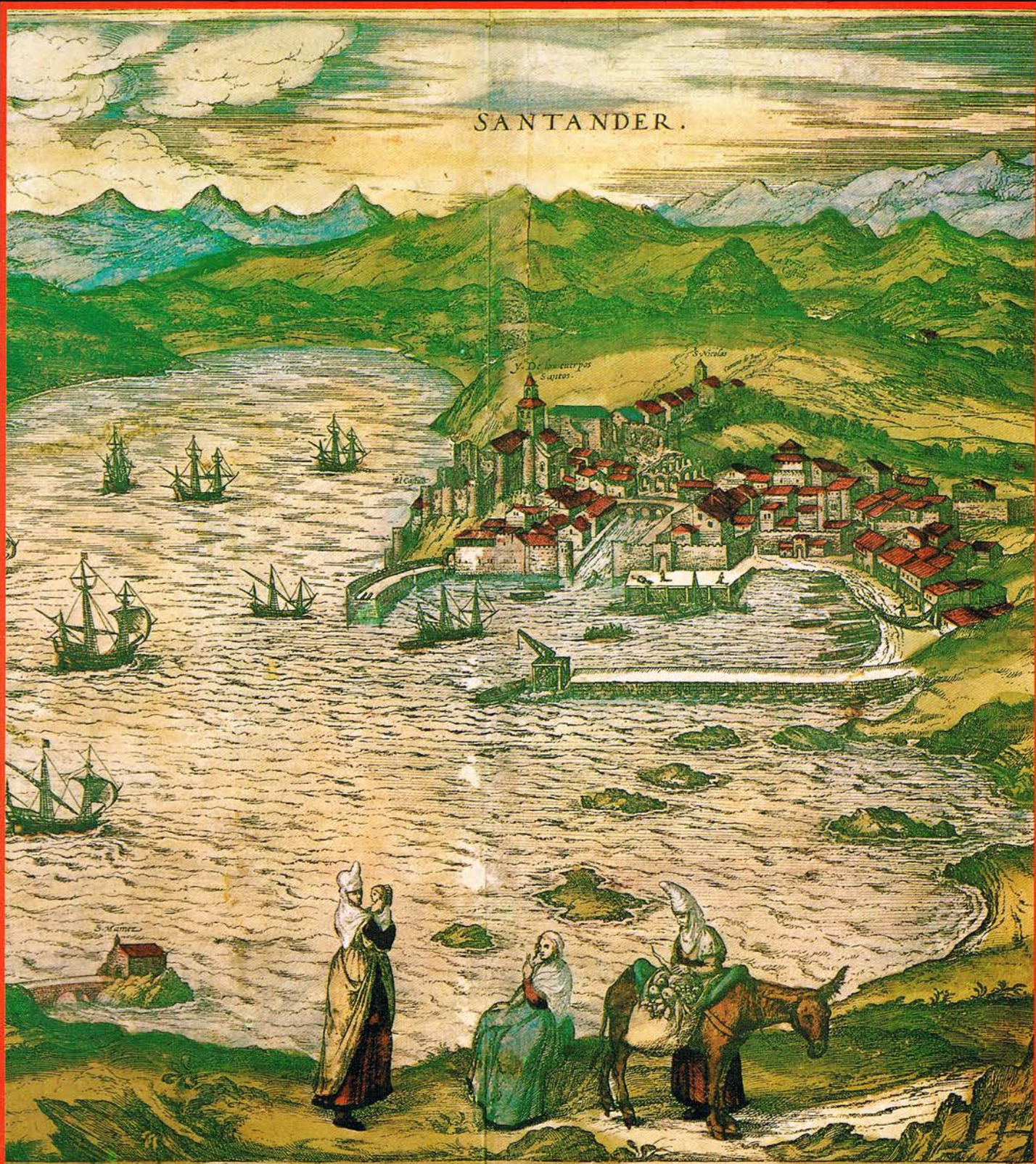
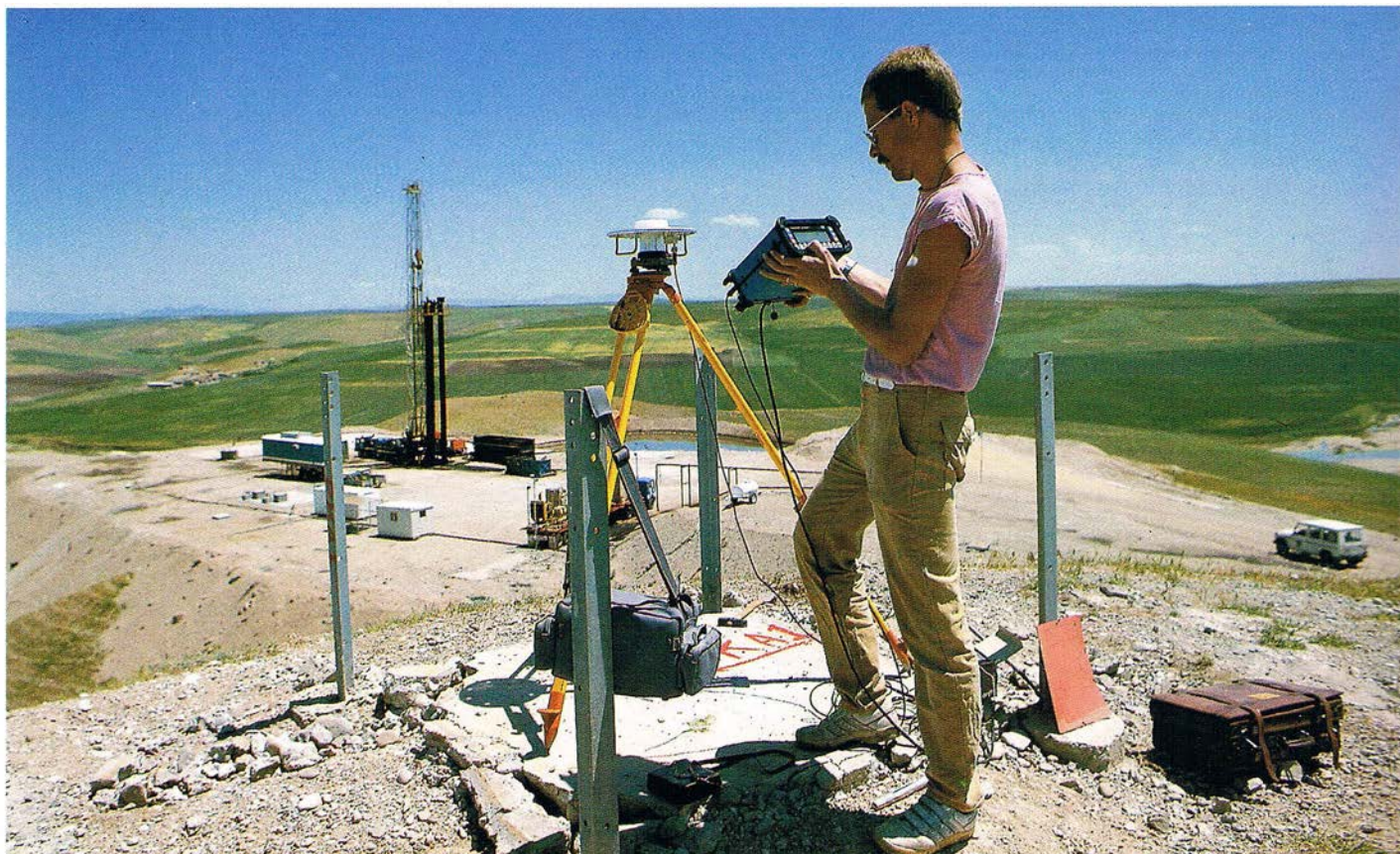


# MAPPING

REVISTA DE CARTOGRAFIA, SISTEMAS DE INFORMACION  
GEOGRAFICA Y TELEDETECCION



# PRECISION GEODESICA EN CUESTION DE MINUTOS



## Obtenga el mayor rendimiento con el método estático-rápido RECEPTORES GPS ASHTECH XII

- \* Sencillos y operativos
- \* Faciles de estacionar
- \* Con antena independiente
- \* Trabajan en modo estático, cinemático y pseudo-cinemático
- \* Ofrecen la mayor versatilidad actualmente disponible,  
con multiples opciones:

Bifrecuencia  
Código P  
Conexión a cámara fotogramétrica  
Navegación diferencial  
etc...



- \* Equipados con un adecuado software para planificación, proceso, cálculo, transformación de coordenadas, ajuste, GIS....

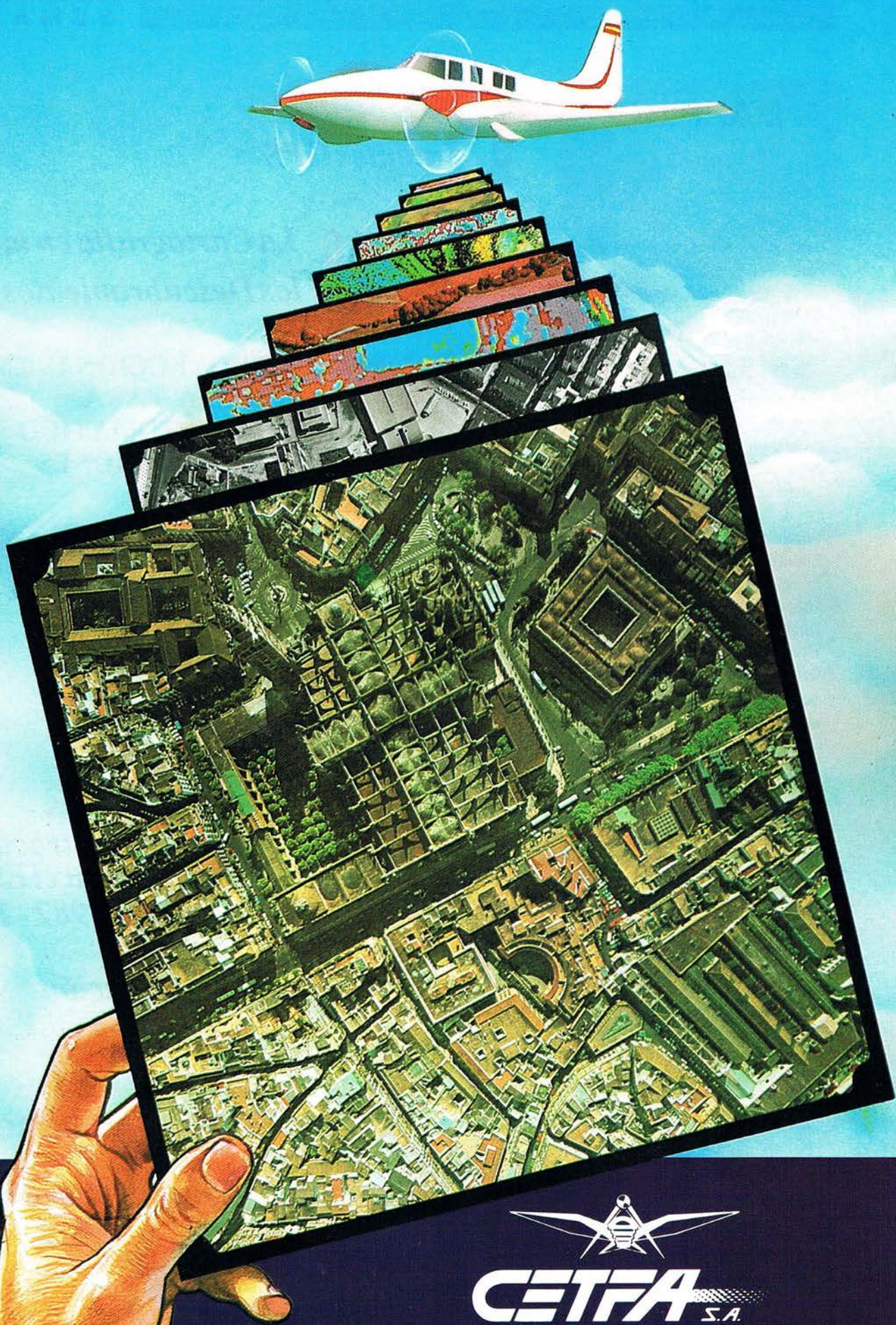
ASHTECH, lider en receptores GPS

Para mayor información consulte  
con nuestro departamento técnico.



