tema central de la 6ª edición del congreso), Geodesia y Navegación, Fotogrametría y Teledetección, y Cartografía y SIG.

El día 8 se inició el programa oficial, consistente en un ciclo de 175 ponencias y presentaciones sobre los temas antes mencionados, lo que significó un aumento del 35% con respecto a la anterior edición, celebra-





da en el 2003. También con respecto a la edición de 2003, se ha producido un fuerte incremento de la participación internacional, con ponentes de 22 países, pertenecientes a 67 instituciones y 45 empresas, lo que ha significado duplicar el número de presentaciones internacionales con respecto a la pasada edición.

Las sesiones se celebraron en turnos de mañana y tarde, tanto en modo oral como en modo póster, dando una idea fiel del estado actual de las tecnologías y los conocimientos sobre Geomática.

El miércoles día 9 se celebró, en el Parc de la Ciutadella, la cena oficial de esta Semana Geomática, en la que, tras degustar el menú, el Director del Congreso, D. Óscar Miralles, se dirigió a los asistentes para agradecerles su presencia en esta Semana Geomática, pasando a continuación a presentar a los responsables, colaboradores y patrocinadores de honor de la misma, a los que también expuso, en nombre de toda la organización, su agradecimiento. La velada fue amenizada posteriormente por un grupo musical, que mantuvo animados a los asistentes hasta cerca de la medianoche.

El día 9 se procedió al acto de presentación de los Trabajos Fin de Carrera de la Escuela de Ingeniería Técnica en Topografía de Barcelona que optaban al V Premio Luís Martín Morejón, que convoca la Delegación Territorial en Cataluña del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, la cual realizaron sus autores. Posteriormente, el día 11, el Jurado de dicho premio, formado por D. Jaume Solé Baños, Secretario de la Delegación Territorial en Cataluña del COITT, D. Felip Beltran Segarra, Delegado del COITT en Tarragona, D. Carles Gràcia Gómez, vocal de la Junta de Gobierno de la Delegación Territorial en Cataluña del COITT, D. Ignacio del Corral Manuel de Villena, profesor de la Escuela

Politécnica Superior de Edificación de Barcelona (UPC) y Rafael Fibla, 1^{er} Accésit de la IV edición del Premio Luís Martín Morejón, procedieron, tras la deliberación, a designar los trabajos ganadores, que fueron:

- 1^{er} Premio, dotado con 1.200 €, para el trabajo titulado *Sistema de Información Arquitectónica (S.I.A)* de D. Francesc Calaf Veciana.
- Accésit, dotado con 300 €, para el trabajo *StereoCAD* de D. Raúl Segundo Gómez y Bernat Bosch i Adrogué.
- Accésit, dotado con 300 €, para el trabajo *Utilización de técnicas láser escáner y de fotogrametría terrestre para el estudio de desprendimientos de rocas* de D. Jordi Martínez Morales.

El mismo día 11, a las 12:30, se celebró el acto de clausura de esta 6^a Semana Geomática de Barcelona, en el que se expusieron las conclusiones generales y científicas por parte de su Director Ejecutivo, D. Óscar Miralles, y el Presidente del Comité Científico, D. Antonio Arozarena. Asimismo, se anunció que el Presidente del Comité Científico de la siguiente edición será D. Antonio M. Garcia Tommaselli (Universidade Estadual Paulista) y las fechas de celebración de la 7^a Semana Geomática serán del 20 al 23 de febrero de 2007. Finalmente, se agradeció a los conferenciantes y participantes en el congreso su asistencia y a los organizadores, colaboradores, patrocinadores y voluntarios, su esfuerzo y ayuda desinteresada.

En paralelo con la 6^a Semana Geomática se celebró la 2^a Edición del Salón GlobalGeo (Salón Internacional de la Geomática y la Geotelemática), organizado por la Fira de Barcelona. En dicho salón participaron 46 expositores, provenientes tanto de España como de países tales como Canadá, Alemania, Francia, Holanda o Reino Unido, dedicados al ámbito de la Cartografía, Fotogrametría, Geodesia, Información y Comunicación, ITS (Intelligent Transport System), Navegación por Satélite (Galileo, GPS), SIG (Sistemas de Información Geográfica), Teledetección y Topografía.

Felicitemos a los organizadores de ambos acontecimientos por el éxito alcanzado, tanto de público (por encima de los 425 asistentes a la Semana Geomática y 1.725 en el conjunto del evento), que siempre fue muy numeroso, como de organización, que fue ejemplar y, en especial, a la Delegación de Cataluña del COITT, por el trabajo realizado en la difusión de nuestra profesión.

Relación de Altas y Bajas habidas en el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía en el año 2004

ALTAS DE COLEGIADOS

Castellón Morillas, José Luis	Andalucía	García Osorio, Francisco	Asturias
Trillo Muñoz, Pascual	Andalucía	Fernández Merayo, Cesar	Asturias
Fernández Gracia, Jaime	Andalucía	Vázquez Iglesias, David	Asturias
Pérez Bueno, Antonio Joaquín	Andalucía	Rodríguez Martínez, Ramón	Asturias
Zafra Padilla, Daniel	Andalucía	García van Litsenburgh, Silvia	Asturias
Soto Soto, Manuel	Andalucía	Menéndez Rodrigo, Silvia	Asturias
Reca Palomino, Alberto Carlos	Andalucía	Saavedra González, Verónica	Asturias
Vílchez Trujillo, Antonio M ^a	Andalucía	Díaz Gutiérrez, José Ángel	Asturias
Kayser Gutiérrez, Isabel	Andalucía	Álvarez Hernández, Ramón	Asturias
González Vera, Domingo Jesús	Andalucía	Barrio Gómez, Fernando	Asturias
González Álvarez, Carlos Alberto	Andalucía	García Vega, Luis	Asturias
Gómez Gómez, Verónica	Andalucía	González Castañón, Miriam	Asturias
Muñoz Chacón, Juan Isidoro	Andalucía	Lana Campos, Rebeca	Asturias
Palacios Aranda, Juan Antonio	Andalucía	Aguirre Fernández, Luis Alberto	Asturias
Martínez Bedmar, Juan Pedro	Andalucía	López Fernández, Noelia	Asturias
Damas Bueno, Evelio David	Andalucía	Iglesias Álvarez, Pablo	Asturias
Martínez Gómez, José	Andalucía	Peláez Azpiazu, David	Asturias
Trigo Calahorro, Eva Maria	Andalucía	Tello Román, Oscar	C. Valenciana
Marín Carrascosa, Eugenia F.	Andalucía	Calle Moreno, Javier	C. Valenciana
Jiménez Gutiérrez, Salvador	Andalucía	Sánchez Gómez, Emilio	C. Valenciana
Ortiz Hernández, Antonio Manuel	Andalucía	Sierra Pardo, Sonia	C. Valenciana
Peral López, Isabel Maria	Andalucía	Tafaner Sánchez Rey, Oscar	C. Valenciana
García Siles, Luis Maria	Andalucía	Lafont Sousa, M ^a Jesús	C. Valenciana
Arroyo Morago, Eduardo	Andalucía	Soler March, Manuel Fco.	C. Valenciana
González Sánchez, Marcos	Andalucía	Cuarenta Zanón, José Santiago	C. Valenciana
Villar Ocaña, Juan Carlos	Andalucía	González Villena, Javier	C. Valenciana
Ortuño Anaya, Ángel	Andalucía	Pradas Cerverón, Vicente	C. Valenciana
Ojeda Moral, Andrés	Andalucía	Valero Burgos, Daniel	C. Valenciana
Luque Jiménez, Juan Jesús	Andalucía	Fabuel Raga, Jesús	C. Valenciana
De la Cruz Contreras, David	Andalucía	Gil Magias, José Manuel	C. Valenciana
Chacón Giménez, Jorge	Andalucía	Serrano Martínez, Ana	C. Valenciana
Orduña Ruiz, Antonio Luis	Andalucía	Raga Fabregat, Javier	C. Valenciana
Camino Alcón, Jaime	Andalucía	Lafont Salvado, Jacinto	C. Valenciana
La Rubia Cafranga, Francisco Luis	Andalucía	Portales Ricart, Cristina	C. Valenciana
López Planet, Cristóbal	Andalucía	López López, Maria Adela	C. Valenciana
Vacas Arroyo, Salvador	Andalucía	Cortes Giner, Francisco	C. Valenciana
Lendínez Cantero, Yolanda	Andalucía	Rodríguez Martínez, Juan Antonio	C. Valenciana
Tamayo de la Torre, Juan Ramón	Andalucía	Sáez Cerda, Ricardo	C. Valenciana
Vacas Arroyo, Antonio	Andalucía	Clares Ruiz, Fernando	C. Valenciana
De la Fuente Pérez, Jesús	Andalucía	Martínez Bello, Gonzalo	C. Valenciana
Capiscol Pérez de Tudela, Rosa Maria	Andalucía	Ferrandis Vila, Jorge	C. Valenciana
Martín Rivero, Francisco Javier	Andalucía	Alcalá Herrera, Francisco	C. Valenciana
Reca Fernández, Juan Miguel	Andalucía	Barrada Cardona, David Abel	C. Valenciana
Roldan Osuna, Antonio	Andalucía	Ajado Ruiz, Pablo	C. Valenciana
García Egido, Virginia	Andalucía	Pérez Almarcha, M ^a Rosario	C. Valenciana
Díaz Merino, Claudio Javier	Andalucía	Pons Ferri, Consuelo	C. Valenciana
Narváez González, Catalina M ^a	Andalucía	Lacruz García, Ramón	C. Valenciana
Blanca Bueno, Manuel Jesús	Andalucía	García Cuenca, Juan Vicente	C. Valenciana
López Millán, Florentino	Andalucía	Izquierdo Montealegre, Javier Antonio	C. Valenciana
Rodríguez García, Raquel	Aragón	Tamarit Bayarri, M ^a José	C. Valenciana
Requejo Pérez, Eligio Miguel	Aragón	Menes Brisa, Alicia	C. Valenciana
Arias Otero, Nuria	Asturias	Senent Le Hur, Tatiana	C. Valenciana
Pérez Borraz, Beatriz	Asturias	Roca Zamora, José Sebastián	C. Valenciana
González González, Miguel Ángel	Asturias	Dorado Gómez, Rubén	C. Valenciana
Pérez Díaz, Tatiana	Asturias	Buedo Hortelano, Francisco	C. Valenciana
Suárez Fernández, Abel	Asturias	Pedret Llorens, Héctor	C. Valenciana
Álvarez García, David	Asturias	Pozo Fernández-Freire, Laura	C. Valenciana
García García, Armando	Asturias	Murria Esteban, Vicente	C. Valenciana
Suárez García, Sonia	Asturias	Soriano Ojeda, Víctor Manuel	Canarias
Arias Álvarez, Javier Francisco	Asturias	Alzola López, Pino	Canarias
Ruiz De Oña Crespo, Esteban	Asturias	Castro Jiménez, Mario	Canarias
Fernández Rebolleda, Ivo	Asturias	Marcos Monzón, Jesús	Canarias
Rodríguez Vega, David	Asturias	Jordán Martel, Valentín Daniel	Canarias
Bonduel Marín, Emilio Marcelo	Asturias	Suárez Cerpa, Moisés	Canarias
		Jiménez Pérez, Santiago	Canarias
		Mateo Flores, José Valentín	Canarias
		Mendoza Gil, Víctor Manuel	Canarias