GERMAN WEBER, S. A.  
Hermosilla, 102  
28009 MADRID

*Una visión diferente...*



COMPANÍA ESPAÑOLA DE TRABAJOS FOTOGAMÉTRICOS AÉREOS, S. A.

FOTOGRAFÍA AÉREA • FOTOGAMETRÍA • PROSPECCIONES GEOFÍSICAS • SENSORES REMOTOS • VIDEO

Serrano, 211-1° • 28016 Madrid • Tel. 259 14 00 (3 líneas) • Fax 458 60 23

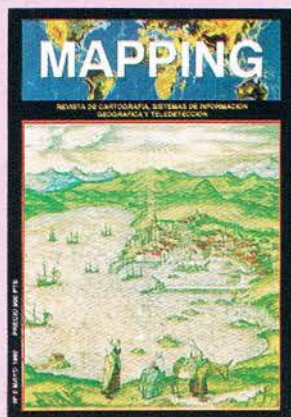
## MAPPING

**Edita:**  
CADPUBLI, S.A.

**Redacción, Administración y  
Fotocomposición:**  
Santa María de la Cabeza, 42  
28045 MADRID  
Teléfono: 527 22 29  
Fax: 527 22 29

**Fotomecánica:**  
FILMAR, S.A.  
C/ Azcona, 33  
28028 MADRID  
Teléfono: 355 60 03 - 04

**Publicidad e Impresión:**  
Estudio Grafico Madrid, S.L.  
Pº del Prado, 14  
28014 MADRID  
Teléfono: 429 88 85  
Portada cedida por:  
**Original en la Cartoteca del  
Servicio Geográfico del Ejército.**  
Mapa: *De Praecipuis Totius  
Universi Urbibus.* Georg Braum



Prohibida la reproducción total o parcial de los originales de esta revista sin autorización hecha por escrito.

No nos hacemos responsables de las opiniones emitidas por nuestros colaboradores

## 8 *Satélites GPS*

## 18 *La Cartografía en la era de los Descubrimientos*

## 28 **SISTEMA DE PROYECCION U.T.M. PROGRAMA PARA EL CALCULO AUTOMATICO DE TRANSFORMACIONES**

## 47 *La Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército*

## 52 *La Teledetección en la evaluación de la extracción de aguas subterráneas*

## 64 *Memoria de los trabajos cartográficos en el Estrecho de Gibraltar (1982 - 1990)*

## 74 *Geosistema de información de la ciudad de Madrid*

## 86 **TRABAJOS GEODESICOS EN EL AEROPUERTO DE SALAMANCA**

## 102 *De los tiempos del Astrolabio*

Con  
más de  
600 direcciones  
y teléfonos.

**Edita:**  
Estudio Gráfico Madrid

**Patrocina :**  
Centro Nacional  
de Información Geográfica

**Directorio de Cartografía, Sistemas de  
Información Geográfica y Teledetección. 1992**

T O P O G R A F I A

C A R T O G R A F Í A Y F O T O G R A M E T R Í A

T E L E D E T E C C I Ó N

V U E L O S  
Y M U C H O M Á S

INFORMACION

COMERCIALIZA :

Centro Nacional de Información Geográfica  
General Ibáñez de Ibero, 3  
Teléf.: 533 38 00 Fax: 533 29 13  
28003 MADRID

P.V.P. 2.000 ptas.

*Si la industria cartográfica española quiere afrontar, con posibilidades de éxito, el reto que supone nuestra ya inminente incorporación al Mercado Unico Europeo, tenemos que concienciarnos de que es absolutamente imprescindible llevar a cabo una rápida e importante innovación por parte de nuestras empresas. De hecho, muchas de estas empresas tienen como característica básica de competitividad haber pasado de la producción al servicio con límites marcados por los clientes.*

*El año 1991 lo empezamos con clima de desconfianza y durante los primeros meses del año ese fue el signo que mejor ha reflejado la situación cartográfica española, pero poco a poco se respiran otros aires. Sin embargo ahora nos podríamos hacer la siguiente pregunta: ¿hasta cuándo?.*

*No podemos cruzarnos de brazos y esperar a llegar o no al mercado europeo, ya que existen otras posibilidades de mercado que por nuestro idioma nos son más favorables.*

*Si. Estoy hablando del mercado sudamericano. Un mercado no sencillo pero para nosotros más fácil que para otros.*

*Pero a este mercado no podemos acceder cada uno por nuestro lado, sino uniendo fuerzas, y de la mano de los Organismos cartográficos competentes en esta materia de nuestro país, y por supuesto no pensando en que vamos de "conquistadores".*

*Por eso desde MAPPING pedimos a los organismos que nos pueden abrir las puertas de este mercado, toda su ayuda, para que juntos podamos acceder a los proyectos que en estos momentos se están fraguando fuera de nuestras fronteras.*

**Ignacio Nadal**

**DIRECTOR TECNICO**

## JUAN GARCIA LEON

### Director de la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército

Teniente Coronel de Artillería, su vida profesional desde el empleo de Capitán, salvo pequeños periodos de tiempo, está dedicada a la Enseñanza Militar, en los siguientes destinos: Escuela de Aplicación y Tiro de Artillería, Academia de Artillería y actualmente, en la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército.

Está en posesión de los siguientes diplomas: Oficial Hawk, Mando Táctico de Misiles Superficie Aire Hawk - Mejorado, Informática Militar y Geodesta Militar.

La Escuela de Geodesia y Topografía se articula en:

- a) Dirección
- b) Jefatura de Estudios
- c) Secretaría de Estudios
- d) Secretaría y Archivo
- e) Biblioteca Técnica



Tiene como cometido general, impartir los cursos de formación y/o capacitación, en las diferentes escalas, para el desempeño de las tareas y especialidades de Geodesia, Fotointerpretación, Cartografía, Artes Gráficas e Imprenta, así como aquellas que se le puedan encomendar.

**La Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército tiene como cometido general impartir cursos de formación y/o capacitación para el desempeño de las tareas y especialidades de Geodesia, Fotointerpretación, Cartografía, Artes Gráficas e Imprenta.**

# SATELITES GPS

Rafael Padilla

Profesor de la Escuela de Geodesia del Ejercito

Capitan de Artilleria. Geodesta Militar

Los satélites GPS envían dos frecuencias portadoras, cabalgando en la L1 va el código C/A (Course/Acquisition). La portadora, modulada con este tipo presenta un ruido que aparentemente no sigue ninguna ley por eso se llama ruido pseudoaleatorio (Pseudo-Random Noise o PRN) y que caracteriza a cada satélite, pero esta aleatoriedad es solo aparente ya que el código puede generarse íntegramente en los receptores.

Para establecer la posición de un objeto lo que hace el receptor es demodular la señal y quedarse sólo con el código C/A enviado por el satélite. Simultáneamente genera un código idéntico que diferirá del recibido solo en el momento de su comienzo. (fig. 1).

El receptor puede ir retardando ese momento de empezar a generar el código hasta que ambos, el recibido y el generado, coinciden. A esta operación se la llama correlación y como resultado de la misma obtenemos un tiempo de desfase entre las dos señales. Dicho tiempo multiplicado por la velocidad de la luz en el vacío es lo que se llama Pseudodistancia.

La llamamos Pseudodistancia porque no es la verdadera distancia entre el receptor y el satélite, sino que está afectada de los errores (estados) del reloj del satélite y del reloj del receptor. Asimismo tendremos que tener en cuenta que la señal, al venir desde el satélite hasta el receptor, debe atravesar tres capas: el vacío, la ionosfera y la troposfera, en las que la velocidad de la luz sufre variaciones.

Teniendo en cuenta lo anterior, podremos decir:

$$P_i = D_i + c(dt_i - dT) + d_{ION} + d_{TROP}$$

en donde

$P_i$  es la pseudodistancia desde el receptor al satélite,

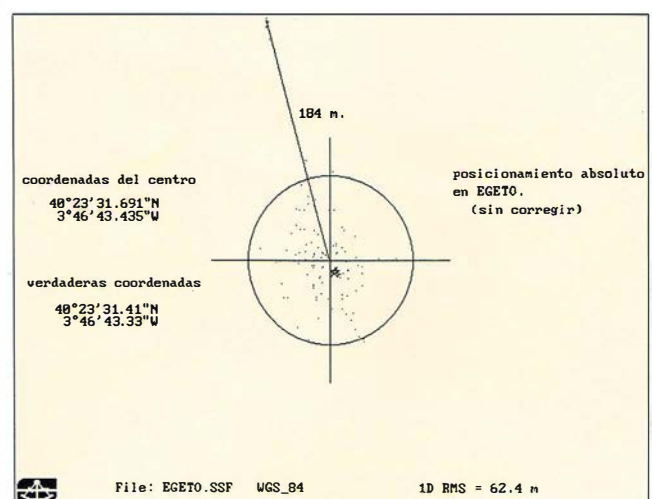
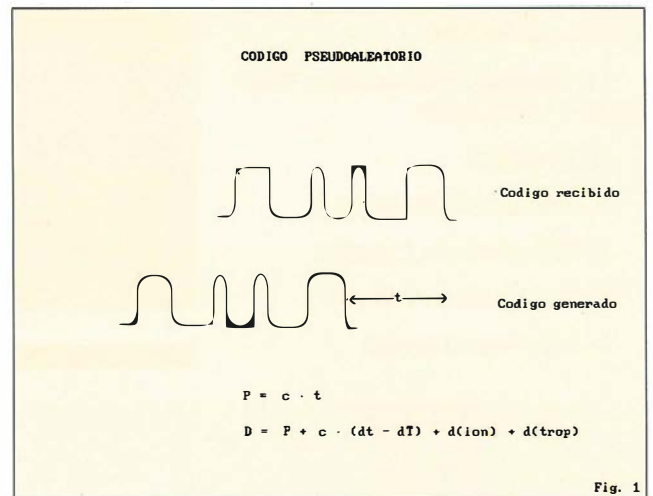
$D_i$  es la distancia verdadera

$dt_i - dT$  es la diferencia entre los estados de los relojes del satélite y del receptor

$d_{ION}$  y  $d_{TROP}$  son los retrasos sufridos por la señal al atravesar la ionosfera y la troposfera respectivamente expresados en metros.

como  $D_i = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2}$ , siendo los  $(x_i, y_i, z_i)$  las coordenadas del satélite y  $(x, y, z)$  las del receptor, nos encontramos con que tenemos 4 incógnitas: las coordenadas  $(x, y, z)$  y el estado ( $dT$ ) del receptor ya que el resto de los datos podemos obtenerlos del mensaje de navegación transmitido por los satélites y de la aplicación de modelos para la determinación de los retrasos ionosférico y troposférico.

Para resolver el sistema necesitaremos establecer 4 ecuaciones, o lo que es igual, tendremos que visar simultáneamente a 4 satélites. En los equipos de navegación, es muy frecuente que con solo 3 satélites nos den una solución en dos dimensiones, para ello fijan la altura de la estación y pasan a tomarla como dato en vez de como incógnita. Esto es muy útil en navegación marítima, donde la altura permanece sensiblemente constante siempre. Sin embargo, en la navegación te-





# Direct to digital.

**DIRECTAMENTE A DIGITAL.** La obtención de información geográfica nunca ha sido más fácil. Ahora puede pasar directamente del campo al documento cartográfico sin tener que anotar un sólo número. Con el Pathfinder Profesional, todo lo que tiene que hacer es visitar el punto en cuestión y apretar una tecla; con ello tanto las coordenadas del punto como sus atributos se almacenan instantáneamente en formato digital.

El Pathfinder es un receptor GPS, especialmente diseñado para topografía expedita, que permite tomar las coordenadas del punto que ocupa y añadir, en un fichero digital, vía teclado o mediante el empleo de un lector de código de barras, los atributos calificativos asociados con la posición. El receptor Pathfinder está fabricado por TRIMBLE NAVIGATION, líder mundial en tecnología GPS.

Una vez tomados los datos, el avanzado programa del Pathfinder permite plotear todos los puntos sobre una base geográfica, a cualquier escala y sobre cualquier datum, completo con las cruces de ajuste. Y como la información ya está en forma digital, se puede formatear, según sea necesario, para introducirla directamente en más de 70 sistemas GIS.

El generar ficheros digitales con el Pathfinder en el campo es también un excelente procedimiento para actualizar o corregir ficheros digitales GIS generados a partir de cartografía clásica o fotografías aéreas por restitución.

La familia Pathfinder ha sido diseñada para que los receptores sean robustos y portátiles. El Pathfinder Básico pesa menos de dos kilos y puede registrar posiciones cada segundo. Y como los otros productos

Pathfinder, se pueden emplear como navegadores para revisar los puntos en el campo.

En aplicaciones que exijan una toma de datos con mayor complejidad, el Pathfinder Profesional (ver ilustración) puede almacenar hasta 50.000 puntos. Con su colector de datos y código de barras, el operador puede rápidamente identificar cada punto con sus coordenadas y atributos. Esta información puede ser usada para completar la cartografía existente o generar nueva base de datos.

Con la Estación Comunitaria y el lógico Trimble Diferencial, varios usuarios pueden mejorar la precisión de sus observaciones a un nivel de 2/5 metros.

En consecuencia, tanto si está tomando datos de un tendido de energía eléctrica, reservas forestales, deslindes o yacimientos arqueológicos, el procedimiento más rápido para obtener la cartografía de su proyecto es pasar «directamente a digital», naturalmente con el receptor GPS Pathfinder.



## TrimbleNavigation LTD.

*The leader in GPS Technology.*

Representante exclusivo para España:

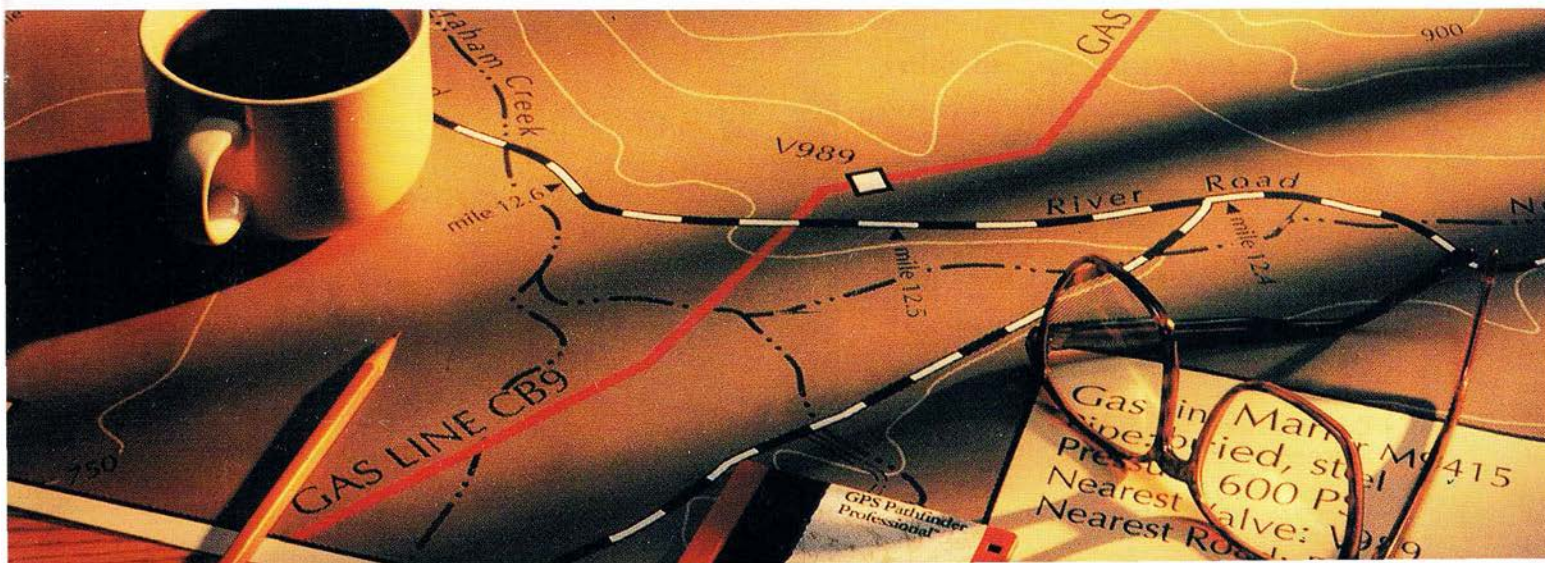
### GRAFINTA, S.A.

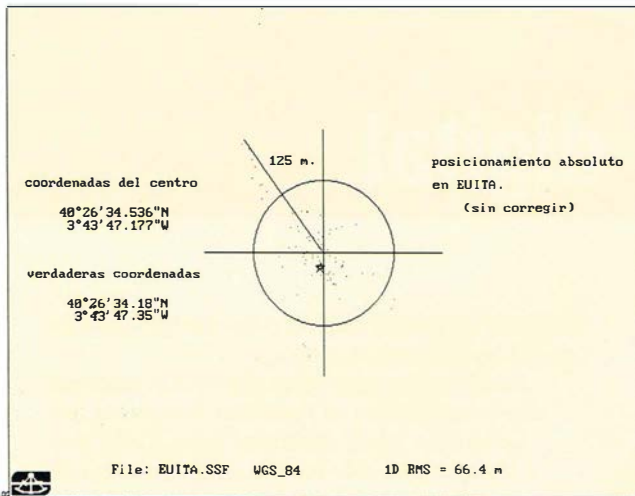
Avda. Filipinas, 46

28003 Madrid

Tel.: (91) 553 72 07

Fax: (91) 533 62 82





restre es una fuente de errores, ya que una variación de altura afecta a las 3 coordenadas (x,y,z) geocéntricas del punto.

De lo dicho hasta ahora se desprende que la precisión con que obtenemos la posición de un punto va a depender de:

- La precisión con que se conozcan las coordenadas de los satélites.
- La geometría de los satélites en el momento de la observación.

- La precisión con que conozcamos el estado del reloj del satélite.

- La precisión con la que se midan los retardos troposférico e ionosférico.

En condiciones normales se pueden conseguir unos 25 m. de precisión con el código C/A, esto supuso un trastorno para el departamento de Defensa de los EE.UU. que no quería que usuarios no autorizados dispusieran de un posicionamiento en tiempo real con precisiones mejores que 100 m., por lo que decidieron implantar la Disponibilidad Selectiva.

Consiste ésta, en modificar el mensaje de navegación en lo correspondiente a la posición y a los estados de los relojes de los satélites, dándonos datos erróneos que no nos permitirán posicionarnos con menos de 100 m. de error. Se activó por primera vez el 25 de marzo de 1990 y desde entonces, con el único intervalo de la Guerra del Golfo, ha estado impuesta en todos los satélites de la segunda fase. Este será el estado normal de funcionamiento del sistema GPS, o aún peor, pues los errores introducidos en los mensajes, pueden llegar a suponer hasta 300 m, en épocas de crisis.

Como ejemplo de ello observemos las figuras en las que aparecen todas las observaciones en el vértice EGETO realizadas durante un intervalo de observación de 2 horas tomando una posición cada minuto.

## TANGENT UN SCANNER... CUALQUIER DOCUMENTO

El ColorScan de Tangent combina las mayores prestaciones en cuanto a velocidad, formato y resolución en la captura de datos color de cualquier documento hasta 44" x 66".

El ColorScan es especialmente apropiado para la captura de información a partir de fotografías, mapas y planos de ingeniería.

### Algunas de sus características especiales:

- Rasteriza los mapas, separando la información por capas de forma automática, (ríos, carreteras, caminos, curvas de nivel...), hasta 16 capas simultáneamente. Ideal para su posterior vectorización automática.
- Composición en tiempo real de ficheros. RGB y bitmaps de 256 colores.
- Coloreado de documentos en blanco y negro.
- Con una resolución de 1000 dpi proporciona imágenes de altísima calidad.
- Disponibles todos los formatos de salida estándar (TIFF, TARGA, PCX...).



**EURO GIS**

Orense, 11 - 2.º B.  
Tel.: 597 37 06 Fax 597 39 86  
28020 MADRID

**Nikon**

# Nueva Serie Avanzada de Estaciones Totales Nikon



## ESPECIFICACIONES PRINCIPALES

### • Display seleccionable

DTM-A5 : 1°/0,2 mgon. 6 5°/1 mgon.  
DTM-A10 : 5°/1 mgon. 6 10°/2 mgon.  
DTM-A20 : 10°/2 mgon. 6 20°/5 mgon.  
DTM-A20LG : 10°/2 mgon. 6 20°/5 mgon.

### • Medida Seleccionable

#### Medida FINE: (llave MSR)

Lectura: 0,2 mm/0.0001 pies 6 1 mm/0.002 pies.  
Precisión: +/- (3 mm. + 3 ppm X D) M.S.E.  
Tiempo de medida: 4 seg.

#### Medida FAST: (llave TRK)

Lectura: 1 mm/0.002 pies  
Precisión: +/- (5 mm. + 5 ppm X D)  
Tiempo de Medida: 0,8 seg.

- Rango de medida: 3000 mts/ 9800 pies con prisma triple bajo buenas condiciones atmosféricas (DTM-A5/A-10/A20).
- La característica del sistema Lumi-Guide es la de alinear el prisma con una luz visible. Esta opción se encuentra en la DTM-A20 LG.

## NUEVA SERIE DTM-A

Las cuatro nuevas Estaciones Totales de la serie avanzada llevan a la tecnología topográfica a una mayor precisión y con una mejor calidad de nivelación.

Obtienen mayor cantidad de puntos en menos tiempo.

Ahorran su tiempo y mejoran su productividad.

Y además, como están totalmente informatizadas, de forma compatible, le permite realizar muchas aplicaciones versátiles, incluyendo Modelos Topográficos Digitales y otras técnicas avanzadas.

Así, cuando necesite precisión, rapidez y fiabilidad, decídase por NIKON.

**REGO**  
REGO & CIA. S.A.

28037 MADRID

San Romualdo, 26  
Tel. (91) 304 53 40  
Fax: (91) 304 56 34

DELEGACIONES:

BARCELONA  
Tel. (93) 300 46 13  
SANTIAGO  
Tel. (981) 59 36 50

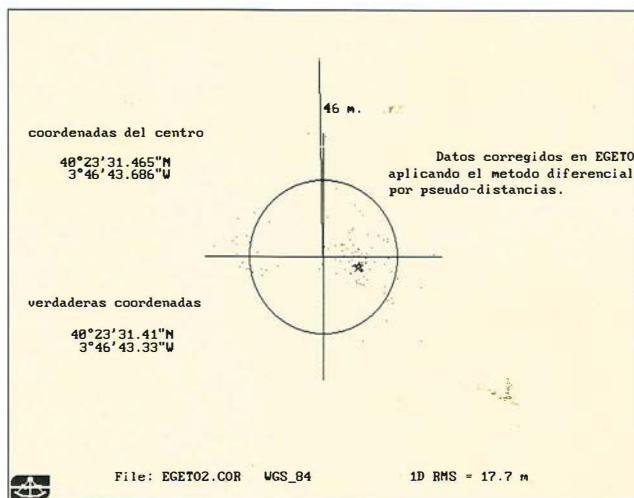
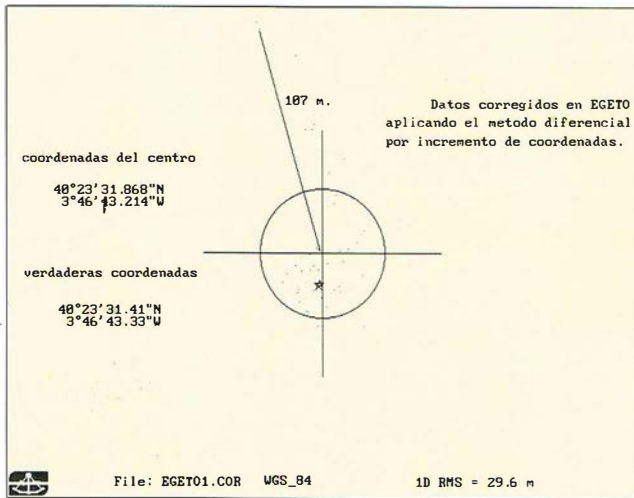
BILBAO  
Tel. (94) 423 08 86  
SEVILLA  
Tel. (95) 445 81 87

GRANADA  
Tel. (958) 26 37 74  
VALENCIA  
Tel. (96) 362 54 25

LAS PALMAS  
Tel. (928) 25 30 42  
VALLADOLID  
Tel. (983) 37 40 33/34

P. DE MALLORCA  
Tel. (971) 20 09 72  
ZARAGOZA  
Tel. (976) 56 38 26

S.C. TENERIFE  
Tel. (922) 24 07 58



El centro de la elipse de error está desplazado pocos metros de la posición verdadera (marcada con una estrella) pero el semieje mayor de dicha elipse tiene más de 180 m.