4ª EDICIÓN

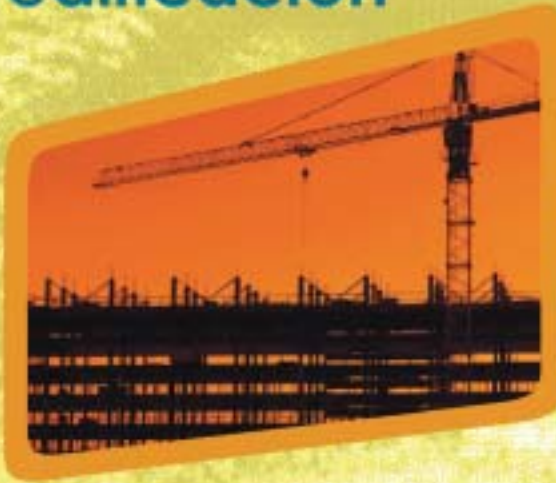


del 4 al 8 de Mayo, 2005

obra pública y minería



edificación



Con la colaboración de:



Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía

CONSTRUYENDO HORIZONTES

- APEC
- APROINCO
- AGALMA
- Asociación Colegio de Graniteros
- AufabeCa - Galicia
- ASOCIACIÓN GALICIA DE ARORES
- GaliMAC
- AGACER
- FEGAFON
- ELABAL
- ALAGAL
- COAG
- COMISIÓN GALICIA DE CONTROL DE OBRAS, ARQUITECTURA E INGENIERÍA TÉCNICA
- COLEGIO GALICIA DE INGENIEROS EN OBRAS DE ARQUITECTURA ESPAZIALES
- Asociación Oficial de INGENIEROS TÉCNICOS DE MINAS de Galicia
- Colegio de Ingenieros de Construcción
- Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas
- COLEGIO DE DECORADORES E DISEÑADORES DE INTERIORES DE GALICIA
- UNIVERSIDADE DA CORUÑA E L.A. ARQUITECTURA TÉCNICA
- EI SE
- FUNDACIÓN SEMANA VERDE DE GALICIA