Muy parecido es lo que ocurre en el vértice EUITA donde se colocó otro receptor al mismo tiempo, Los errores medios cuadráticos rondan los 65 m. tras dos horas de observación.

Estos errores pueden bajarse muchísimo con un postproceso de los datos obtenidos en campo.

El primer procedimiento para obtener correcciones diferenciales es el de incremento de coordenadas. Consiste en mantener un receptor fijo en un vértice de coordenadas conocidas, mientras que el otro se desplaza.

En cada posicionamiento del vértice se pueden calcular los errores cometidos en las tres coordenadas ( $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ ), que se suman al posicionamiento coincidente en tiempo que hay hecho el equipo móvil. El método es eficaz cuando el equipo fijo no se separa demasiado del móvil.

En la observación que mostramos como ejemplo, vemos que la elipse de error ha disminuido considerablemente y los errores medios cuadráticos en latitud y longitud han descendido a la mitad. Los datos de altura no deben ser tenidos en consideración ya que una gran parte de los posicionamientos hechos lo han sido con sólo 3 satélites con lo que el número de puntos calculados en altura ha sido muy inferior y no es suficiente para hacer estadísticas con ellos.

En esta observación se ha elegido intencionadamente un período de tiempo con unas condiciones malas para la observación, como se verá más adelante, con el objeto de obtener unos resultados medios.

Existe un segundo método para la obtención de correcciones diferenciales llamado de Pseudo-distancias, en él hallamos un error en Pseudo-distancia por diferencia entre la obtenida de cada satélite y la que verdaderamente tendría que haber al considerar la verdadera posición del receptor fijo.

Este error se le aplica a la Pseudo-distancia observada por la estación móvil y posteriormente se calcula su posición aplicando la fórmula general.

Con este segundo método las distancias a las que podemos alejarnos de la estación fija aumentan hasta varias centenas de kilómetros y las precisiones conseguidas son mucho mayores, sin embargo se pierden muchos datos ya que sólo se puede aplicar la corrección a puntos obtenidos con los mismos satélites y en el mismo momento en ambas estaciones.

En la figura puede observarse como disminuyen las dimensiones de la elipse de error y los mayores errores cometidos en la observación en el vértice EGETO.

El último problema que queda por resolver es el de las coordenadas en las que trabajamos. El sistema GPS trabaja siempre en coordenadas tridimensionales geocéntricas asociadas al elipsoide satelitario WGS-84. Nuestra Cartografía oficial está basada en la Red Geodésica Europea ED-50 que está calculada en el elipsoi-

DATOS SIN CORREGIR				
	minima	maxima	media	e.m.c.
Latitud	40°23'26.968"N	40°23'36.292"N	40°23'31.691"N	49.849 m.
Longitud	3°46'48.358"W	3°46'37.585"W	3°46'43.435"W	38.899 m.
Altura	581.28	941.72	722.05	70.887 m.
DATOS CORREGIDOS POR INCREMENTO DE COORDENADAS				
	minima	maxima	media	e.m.c.
Latitud	40°23'30.758"N	40°23'34.848"N	40°23'31.868"N	27.749 m.
Longitud	3°46'44.011"W	3°46'42.344"W	3°46'43.214"W	15.741 m.
Altura	638.25	847.58	768.20	61.244 m.
DATOS CORREGIDOS POR PSEUDO-DISTANCIAS				
	minima	maxima	media	e.m.c.
Latitud	40°23'30.822"N	40°23'32.955"N	40°23'31.465"N	8.113 m.
Longitud	3°46'45.375"W	3°46'42.547"W	3°46'43.686"W	18.337 m.
Altura	672.87	848.45	778.68	45.258 m.

**¿Sabe Ud. cuantos planos hay en su empresa?**

**¿Qué coste anual supone su almacenamiento y distribución?**

**¿Puede conseguir la información de la documentación técnica que necesita justo a tiempo?**

# SEMINARIO SOBRE GESTION ELECTRONICA DE DOCUMENTACION TECNICA TIM

(Technical Information Management)

Soluciones multimedia bajo sistema operativo UNIX®

Intergraph le propone conocer las herramientas para lograr una gestión eficiente de su activo más valioso: "La Información".

La gestión electrónica de documentos reduce el movimiento de papel, elimina la incómoda tarea de compartirlo, agiliza la comunicación interna de la empresa mejorando la calidad de sus productos y servicios.

UNIX es una marca registrada de UNIX SYSTEM LABORATORIES INC.

## Inscripción y reservas:

La asistencia al seminario es **totalmente gratuita**

Para reservar su plaza llame al teléfono: (91) 372 80 17  
Srta Kety.

## Fecha y lugar:

Madrid, 11 de Junio  
Edificio Mapfre - Auditorio Mapfre Vida,  
C/ General Perón, 40B 2º Planta  
(Acceso directo desde el Parking de Moda Shopping).

## INTERGRAPH

Un Sistema Unico.  
Todas las Soluciones

Deseo recibir información sobre:

- Sistemas de Gestión de Documentación Técnica.
- Asistiré al Seminario.
- Visita de un Ingeniero Comercial.

## INTERGRAPH

ESPAÑA, S.A.  
C/GOBELAS, 47-49  
LA FLORIDA - 28023 MADRID

Compañía: \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_  
Ciudad: \_\_\_\_\_ Código Postal: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_  
Personas Interesadas: \_\_\_\_\_

de internacional o de Hayford, por tanto hay que transformar las coordenadas de los puntos obtenidos con GPS a ED- 50 para poderlos plasmar sobre los planos existentes ya que la diferencia entre uno y otro sistema llega hasta los 300 m.

Si trabajamos en zonas reducidas de terreno, una transformación Helmert puede darnos la adecuada precisión en el paso de coordenadas, no así si el trabajo se desarrolla en una superficie extensa.

Existen algoritmos de transformación válidos en todo el territorio europeo que consiguen precisiones de menos de 2 m. en el paso de WGS-84 a ED-50, esperamos que en un futuro contemos con algoritmos más precisos para el ámbito del territorio nacional.

Con todo lo visto hasta ahora, podemos deducir que los equipos GPS empleados sólo en posicionamiento absoluto y aplicándoles posteriormente observaciones diferenciales, son el método más rápido con el que contamos hoy para la actualización rápida de la cartografía.

Se pueden conseguir levantamientos exactos a escalas 1:15.000 y menores de grandes vías de comunicación en el tiempo que se tarda en recorrerlas con un vehículo. Para ello es necesario contar con dos equipos, uno fijo instalado en un vértice geodésico, a ser posible con coordenadas conocidas en WGS-84, y el otro instalado en el coche o locomotora. Ambos equipos estarán conectados a un ordenador o a una libreta de campo para el registro de coordenadas. Es conveniente que el equipo móvil tenga la posibilidad de marcar puntos interactivamente con objeto de poder ponerles atributos que les permitan posteriormente ser introducidos en un sistema de información geográfica.

Para terminar sólo falta comentar que la experiencia y los resultados obtenidos últimamente han animado al Servicio Geográfico del Ejército a emplear este método en la actualización de las vías de comunicación de nuestra cartografía a escala 1:50.000.

A la hora de planear una observación hay que tener en cuenta la Dilución de Precisión (DOP) de los satélites. Es éste parámetro que nos indica la geometría de los satélites en el momento de la observación. Se comprende fácilmente que la situación relativa de los satélites con respecto a la estación tendrá una gran importancia a la hora de la determinación de las coordenadas ya que lo que verdaderamente estamos haciendo es una trilateración espacial.

El PDOP, o el HDOP (según hablemos de 3 o 2 dimensiones) puede calcularse a priori en función de las coordenadas de los satélites y las aproximadas de la estación y ha de ser menor de 8 para que las coordenadas obtenidas en posicionamiento absoluto sean fiables.

En la figura que va a continuación se observa en la parte de arriba el tiempo en el que se dispone de 4 satélites y en la de abajo el PDOP en función del tiempo para el vértice EGETO. Puede observarse que entre las 11:06 y las 11:30 es inadmisibles ocurriendo lo mismo a partir de las 12:30.

En las siguientes figuras se observa la variación del PDOP de distintas constelaciones existentes en el período de observación al que nos referimos.

Nótese que en el período comprendido entre las 11:44 y las 11:10 el PDOP obtenido con los satélites, 2, 6, 16 y 17 es siempre superior a 5 mientras que el HDOP para el mismo tiempo pero teniendo en cuenta sólo al 2, 6 y 16, no llega nunca a ese valor, con lo que si descartamos el satélite 17 obtendremos soluciones sólo en 2 dimensiones pero éstas serán más precisas que si lo hacemos en 3, siempre que hayamos fijado bien la altura.

Si se hace cuidadosamente el plan de observación buscando unas configuraciones buenas de satélites en todo el período de observación, pueden conseguirse errores medios cuadráticos de 2 metros tras aplicar el método diferencial de Pseudo-distancias.