- FUNDACIÓN SEMANA VERDE DE GALICIA
- XUNTA DE GALICIA
- XUNTA DE GALICIA
- FE



López Marrero, Patricia	Canarias	De Llanos Mancha, Juan Manuel	Extremadura
Díaz Castellano, M. Estefanía	Canarias	Villaverde Vieites, Sonia	Galicia
Marrero Suárez, Milagrosa	Canarias	Holgado Hernández, Oscar	Galicia
Vidal Hernández, Felipe Manuel	Canarias	Laport Silva, Rafael	Galicia
Mújica Zerpa, Aranzazu R.	Canarias	Martínez Moreno, Lucía	La Rioja
González Tapias, Anaqua	Canarias	Salas Pastor, Aurora	La Rioja
Curbelo Yáñez, Carlos	Canarias	Martínez Moreno, M ^a Sonia	La Rioja
Méndez Sánchez, Fátima Obdulía	Canarias	Fernández Mota, Luis	Madrid
Hernández Montesdeoca, Justo Manuel	Canarias	Eglicerio Román, Javier	Madrid
De Luis Ruiz, Julio Manuel	Cantabria	Cabello Espada, M ^a del Prado	Madrid
Ballesteros Vázquez, Cesar	Castilla-La Mancha	Granada Ferrero, Julián	Madrid
Torralba Baños, Juan Diego	Castilla-La Mancha	Garrido Garrido, José	Madrid
Benito Olmeda, Fco. José	Castilla-La Mancha	Angulo Martínez Vela, Roberto Israel	Madrid
Serrano Rodríguez, Víctor	Castilla-La Mancha	Colini D'Errico, Jorge Miguel	Madrid
Turégano Mansilla, Javier	Castilla-La Mancha	Jimeno Martín, David	Madrid
Costa Martínez, Adolfo	Castilla-La Mancha	López Gañan, Alberto	Madrid
Vara Braojos, Ángel	Castilla-La Mancha	Rabadán Encinar, Raúl	Madrid
Martínez Díaz Salazar, David	Castilla-La Mancha	Canle García, Carlos	Madrid
Martín Fernández, Francisco	Castilla-La Mancha	Martín Paniagua, Agustín	Madrid
Bernet Pascual, Luis	Castilla-La Mancha	Villegas Merediz, Cristina Victoria	Madrid
Peñín Rodríguez, Ana Isabel	Castilla y León	Blanco Álvarez, Elena	Madrid
Calleja Merino, Enrique	Castilla y León	Xucla Lerma, Enrique José	Madrid
García Ariza, David	Castilla y León	Pérez García, M ^a Petronila	Madrid
Gutiérrez Ingelmo, Cesar Augusto	Castilla y León	Gallego Alija, Antonio	Madrid
Ayuso García, Cesar	Castilla y León	Sánchez Moran, David	Madrid
Núñez Arranz, Sara	Castilla y León	López Molinero, Sebastián	Madrid
San Román Ibáñez, Isaac	Castilla y León	Castañares Martín, Ricardo	Madrid
Arroyo López, Elisa	Castilla y León	García Berlanga, Alejandro	Madrid
Martín Zancajo, M ^a Noelia	Castilla y León	Camino Calvo, Teodoro	Madrid
Fernández Cotado, Orlando	Castilla y León	Bonneville García, Oscar	Madrid
Jiménez Jiménez, Juan José	Castilla y León	Díaz López, Covadonga	Madrid
Peñas del Barrio, Javier	Castilla y León	Mañero Sanz, Hugo	Madrid
Vaquero Hernández, Santiago	Castilla y León	Rodríguez Escudero, Roberto	Madrid
Nieto González, Marcos	Castilla y León	Vozmediano Vozmediano, José Felipe	Madrid
Martín Lucas, David	Castilla y León	Bushell Gómez, Alberto	Madrid
González Cabrera, Lidia	Castilla y León	Pastor Caño, M ^a del Mar	Madrid
Bravo Rojas, Jerónimo	Cataluña	Gonzalo Jiménez, Miguel	Madrid
Rodríguez Loudot, Sabina	Cataluña	Pardo Balmonte García, Sonia	Madrid
Miralles i Carbonell, David	Cataluña	Cuadrado García, Rafael	Madrid
Simón Moreno, Ana	Cataluña	Hernández Ferreras, Santiago	Madrid
Sabio Delgado, Javier	Cataluña	Molinero Alonso, Julián	Madrid
Bejarano Sahuquillo, Ignacio	Cataluña	Anderica Fernández, Juan Fco.	Madrid
Jufre García, Albert	Cataluña	Martín García, Alberto	Madrid
Tomillero García, Oscar	Cataluña	García Fernández, Ana	Madrid
Alert Folque, Ricard	Cataluña	Mancheño García Lajara, Juan	Madrid
Rodríguez Pacheco, Alejandro	Cataluña	Lorente Pérez, Juan I.	Madrid
García Abad, Antonio	Cataluña	Rufo Barbero, Javier	Madrid
Molina Navarrete, Marta	Cataluña	Porres Salvador, Sara	Madrid
Pérez San Martín, Diego José	Cataluña	Mato Benito, Javier	Madrid
Batet Soler, Anna	Cataluña	Raboso García-Patron, Pilar	Madrid
Matamala Polo, Carlos	Cataluña	López Hernández, Víctor	Madrid
López Alfonso, Mariano	Cataluña	Romero Ortega, Esteban	Madrid
Jauma Blume, Astrid	Cataluña	Higuera Gómez, Fco. Javier	Madrid
Ferrer Cervello, M ^a Carmen	Cataluña	Ortega Sanz, Ana Isabel	Madrid
Pérez Ramos, Alberto	Cataluña	Requena Jiménez, Aurora	Madrid
Tome Oreja, Elena	Cataluña	Galipienzo Morales, Javier	Navarra
Esquinas Sánchez-Pacheco, Silvia	Cataluña	Martínez Minguito, José Luis	País Vasco
Pujadas Domenech, Xavier	Cataluña	Díaz Estévez, María Teresa	País Vasco
Grau Rodríguez, Jordi	Cataluña	Aguinaga Casillas, Aitor	País Vasco
Batet López, Adriá	Cataluña	Usabarrena Zubillaga, Erica	País Vasco
Fibla Guitart, Rafel	Cataluña	Aretzaga Díaz Del Rió, Guillermo	País Vasco
Poquet Vitoria, Jorge	Cataluña	García Beitia, Ángel	País Vasco
Pitarque Cerezo, Eduardo	Cataluña	Merino Prieto, Miguel Ángel	País Vasco
Borja Cañadas, Jesús	Extremadura	López López, Daniel	País Vasco
Díaz Hernández, Alberto	Extremadura	Álava Zurimendi, Aitziber	País Vasco
Martín Esteban, Patricia	Extremadura	Sobron Martínez de Murguía, Raúl	País Vasco
Parejo Texeira, Pablo	Extremadura	Oribe Álvarez de Arcaya, Lorea	País Vasco
Salmoral Pérez, Francisco de Asís	Extremadura	Pérez Gurmendi, Susana	País Vasco
Castro Corredera, Inmaculada	Extremadura	Hurtado Maniega, Iñaki	País Vasco
Moreno González, Antonio	Extremadura	Irizar Saiz, Jorge	País Vasco
Hernández Triguero, José Antonio	Extremadura	Cabado López, Verónica	País Vasco
Carmona Moreno, David	Extremadura	Berriatua Valle, Miguel	País Vasco

20

ANIVERSARIO 1985/2005

 **al-top**
TOPOGRAFIA



20 años no son nada comparados con las milenarias montañas, pero igual de sólido es nuestra vocación de servicio y nuestro compromiso con el profesional. Nos sentimos enormemente felices de compartir con nuestros clientes y colaboradores este hecho tan especial: el 20 aniversario de la creación de AL-TOP TOPOGRAFÍA.