## GABINETE CARTOGRÁFICO:

proyectos

redacción y realización

mapas clásicos y temáticos

## LABORATORIO:

reproducciones a misma escala

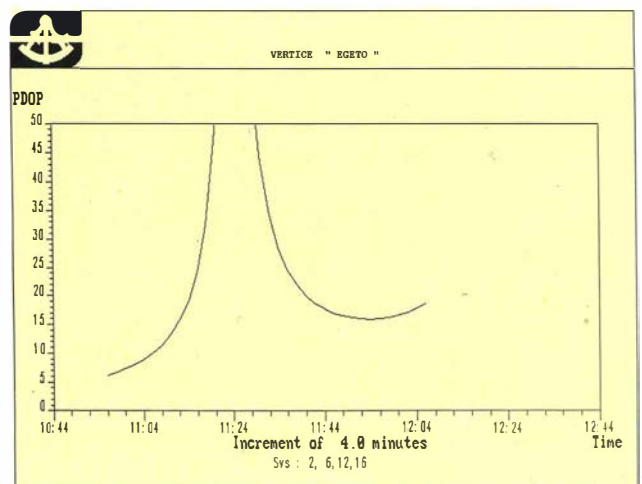
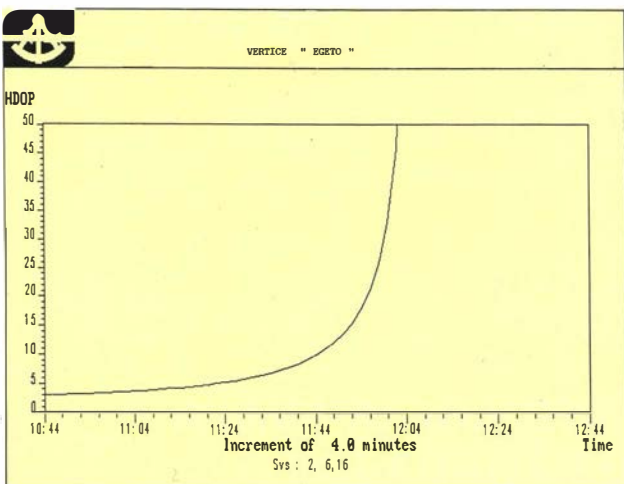
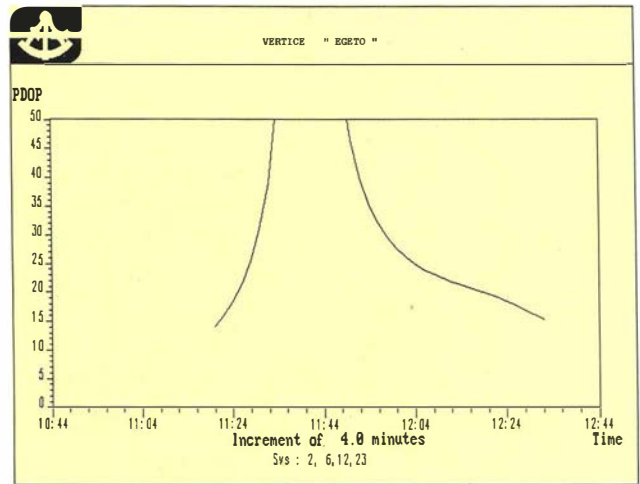
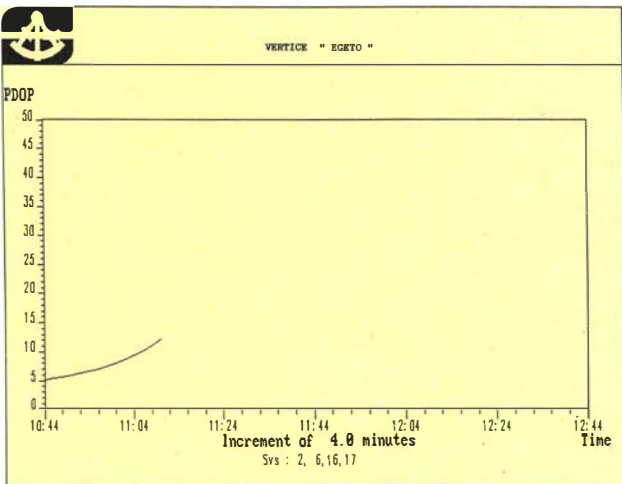
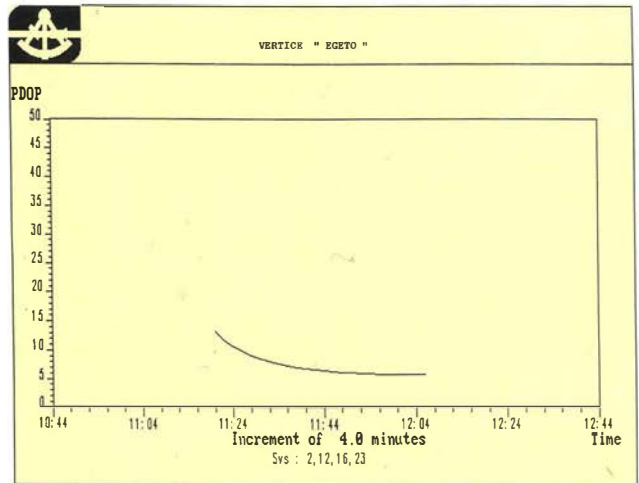
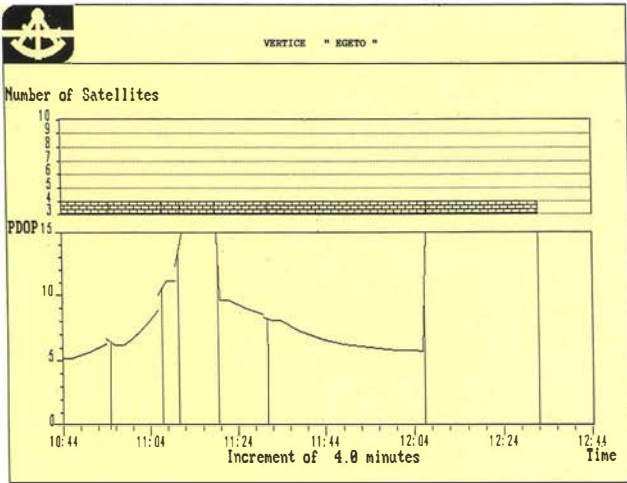
ampliación, reducción

fotocomposición, pruebas de color

*Estudio de Cartografía*



*s. l.*





**LA MAS AVANZADA TECNOLOGIA AVALA  
LA CALIDAD DE SUS TRABAJOS**

**Avenida de América, 49 – 28002 MADRID  
Tel. (91) 415 03 50**





**Aerofotogrametría  
a su servicio**

# LA CARTOGRAFIA EN LA ERA DE LOS DESCUBRIMIENTOS

Luisa Martín Meras

Jefe de Investigación de Cartografía

Museo Naval de Madrid

La fecha de 1492 marca un hito en la era de los descubrimientos atlánticos, pero no es más que la conclusión de un proceso que se inició en el segundo tercio del siglo XV con las exploraciones de castellanos y portugueses en las costas de Africa. Estas exploraciones supusieron un replanteamiento y revisión de las técnicas de navegación y pilotaje hasta entonces empleadas.

Se pasó así de navegar por el mediterráneo, el Mare Nostrum de los romanos, y por el norte de Europa, sin perder de vista las costas y sus accidentes, a engolfarse en el Atlántico, sin referencias geográficas precisas ni antecedentes de otras navegaciones.

Para estas nuevas circunstancias hubo que desarrollar otros elementos de navegación además de la brújula, como el astrolabio náutico de ballestina que son instrumentos para determinar la altura del sol y establecer la posición de la nave.

Los barcos a su vez fueron reformados para adaptarlos a las necesidades atlánticas, sustituyendo los remos por el timón, reformando las velas y elevando el bordo de los barcos; en suma, sustituyendo la galera clásica del mediterráneo por la carabela atlántica, la nao y el galeón.

La Casa de la Contratación de las Indias de Sevilla fue otra consecuencia de los descubrimientos atlánticos y fue creada por Real Cédula del 14 de febrero de 1503 como un lugar donde centralizar el comercio y organizar las flotas para las Indias, recién descubiertas.

En función de estas necesidades, se nombraba un factor, un tesorero y un escribano para atender los aspectos puramente mercantiles y de contratación.

Pronto se vio la necesidad de dotar a esta empresa comercial de un aparato científico que suministrara a los navegantes instrumentos náuticos apropiados para cru-


zar el Atlántico con seguridad, y recibiera de estos, información de primera mano sobre las tierras que iban descubriendo.

## La organización científica de la Casa de la Contratación

La organización científica de esta institución descansa en un primer momento sobre el Piloto Mayor que debía examinar a los pilotos que iban a las Indias y sellar y dar el visto bueno a las cartas que, de acuerdo con el Padrón Real había hecho el cosmógrafo de hacer cartas de marear. El cargo de Piloto Mayor, el primero que se crea, se legisla por Real Cédula de 1508 y recae sobre Américo Vesputio, descubridor y cosmógrafo, suce-



CARTA DE ABRAHAM CRESQUES, TAMBIEN LLAMADA "ATLAS CATALAN". ORIGINAL EN BIBLIOTECA NACIONAL DE PARIS



diéndole Juan Díaz de Solís en 1512 y Sebastian Caboto en 1518. Todos ellos eran descubridores y sabían más de la práctica de la navegación que de otra cosa.

El cargo de Piloto Mayor de la Casa de la Contratación de Sevilla fue el sistema central de los estudios geográficos de la institución pero, con el paso del tiempo, parte de las tareas que abordaba el Piloto Mayor se repartieron en dos cargos de nueva creación que fueron: el de cosmógrafo de hacer cartas de marear y fabricar instrumentos de navegar, creado en 1523 y el de catedrático de Cosmografía, instituido por Real Cédula de 1552, que estaba encargado de enseñar la parte teórica de la navegación a los pilotos que iban a las Indias.

El cosmógrafo de hacer cartas de marear y fabricar instrumentos estaba directamente encargado de hacer las cartas y después de selladas por el Piloto Mayor, de entregarlas a las flotas que iban a las Indias, pero de la documentación consultada se desprende que él no hacía materialmente ni las cartas ni los instrumentos necesarios para la navegación, sino que supervisaba este trabajo artesanal en su taller donde tenía distintos oficiales para hacerlos.

El primer cosmógrafo de hacer cartas de navegación y de fabricar instrumentos, nombrado por R.C. de 1 de julio de 1523, es el portugués, naturalizado español, Diego Ribero, y le sucedió en 1528 Alonso de Chaves.

### **El padrón real de la Casa de la Contratación**

En 1508 se mandó por Real Cédula a Américo Vespucio que: *"se haga un Padrón general a los nuestros oficiales de la Casa de la Contratación de Sevilla que hagan juntar todos nuestros pilotos, los más que hallaren en la tierra a la sazón, y en presencia de vos el dicho Américo Vespucio, nuestro piloto mayor, se ordene y haga un padrón general, el cual se llame padrón real, y por el cual todos los pilotos se hayan de regir y gobernar y esté en poder de los dichos nuestros oficiales y de vos el dicho piloto mayor y que ningún piloto use de otro ninguno, sino del que fuera sacado de él"*.

Con esta orden se pretendía unificar conocimientos y que todos los pilotos se guiaran por las mismas cartas contrastadas y puestas al día.

Es significativo que desde entonces la formación del padrón fuera siempre un trabajo en equipo de las personas más cualificadas en el tema, bajo la dirección del Piloto Mayor.

Este sería el patrón o modelo de carta de navegar al que sólo los cosmógrafos oficiales tenían acceso y quedaría en la Casa de la Contratación, junto con los modelos del resto de los instrumentos de navegar como astrolabio, ballestina, aguja de marear y regimiento de navegación.

Este documento se renovaba y corregía cada cierto tiempo con las novedades que traían los pilotos que, una



Si en su programa  
CAD sólo ve ésto.



CARTA PORTULANA DE GABRIEL VALSECA. 1470.  
FACSIMIL DEL MUSEO NAVAL DE MADRID

miento de la Geografía de Ptolomeo no se generalizaría hasta bastante después.

El ámbito geográfico de esta cartografía portulana es el Mediterráneo, siendo como ya hemos dicho, una cartografía marítima, la primera que se puede considerar como tal. La zona cubierta se fue ampliando a los países bálticos, Mar Negro, y Golfo Pérsico, gracias a las informaciones de las redes comerciales judías en estos lugares.

La isla de Mallorca fue uno de los lugares donde se producía esa cartografía, pues era, en los siglos XIV y XV, un cruce de diversas culturas: árabe, judía, catalana e italiana, y un centro del comercio mediterráneo de primer orden. El sustrato científico y matemático de esta cartografía lo habían proporcionado a finales del siglo XII las obras de Raimon LLull y Alfonso X el Sabio.

vez contrastadas en juntas de pilotos, se incorporaban al padrón oficial.

Al llegar a esta altura del tema Uds. probablemente se estarán preguntando si esta cartografía nació en el mismo momento que se descubrió América por generación espontánea o si había alguna otra cartografía anterior en la que se basaron.

En este sentido el padrón real empieza siendo una carta portulana mallorquina a la que se incorporan los descubrimientos, aunque luego se va complicando con los problemas técnicos derivados de la navegación atlántica, como la determinación de la longitud y latitud, la variación de la aguja magnética. Era lógico que a la hora de describir otro continente se apoyasen en la única cartografía científica existente; ya que los mapamundis medievales en forma de TO no tienen ninguna correspondencia con la realidad y están teñidos de elementos religiosos y míticos, mientras que el conoci-



ESPAÑA DEL ATLAS DE DIEGO HOMEN DE 1560.  
ORIGINAL EN MUSEO NAVAL DE MADRID.

**topografía general S.A.**

**LA CALIDAD EN TOPOGRAFIA**

**Somos especialistas en trabajos de campo.**

- ▶ **Apoyo fotogramétrico**
- ▶ **Levantamientos Taquimétricos**
- ▶ **Topografía de Proyecto**

▶ **Ofrecemos nuestro servicio de cálculo, ploteo y dibujo de todo tipo de datos topográficos tomados en campo: taquimétricos, perfiles....**

López de Hoyos, 168 - 1º C - 28002 Madrid - Tel.: 413 88 60 - Fax: 519-17 77

Los rasgos característicos de la escuela mallorquina de cartografía son:

- 1.- Toponimia en catalán, más abundante en el Mediterráneo y Península Ibérica.
- 2.- Leyendas con informaciones útiles al comercio.
- 3.- Ornamentación profusa con banderas de los distintos países, reyes, animales y perfiles de ciudades.
- 4.- Representación orográfica del monte Atlas en forma de palmera.
- 5.- El Mar Rojo en ese color por influencia judía.
- 6.- El río Tajo en forma de bastón rodeando la ciudad de Toledo.
- 7.- Los alpes en forma de pata de ave.
- 8.- Decoraciones religiosas en la parte izquierda del portulano entre las que predomina la Virgen y el Niño.
- 9.- Los mares interiores con rayas onduladas y las barras de la corona de Aragón cubriendo la isla de Mallorca.

Pintan sobre la piel de un cordero o ternero extendida; el cuello del animal colocado hacia la izquierda o poniente. Los rumbos están ordenados sobre el centro u ombligo del que parten todos y alrededor del cual se disponen otros secundarios.