 **Trimble**
SERVICIO TÉCNICO OFICIAL

TOPOGRAFÍA. GEODESIA. CONSTRUCCIÓN. VENTAS. ALQUILERES. SERVICIO TÉCNICO.
INSTRUMENTOS DE OCASIÓN. SOFTWARE TOPOGRÁFICO. GPS. SCANNER 3D. BATIMETRÍAS.

Topocenter PUNTOS DE APOYO TOPOCENTER EN SU ZONA:
BARCELONA 93 340 05 73 | VALENCIA 656 848 582 | MADRID 91 371 82 98 - 679 590 874

Getarullí, 14, bajos - 08027 Barcelona
Tel. 93 340 05 73 Fax 93 351 95 18

 **al-top**

Mardones Salazar, Juan	País Vasco
Laizola Loinaz, Goizargi	País Vasco
Michelena Picabea, Kepa	País Vasco
Hernández Gómez, Diana	País Vasco

JUBILADOS

Tovar Grajera, Cayetano	Andalucía
Viciano Aráez, Esteban	Andalucía
Pérez De Gracia Castilla, Primitivo	Andalucía
Cavia Ricote, Manuel	Castilla-La Mancha
Hernández Martínez, Antonio	Castilla y León
Blázquez Garrosa, Francisco	C. Valenciana
Álvarez Torres, Rafael	Madrid
Sanz Núñez, Alfonso C.	Madrid
Román Lafourcade, Carlos G.	Madrid
Taboada Fernández-Cid, Carlos	Madrid
Olivo Gutiérrez, Guillermo	Madrid
González Esteban, Francisco	Madrid
García Chazarra, Antonio	País Vasco
Madina Larrea, Alfredo	País Vasco

FALLECIDOS

Vinuesa López, Eduardo	Andalucía
Gallego González, Pedro Maria	Andalucía
Caballero Villar, Juan M.	Andalucía
López Lucia, Dionisio	Baleares
Plaza Moreno, Antonio	Castilla-La Mancha
Carnero Rivas, Guillermo	Castilla y León
García Lanaspá, Pascual	C. Valenciana
Crispín Martínez, Francisco	C. Valenciana
De Vidania y Olasagasti, Juan María	Madrid
Susín Galán, Germán	Madrid
Esteban Lillo, José L.	Madrid
Pérez Sáez, Manuel	Madrid
Beracoechea Sorondo, Miguel	País Vasco

BAJAS VOLUNTARIAS

Nieto Cubillas, M ^a Esperanza	Andalucía
Salamanca Zafra, Mónica	Andalucía
Jiménez Rodríguez, Francisco Manuel	Andalucía
Lanero Parrado, Agustín	Asturias
García Rodríguez, Alejandro	Asturias
Álvarez Santianes, Carlos M.	Asturias
Bosch Bosch, Eloi	Baleares
González Santana, Julia M ^a	Canarias
López Suárez, Fátima	Canarias
García Mendoza, Manuel A.	Canarias
Espadas González, Cristina	Castilla-La Mancha
Álvarez Senent, Alicia	Castilla-La Mancha
Crespo Sanz, Antonio	Castilla y León
Rubio Ramos, Antonio	Castilla y León
Faja Flores, Nuria	Cataluña
Franquesa Perich, Bernat	Cataluña
Batalla Angueta, Roberto	Cataluña
González González, Juan Carlos	Cataluña
Cubi Quadrada, Joaquim	Cataluña
Iglesias Molina, José Amador	Cataluña
Tapia Mico, Sara Isabel	Cataluña
Martínez Salinas, Laura	C. Valenciana
Porto Ferro, Ricardo A.	C. Valenciana
Herraiz Atienza, José Luis	C. Valenciana