A comienzos del siglo XVI empiezan a aparecer atlas, a semejanza del catalán antes mencionado con un número variable de hojas, también en pergamino.

En 1492 tuvieron lugar dos hechos importantes para esta cartografía: el descubrimiento de América y la expulsión de los judíos de España con lo que el interés de la Corona se polarizó hacia el Atlántico y se volvió de espaldas al Mediterráneo y los cartógrafos mallorquines, muchos de los cuales eran judíos se trasladaron a otros puertos del interior del mediterráneo para seguir haciendo esta cartografía pero alejados ya de los centros descubridores del momento que eran Lisboa y Sevilla.

Una buena muestra de esto lo encontramos en el que podríamos llamar el primer padrón real y la primera carta que conservamos que representa América: La carta de Juan de la Cosa de 1500, un portulano al que se la ha añadido la representación de la parte de América conocida entonces, las Antillas y la zona de Venezuela, Africa y el sur de Asia. Se encuentra en el Museo Naval de Madrid, mide 181 x 92 cm.; es una carta representativa en varios aspectos: 1º porque marca la transición de la cartografía mallorquina a la sevillana; 2º por ser la primera representación de América que se conserva.

A partir de la carta de Juan de la Cosa los siguientes padrones o cartas universales de la Casa de la Contratación de Sevilla se harán de la misma manera, con



## Asómese al futuro.

Asómese a CADdy.

Verá que es el software CAD/CAM/CAE para PC's más versátil del mercado.

Específico y adaptable para cada sector profesional.

Con aplicaciones en los campos de la Mecánica, Arquitectura, Electrotecnia, Electrónica, Topografía, Piping e Ilustración Técnica.

Cubriendo siempre todas las soluciones de sus proyectos con la máxima flexibilidad.

Así es CADdy. Así funciona un líder. Con el apoyo y la garantía de calidad del Grupo ABB.

Asómese al futuro.

CADdy le espera.

TECNOLOGIA AL  
SERVICIO DEL FUTURO

**ABB**  
ASEA BROWN BOVERI  
**CADdy**



**CARTA DE JUAN DE LA COSA. 1500. ORIGINAL EN MUSEO NAVAL DE MADRID**

ligeras innovaciones estilísticas y bastantes innovaciones científicas.

Así pues para concretar, el padrón real no era ni más ni menos que un mapamundi, en el que estaba señalado tanto el mundo antiguo, como -y esto era lo importante- el "Mundus novus" descubierto por españoles y portugueses. Para más comodidad y detalle geográfico estaba dividido en seis partes, llamadas también padrones o cuarterones que correspondían:

El primero a la fachada atlántica de Europa y a la de América del hemisferio norte.

El segundo a la fachada atlántica de Africa y a la parte atlántica de América en el hemisferio sur, es decir, costa de Brasil y Argentina hasta el Estrecho de Magallanes.

Tercero desde el estrecho de Magallanes toda la costa pacífica de América del Sur hasta llegar a Mexico.

El cuarto desde Mexico a Filipinas.

El quinto, el Mediterráneo y Oriente Próximo.

El sexto, la costa de Africa del océano Indico hasta llegar a la península de Malaca.

Según el lugar por donde se fuera a navegar, se adquiría una u otra parte. Creemos que cuando se habla de corregir el padrón, fundamentalmente se están refiriendo a la parte de la carta general que representaba América, que era donde se producían los avances geográficos o a la zona asiática navegada por los portugueses y objeto de una fuerte controversia a partir del viaje de Magallanes - Elcano, pues es poco probable que se corrigiera el padrón que representaba el Mediterráneo, o la parte de Africa por donde los españoles no navegaban.

### **La producción cartográfica de la Casa de la Contratación**

La labor cartográfica de la Casa de la Contratación estaba, como regla general, encomendada a los pilotos mayores, ya que ellos presidían las rectificaciones del padrón real, pero eran los cartógrafos de hacer cartas los únicos autorizados a sacar copias y venderlas. Al ser la construcción de la carta general oficial, una labor de equipo es lógico que no fuera firmada; el hecho de sacar copias de los distintos padrones tampoco justificaba el que se firmaran.

Por esta razón han llegado hasta nosotros tan pocas cartas firmadas; creemos que sólo lo fueron las que eran un encargo especial para uso distinto de la navegación y cuando el piloto había puesto en ella leyendas cosmográficas, detalles ornamentales o cualquier otra innovación que la hacían personal y distinta del resto.

De las firmadas que ha llegado a nosotros, la mayoría lo son de cosmógrafos de hacer cartas de navegar y las atribuciones de las que son anónimas siempre giran en torno a los hombres que eran cosmógrafos de la época.

Estas cartas generaban una industria muy importante en torno al taller del cosmógrafo, y desataron a lo largo del siglo XVI varias disputas entre los distintos cargos científicos de la Casa de la Contratación, y entre otros pilotos afincados en Sevilla que querían participar en los beneficios de tan floreciente negocio.

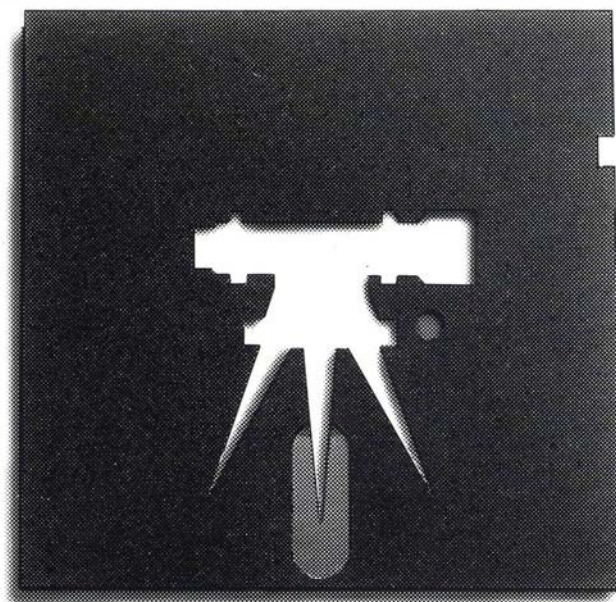
La mayoría de ellas se encuentran en bibliotecas extranjeras y muy pocas veces se han examinado y reproducido en su totalidad. La creencia general es que la mayoría de las cartas universales que ha pervivido hasta nuestros días estaban destinadas a regalos de grandes mandatarios y a resaltar los descubrimientos españoles en las nuevas tierras, es decir, que eran más o menos documentos políticos. Cuando son anónimas y sin fechar es necesario pasar revista a los avances geográficos que reseñan para intentar encuadrarlas cronológicamente.

Los puntos más sobresalientes que sirven para datar las cartas de la Casa de la Contratación son: la línea de demarcación a 370 leguas de las Azores, el problema del Maluco, provocado por el viaje de Magallanes-Elcano de 1522, no toma estado oficial hasta las Juntas de Badajoz en 1524. La costa patagónica a partir del río de la Plata, anteriormente denominado río Jordán, empieza a aparecer hacia 1530 después del viaje de Caboto; la costa chilena y peruana hasta México aparece en las cartas universales de la Casa de la Contratación en la segunda mitad del siglo XVI. En América del Norte un criterio para datarlas es la delimitación y orientación correcta de la península de la Florida y el dibujo de la península de Yucatán como una isla propio de las primeras cartas españolas. La inclusión de los viajes de Esteban Gómez a la tierra de los Bacalaos en la costa norte de la Florida sirven para situar las cartas después del primer tercio del siglo XVI.

## CONCLUSIONES

De la vertiente científica de la Casa de la Contratación, sobre todo de su faceta como centro productor de cartografía de los descubrimientos españoles podemos ahora extraer algunas conclusiones muy esquemáticas.

La Casa de la Contratación fue una empresa oficial, patrocinada por la Corona que no creó escuela, al modo de la mallorquina y en su faceta cartográfica estuvo



Del campo al plano, una línea directa y segura.

Así es CADdy Topografía.

Para todo tipo de trabajo catastral, de ingeniería, civil, diseño de carreteras y sistemas de información gráfica.

Con detalladas representaciones de los terrenos, incluso de forma tridimensional.



Datos seguros y fiables.

Con CADdy enfocará sus proyectos en la dirección correcta.

Para más información, contacte con nosotros:  
Bilbao: (94) 496 78 21/496 70 14.  
Madrid: (91) 383 02 40 Ext. 407.  
Barcelona: (93) 487 60 31.  
Sevilla: (95) 421 71 99.

TOPOGRAFIA

**ABB**  
ASEA BROWN BOVERI  
**CADdy**

orientada a representar las nuevas tierras descubiertas, manteniéndose apartada de la cartografía peninsular. Esta escuela languideció y se extinguió lentamente a lo largo del siglo XVII con la proliferación de las cartas grabadas procedentes de los Países Bajos.

La organización científica de la Casa de la Contratación fue posterior a su organización comercial se fue elaborando y complicando a lo largo de tiempo en virtud de las exigencias y retos científicos que fueron planteando las navegaciones atlánticas.

El órgano político del que dependía la Casa de la Contratación era el Consejo de Indias que residía en la Corte y era un elemento de consulta y asesoramiento del monarca.

El objeto de la cartografía de la Casa de la Contratación fue fundamentalmente americano y sus pilotos y cosmógrafos proporcionaron información de primera mano sobre América, de la que se sirvió el resto de Europa. Son cartas universales donde está reseñado todo el mundo conocido, siguiendo el modelo artístico, que no científico, de las cartas portulanas; el contorno de América y Filipinas se dibuja con rigurosa exactitud y abundante toponimia; en estas cartas se interrumpe el trazado de la costa en el mismo lugar donde no han llegado las naves descubridoras y donde no tienen noti-

cias de primera mano. Las cartas europeas que suelen ser productos de gabinete, siguen un trazado caprichoso e imaginativo del continente americano.

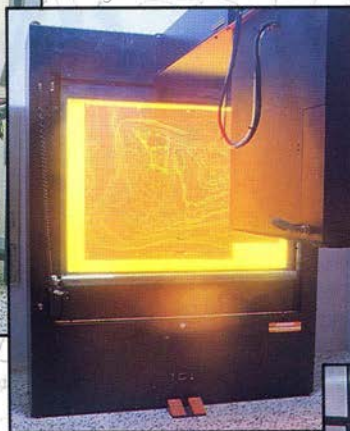
Casi todas las cartas posteriores al regreso de Magallanes, tienen dibujada la línea de demarcación del Tratado de Tordesillas, incluyendo en el dominio de España, Las Molucas en contra de lo que opinaban los portugueses; el contorno y localización de Brasil está más ajustado en las cartas españolas que en las portuguesas, que al hacer que la línea de demarcación se internara en el territorio pretendían alcanzar más cantidad de terreno en América, apoyando geográficamente sus reivindicaciones territoriales.

Otra característica de esta cartografía es que no aparece la "terra incógnita" de Ptolomeo debajo del estrecho de Magallanes, los sistemas de rumbos están organizados, colocando el centro de ellos en el ecuador, el ecuador aparece siempre con una escala de longitudes graduada y dibujan siempre los círculos mayores y leyendas geográficas para explicar los descubrimientos más importantes.

Representan las Molucas, no sólo en el E. sino también en el O. de la carta para recalcar su pertenencia a España.