Lozano Martínez, Manuel	C. Valenciana
Tormo Fortea, Consuelo	C. Valenciana
Cervera Linares, Trinidad	C. Valenciana
Garrido Villen, Natalia	C. Valenciana
Orduña Carrasquer, Yolanda	C. Valenciana
Girones Sempere, M ^a José	C. Valenciana
Castillo Hidalgo, Antonio	Extremadura
Rebollo Castillo, Fco. Javier	Extremadura
Valera García, Eva Maria	Madrid
Diez Montenegro, M ^a Teresa	Madrid
Morales Nieto, Juan Carlos	Madrid
Solís Prada, M ^a José	Madrid
Blanco Martín, Inmaculada	Madrid
Arranz Torres, Eduardo	Madrid
García Lorenzo, José A.	Madrid
Porcel Cots, M ^a Teresa	Madrid
Molina Sánchez, Iñigo	Madrid
Estebal del Prado, Miguel A.	Madrid
Santosa Martínez, Ana Isabel	Madrid
Moreno Manso, Francisco J.	Madrid
Santos Pérez, Luis Julián	Madrid
Azuela Pérez, Julio	Madrid
Morales Cerda, José	Madrid
García Rodríguez, Amada	Madrid
Blázquez López, Miguel	Madrid
Cano Gutiérrez, Miguel A.	Madrid
Mederos Pereira, Belkis	Madrid
Gómez Liste, Begoña	Madrid
Fernández Tabasco, Jesús	Madrid
Jiménez Calderón, Miguel	Madrid
Duro Hernández, Marciano	Madrid
Álvarez Pérez, Antonio	Madrid
Ordas Carrillo, Juan	Madrid
Huelamo Gallego, Pedro M.	Madrid
Vega Cambero, Alejandro	Madrid
López Ramasco, Javier	Madrid
Bonilla Trimiño, Raúl	Madrid
Barroso de las Heras, Eduardo	Madrid
Alcalá Caparroz, Roberto	Madrid
Anastasio Sánchez, Montserrat	Madrid
Galván Fernández, Cristina	País Vasco
López Ortiz, Oscar	País Vasco
Villen Ruiz, Francisco Manuel	País Vasco
Fernández de Landa Rejado, Eduardo	País Vasco
Ortiz De Zarate Lazcano, Begoña	País Vasco

BAJAS POR APLICACIÓN DEL ARTÍCULO 48.2

Lorente Muñoz, Fco. Javier	Andalucía
Ruiz Garrido, José Antonio	Andalucía
Zafra Milla, Francisco	Andalucía
González Martínez, Francisco Javier	Andalucía
Martín Gutiérrez, Ángel Luis	Canarias
Rodríguez Rodríguez, Juan Andrés	Canarias
Pablo Hermida, Fernando	Castilla-La Mancha
Barrios Frechilla, Sicilio	Castilla y León
La Cruz Rodríguez Gordillo, Manuel de	Extremadura
Domínguez Álvarez, Agustín	Extremadura
Arce de la Cruz, Juan	Extremadura
Rincón Moreno, M ^a Gema	Extremadura
Navarro Díaz, Elena	Galicia
Barrenechea Marín, Ignacio	Madrid
Manrique Paccini, M ^a Cristina	Madrid
Quirós Paz, Félix	Madrid
Miodrag, Ivanovic	Madrid
Gutiérrez Hernández, Álvaro	Madrid
Samaniego Fernández de Jáuregui, Antonio	Madrid
Carrascal Minguela, Juan	País Vasco

Ningún equipo
está completo, sin un
buen

GUIA

Mapas Guía, Series Turísticas
y Espacios Naturales del...

cnig

CENTRO NACIONAL
DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



Y además...

Mapa Topográfico Nacional a escalas 1:25.000 y 1:50.000,
Mapas Provinciales a escala 1:200.000, Cartografía Digital,
Mapas Autonómicos, Mapas Serie World, Teledetección,
Fotografía Aérea, Atlas Nacional de España, Mapas en Relieve,
Cartografía Histórica, Libros, etc.

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 • webmaster@cnig.es
<http://www.cnig.es>

Índice 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



BERDALA
INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS
Y GEODÉSICOS
SERVICIO TÉCNICO

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 Trébol
C/. Doctor Zamenhof, 22
28027 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



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 —



Leica INTERGRAPH TCP-IT
Geosystems

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



S&C

Distribuidor 

Santiago & Cintra Ibérica, S.A.
C/ José Echegaray, 4 - P.A.E. Casablanca B5
28100 Alcobendas (Madrid)
Tel. 902 120 870 - Fax 902 120 871
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



Geosystems



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



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

construcción

topografía

control de maquinaria



Sede central:

AV. DE LA INDUSTRIA, 35 • 28760 TRES CANTOS (MADRID) • APARTADO DE CORREOS 63 • TEL: 902 103 930