- \* DIGITALIZACION
- \* ESGRAFIADOS



#### LABORATORIO TECNICO CARTOGRAFICO:

- \* AMPLIACIONES FOTOGRAFICAS / FOTOMOSAICOS
- \* REDUCCIONES / AMPLIACIONES DE PLANOS
- \* MICROFILMACIONES CARTOGRAFICAS
- \* DISEÑO Y REALIZACION DE EXPOSICIONES
- \* FOTOACABADO / LAMINADOS
- \* REPROGRAFIA INDUSTRIAL



#### DISTRIBUCION COMERCIAL Y REPRODUCCION DE LA CARTOGRAFIA DE LA JUNTA DE ANDALUCIA

C/. Dr: Pedro de Castro, nº 2 - portal 1 (Huerta de la Salud) - 41004 SEVILLA - Tlfs.: 442 59 64 - 442 58 02 - Fax: 442 34 51

## L.T.C.

LABORATORIO TECNICO Y DISTRIBUCIONES CARTOGRAFICAS

- \* VUELOS FOTOGRAFICOS
- \* TOPOGRAFIA
- \* CARTOGRAFIA
- \* FOTOGRAFIA AEREA / TERRESTRE
- \* DIBUJOS CARTOGRAFICOS



En lo referente al padrón real creemos que ha quedado claro que era una carta universal donde se representaba todo el mundo conocido y dividido en seis partes; la parte que más se corregía era la que representaba a América y la costa del sur de Asia. La información geográfica del continente europeo procedía de las cartas portulanas, la de Africa procedía de las navegaciones portuguesas, la de América de los viajes españoles y portugueses fundamentalmente y la de Asia de las noticias de Ptolomeo que se fueron contrastando con las que aportaban los portugueses en Malaca y los españoles en Filipinas y Molucas. La puesta a punto del padrón real fue siempre un trabajo colectivo que el Consejo de Indias encargaba a los técnicos de la Casa de la Contratación y estaba dirigido por el piloto mayor; era un trabajo siempre muy laborioso y lleno de complicaciones e intereses corporativos.

Las cartas universales que se sacaban de él y que han llegado hasta nosotros están firmadas o atribuidas con bastante fundamento a los cosmógrafos de hacer cartas, que siempre firmaban con su título oficial.

El tan comentado secreto oficial de esta cartografía no fue ni mucho menos estricto a pesar de que hubo varias ordenanzas que lo reglamentaron. La Real Ordenanza del 15 de junio de 1515, dada en Monzón, estipulaba que no se consintiera dar a persona alguna aviso ni carta de marear tocante a las Indias si no fuera por mandato de los oficiales de dicha Casa de Contratación; y por real Cédula del 17 de febrero de 1540, se ordenaba que sólo pudiesen vender cartas los pilotos y cosmógrafos que estuviesen examinados, residiesen en Sevilla y que tuviran licencia para ello; además las cartas debían estar aprobadas por la Casa de la Contratación y sólo podían venderse a las flotas que iban a las Indias.

Estas leyes no pudieron impedir que Portugal, por sus reivindicaciones territoriales, opuestas a las españolas, y por estar durante el siglo XVII unido a la Corona de España, tuviera acceso ampliamente a esta cartografía. Otro tanto ocurrió con italianos y flamencos que a través de sus empresas comerciales en Sevilla, obtu-

vieron gran cantidad de información geográfica, que pasó a los centros científicos de Europa y que han servido de base a numerosas cartas impresas inspiradas en las españolas.

Tampoco las leyes fueron muy restrictivas con los extranjeros, al servicio de España, pues aparte de los Reinel, que trabajaron en Sevilla, y luego volvieron a Portugal, el caso más sobresaliente fue el de Sebastian Caboto que después de 40 años al servicio de España se trasladó a Inglaterra a ofrecerse al rey inglés, parece que con la conformidad de Carlos I, otro tanto pasó con Domingo de Villarreal al que se le permitieron frecuentes ausencias de su puesto en Sevilla y que al final se marchó a Francia a vender sus servicios y conocimientos adquiridos en Sevilla.

En tiempos de Carlos V, el propio emperador regalaba cartas universales a reyes y personas influyentes para apoyar su política frente a Portugal, y el Piloto Mayor Caboto hacía frecuentes viajes a otras cortes europeas, intrigado para encontrar un nuevo patrocinador para sus empresas, sin que en España se tomara ninguna medida como no fuese guardarle el puesto y pagarle su salario cuando volvía. Caboto consiguió también permiso para grabar en Amberes una carta Universal, hecha por él, como lo prueba el escudo de emperador que flanquea el ejemplar que se guarda en la Biblioteca Nacional de París.

A partir de la segunda mitad del siglo, asistimos a un mayor control sobre la información geográfica de la Casa de la Contratación y a la casi total ausencia de extranjeros desempeñando cargos en ella, coincidiendo con el reinado de Felipe II y con las incursiones de los ingleses en el Pacífico que eran una verdadera amenaza para las flotas.

Esta política no impidió que paulatinamente el dominio de la cartografía marítima pasara a los talleres de grabado de Flandes, y que Amberes, que todavía era una provincia española, tomara el relevo en el suministro de cartas náuticas a las flotas.

**DECAR**

## DELINEACION CARTOGRAFICA, S.A.

Carlos Martín Álvarez, 21 – Bajo – Local 5 – Teléfono y Fax: 478 52 60 – 28018 MADRID

- Delineación general y esgrafiado de planos.
- Digitalización de planos.
- Fotogrametría
- Topografía
- Fotocomposición
- Fotomecánica

**EMPRESA ESPECIALIZADA EN PLANOS TOPOGRAFICOS POR FOTOGAMETRIA AEREA Y TERRESTRE, CARTOGRAFIA, CATASTRO, PERFILES Y PROYECTOS**



**FOTOGRAFIA AEREA**

**FOTOGRAFIA MULTIESPECTRAL**

**PROSPECCIONES GEOFISICAS**



**AZIMUT.SA**

**FOTOGRAFIA AEREA-GEOFISICA**



**AZIMUT AL SERVICIO DE LA  
TECNICA Y EL MEDIO AMBIENTE**

**Marqués de Urquijo, 11**

**Telef.: 541 05 00**

**Fax: 542 51 12**

**MADRID 28008**

# SISTEMA DE PROYECCION U.T.M. PROGRAMA PARA EL CALCULO AUTOMATICO DE TRANSFORMACIONES

*Juan Mena Berrios*

*Capitan de Artillería*

*Geodesta Militar*

*Prof. de la Escuela de Geodesia  
y Topografía del Ejercito*

## 1. INTRODUCCION: NOCIONES BASICAS DEL SISTEMA.-

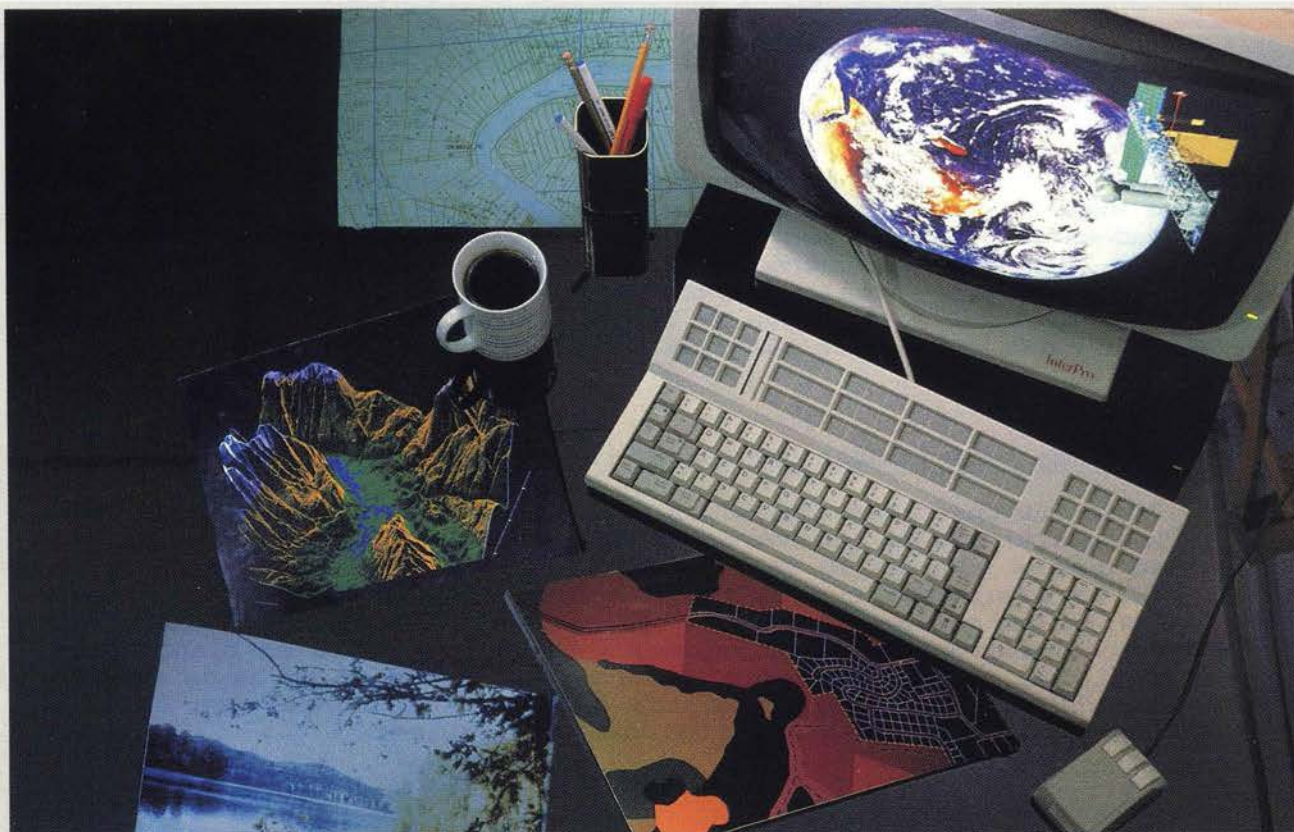
Como es sobradamente conocido, la proyección U.T.M. es un sistema de representación conforme cilíndrico transverso de la superficie terrestre. Conforme por conservar las magnitudes angulares al pasar las direcciones secantes de la superficie del elipsoide a la carta plana; y cilíndrico transverso por utilizarse, como figura geométrica en proyección, un cilindro de generatrices perpendiculares a un determinado plano meridiano del globo; plano meridiano, cuya intersección con la superficie elipsoidal (meridiano origen) es tangente al mencionado cilindro.

Dado que las deformaciones aumentan conforme nos separamos de la línea de tangencia, se opta por dar validez al sistema dentro del intervalo de tres grados sexagesimales de longitud a ambos lados del meridiano origen, con lo cual, para conseguir la representación completa de la Tierra, hemos de dividir ésta en husos de seis grados de amplitud, disponiéndose pues de 60 proyecciones referidas, cada una de ellas, a su respectivo meridiano central.

Como los límites del huso son meridianos, y por tanto convergen hacia los polos, las regiones polares se representan de forma separada a partir de los paralelos de 80 grados norte y sur respectivamente.

En esta situación, se tiene una proyección universal en 60 sistemas de referencia diferentes identificados por los correspondientes primeros números naturales, siendo el huso 1 aquél cuyo meridiano central tiene una longitud de 177° W, y el 60, el caracterizado por los 177° E. En el sentido de los paralelos, se divide cada huso en zonas de 8° de latitud, existiendo por lo tanto 20 zonas por huso. Las zonas son por consiguiente intersección de huso con zona elipsoidal, también llamadas filas, de 8° de ángulo. Las filas se nombran con letras mayúsculas, desde la C a la X (salvo CH, I, LL, Ñ y O), a partir del paralelo límite sur, reservándose los caracteres A, B, Y, Z, para las regiones polares. De esta manera una zona identifica biunívocamente una determinada región de la superficie del elipsoide.

Dentro de cada huso, se toma como origen de coordenadas el punto intersección de las proyecciones del meridiano central y el Ecuador, rectas que son los respectivos ejes de ordenadas y abscisas. Según se trate de situar puntos en el hemisferio norte o sur, el origen toma valores diferentes con objeto de no dar lugar a coordenadas negativas; así para latitudes norte se considera el par (500.000, 0), y para puntos por debajo del Ecuador se conviene en el término (500.000, 10.000.000).



## Sistemas de Gestión Sobre Bases de Datos Gráficas

Topografía, Fotogrametría, Cartografía, Procesos de Imagen. Cuando se va a crear un sistema de gestión de información técnica en un SIG, Intergraph es tan versátil como Vd. desee.

**Todo lo que Vd. necesita en un sistema modular abierto:** Iniciar un análisis completo de SIG; integrar datos de accesos de distinta naturaleza a distintas bases de datos relacionales: análisis raster; integración de redes lineales de imágenes; incluso, producción de salidas de alta calidad.

Con sistemas de gestión de información como el nuestro, su compañía puede enlazar proyectos entre departamentos, compartiendo recursos y conservando integradas las distintas fases de un proyecto.

**¿Arquitectura de sistemas abiertos?** Absolutamente. Con más de 20 años de experiencia integrando tecnologías, Intergraph le ofrece la mayor gama de opciones existentes en el mercado.

**Flexibilidad de adaptación a cualquier aplicación gráfica:** Ningún otro sistema le permite integrar tal grado de paquetes de aplicaciones (COTS).



372 80 17, Dpto. Comercial.

**Líder internacional.** Intergraph es el líder como proveedor de sistemas gráficos interactivos a los gobiernos de todo el mundo. Somos una compañía integrante del FORTUNE 500 y somos los principales proveedores de sistemas SIG en el mundo entero. Si Vd. desea mayor información, contacte con nosotros en el teléfono (91)

# INTERGRAPH

Everywhere you look.

Authorized ADP vendor on the GSA schedule.

Intergraph® es una marca registrada y Everywhere You Look es una marca registrada de Intergraph Corporation. Otras marcas y productos nombrados son marcas registradas de sus respectivos propietarios. Copyright 1990 Intergraph Corporation, Huntsville, AL.

INTERGRAPH ESPAÑA. S.A. C/ Gobelas 47-49 Fax: (91) 372 80 21. 28023 MADRID

en la cual los términos  $M$  son a su vez desarrollos en serie en función de la primera excentricidad. Con ello, para la obtención de la longitud de arco meridiano entre Ecuador y punto, basta sustituir la latitud del mismo en la expresión. Sin embargo, cuando lo necesario es la latitud aproximada, se investiga su valor, bien mediante reiteraciones sucesivas en la citada expresión, bien mediante alguno de los muchos procedimientos existentes en el cálculo numérico para la búsqueda de raíces.

### 2.9. Problemas relacionados con husos diferentes.

Todas las cuestiones definidas como adicionales en el apartado 2, se solucionan partiendo de los conceptos hasta aquí tratados; si bien hay que tener en cuenta que, en lo relativo a distancias y orientaciones, no son válidos los resultados que se obtienen directamente de las expresiones expuestas, ya que se manejan planos y aplicaciones distintas. Por esta causa, estos procedimientos exigen primeramente la definición de un plano común, plano en el cual se efectuarán los cálculos pertinentes, y que ha de elegirse en función del dato que se esté buscando, debiendo en ocasiones, ser cambiado para determinar varios resultados de un mismo problema.

### **3. PROGRAMA PARA EL CALCULO AUTOMATICO DE TRANSFORMACIONES.-**

A continuación se incluyen los listados del módulo principal y del fichero de declaración de funciones de un programa, escrito en C y compuesto por cuatro archivos más una librería de usuario, destinado a posibilitar el cálculo de la mayor parte de transformaciones propias de la U.T.M., sin hacer uso de tablas.

La finalidad de mostrar este fragmento del código global, no es otro que indicar al interesado un posible camino para conseguir los resultados que se desean, a la vez que se da publicidad a un sistema de proyección, militar en su concepción, pero que ha alcanzado unas altas cotas de universalidad, aplicándose poco a poco en todos los campos de la Cartografía.

En estas circunstancias, se advierte que el código presentado no funcionará por sí solo, pues como se ha dicho, necesita de otros módulos que se reserva el autor junto al archivo ejecutable.

El programa ejecutable, UTM.EXE, compilado bajo MS-DOS en TURBO C++, es una entidad interactiva que utiliza el procedimiento de menú desplegable a selección por cursor, y preparado para ser empleado con tarjeta VGA, aunque fácilmente puede adaptarse a otras modalidades. Entre sus posibles opciones figura primeramente la selección por parte del usuario del elipsoide en que se desea trabajar. Entre ellos se incluyen HAYFORD, WGS-84, STRUVE, ED-50, y una quinta opción para poder introducir manualmente los parámetros de semieje mayor y achatamiento, con lo cual admitir cualquier otro.

El menú principal distingue entre cálculos internos dentro de un huso, y cálculos de transformaciones entre husos diferentes, pudiéndose seleccionar cualquier zona del elipsoide terrestre. En el primer apartado podemos encontrar las siguientes opciones, siempre a través de sucesivos menús:

- Cambio de coordenadas:

- Paso de geodésicas a rectangulares.
- Paso de rectangulares a geodésicas.

# La Última Elección: El Plotter Color CalComp 68000.

Plotters que combinen alta calidad de color con alta productividad es muy raro. Pero sin esta combinación es difícil alcanzar la calidad necesaria para aplicaciones como Mapping, CAD en 3D, Ingeniería Electrónica o Artes Gráficas.

Por eso CalComp ha desarrollado el plotter electrostático Serie 68000 de gran formato, hoy líder en cuanto a prestaciones y precio.



## Alta Calidad y Velocidad con sólo Pulsar un Botón.

Con 400 dpi de resolución, millones de colores, alta precisión y ajuste automático de papel, el 68000 proporciona el más alto nivel de precisión, detalle y solidez de color en cualquier ambiente y bajo cualquier condición. Gracias a su diseño exclusivo, el 68000 de CalComp puede dibujar un plano y simultáneamente recibir y procesar un segundo, consiguiendo un incremento de productividad del 40% para tamaño DIN-A0 o mayor. Y aún con todas estas ventajas, el 68000 destaca por su sencillez de manejo. El plotter apenas requiere la atención del usuario, ni siquiera para recoger los planos. El 68000 lo hace automáticamente. Otro producto de calidad para usuarios profesionales, CalComp 68000, la última elección.

 **CalComp**

CalComp España, S.A. C/ Basauri, s/n  
28023 MADRID Teléf. 372.99.43 Fax. 372.97.20  
C/ Valencia, 7A, bajos 08015 BARCELONA  
Teléf. 226.44.44 Fax. 226.04.47

Deseo recibir más información de la Serie  
CalComp 68000.

Nombre

Dirección

Ciudad

C.P.

Provincia

Teléfono

- Transformación de arco de paralelo y meridiano:
  - Proyección de arco de paralelo a intervalo de longitud constante.
  - Proyección de arco de meridiano a intervalo de latitud constante.
- Curvas en el elipsoide representadas por líneas rectas en proyección:
  - Curva de transformada paralela a  $XX'$  a intervalo de abscisa cte.
  - Curva de transformada paralela a  $YY'$  a intervalo de ordenada cte.
- Cálculos de distancias y orientaciones en una dirección.

Seleccionando el cálculo con distintos husos, se puede acceder a los casos que siguen:

- Cambio de coordenadas de un punto a un huso diferente.
- Cálculo de distancias:
  - Puntos extremos en husos contiguos.
  - Puntos extremos en husos alternos.
- Cálculo de orientaciones:
  - Transformación de orientaciones al huso contiguo.
  - Orientación de dirección con puntos extremos en husos contiguos.

El programa proporciona, en cualquier apartado donde se acceda a las coordenadas geodésicas o rectangulares de un punto, la convergencia de meridianos y el módulo de deformación lineal en él; así como el huso, zona y cuadrícula de los cien kilómetros a que pertenece. Por otra parte, cuando se estudian distancias u orientaciones se accede además a una completa serie de datos entre los que figuran las mencionadas magnitudes en proyección y elipsoide, latitudes aproximadas, módulos de deformación lineal, factores de reducción angular a la cuerda y deformaciones en distancia.

Comentemos brevemente, la composición de los distintos módulos.

### 3.1. Fichero de declaración de funciones "UTM P.C".

Consiste en un archivo previo donde figuran los aspectos iniciales al desarrollo del programa en sí, como son: las instrucciones del preprocesador para los ficheros de encabezamiento y la definición de constantes; declaración de funciones, incluyendo la definición de las relativas a los menús de opciones; y la declaración de las variables de carácter global.

Entre los ficheros de encabezamiento se encuentra el denominado "texto.usr", que contiene las referencias a todas las funciones genéricas que se consideran reservadas, por lo que no se lista en este artículo. A continuación se declaran las rutinas utilizadas por el módulo principal, cuyas principales tareas son:

1. **Función `se_elip()`:** Permite la selección de un elipsoide determinado, dando opción a la definición del mismo por parte del usuario.
2. **Función `geodirect()`:** Se encarga de todas las operaciones relativas a la conversión de coordenadas geodésicas en rectangulares U.T.M.
3. **Función `rectgeod()`:** Realiza el proceso inverso a la función anterior.



TASA

TASA

TASA

TASA

TASA



# FOTOGRAFIA DE ALTOS VUELOS



Avda. de America, 47 - 28002 MADRID  
Tel. (91) 413 57 41 - Fax (91) 519 25 40

4. **Función parpro():** Proporciona la proyección de un arco de paralelo, a intervalos constantes de longitud.
5. **Función par\_x():** Salida de línea en el elipsoide cuya proyección es una recta paralela al eje X, a incremento constante de abscisa.
6. **Función merpro():** Proyección de arco de meridiano a intervalos constantes de latitud.
7. **Función par\_y():** Línea en el elipsoide cuya transformada es una recta paralela al eje Y, a incremento constante de ordenada.
8. **Función disor():** Muestra todos los parámetros relativos a la distancia y orientación de una dirección cuyos puntos extremos pertenecen a un mismo huso.
9. **Función coorhus():** Transforma las coordenadas U.T.M. de un punto de un huso a otro.
10. **Función discon():** Calcula los parámetros de distancia entre puntos situados en husos contiguos.
11. **Función disalt():** Calcula los parámetros de distancia entre puntos situados en husos alternos.
12. **Función transor():** Transformación de orientaciones de un huso al contiguo.
13. **Función ordir():** Cálculo de orientaciones de direcciones cuyos puntos extremos se encuentran en husos contiguos.
14. **Función gere():** Cálculo del paso de coordenadas geodésicas a proyección.
15. **Función rege():** Cálculo del paso de coordenadas U.T.M. a geodésicas.
16. **Función beta():** Cálculo del arco de elipse meridiana.
17. **Función normal():** Cálculo del radio de curvatura del primer vertical.
18. **Función factornu():** Cálculo del parámetro "eta".
19. **Función laprox():** Cálculo del valor aproximado de la latitud.
20. **Función kinv():** Cálculo del coeficiente de anamorfosis lineal.
21. **Función huso():** Selección de huso.
22. **Función egr():** Entrada de dato en grados, minutos y segundos.
23. **Función exy():** Entrada de dato de coordenadas U.T.M.
24. **Función srad():** Paso de graduación sexagesimal a radianes.
25. **Función gms():** Paso de radianes a grados sexagesimales.
26. **Función intercambia():** Cambio de valores entre dos variables.
27. **Función titulo():** Muestra mensajes al usuario.
28. **Función pantalla():** Prepara la pantalla para paso siguiente.
29. **Función pausa():** Detiene momentáneamente el programa.
30. **Función borra\_huso():** Elimina la presentación para selección de huso.
31. **Función zona():** Calcula la zona del globo en que está el punto tratado.
32. **Función cuad\_100():** Proporciona la cuadrícula de los cien kilómetros.



# SIGRAF S.A.

- DESARROLLO E INSTALACION DE SISTEMAS INFORMATICOS GRAFICOS ESPECIALIZADOS EN LA OBTENCION DE CARTOGRAFIA DIGITAL.

- DISTRIBUCION EN PRIMERAS MARCAS EN MICROORDENADORES, PLOTTERS, DIGITALIZADORES DE MESA Y PERIFERICOS GRAFICOS EN GENERAL.

## SISTEMAS DGRAF

- Cartografía digital mediante restituidores analógicos o mesas digitalizadoras.
- Edición Interactiva. **CAD.**
- Cumplen normas del C.G.C.C.T. del Ministerio de Economía y Hacienda para la digitalización de cartografía catastral.



SIGRAF S.A.

C/ARTISTAS, 39 - 28020 MADRID

TEL.: 535 00 28

El cálculo de la distancia en proyección es inmediato conociendo las coordenadas de los puntos extremos; a partir de ella, y con el coeficiente  $K$ , se deduce la distancia en el elipsoide y la deformación absoluta de la misma, obtenida como diferencia de ambas.

### 2.6. Reducción angular a la cuerda.

La reducción angular a la cuerda de una dirección, es la diferencia que existe entre las orientaciones de la transformada de la misma con su cuerda, por lo que se trata de un factor a introducir cuando se investigan ángulos de orientación o azimut. Según el sentido en que se tome la orientación, la reducción angular corresponderá a uno u otro extremo, determinándose por las funciones:

$$dT_A = \frac{(y_B - y_A) (2x_A + x_B)}{6 N^2 K_0^2} (1 + \eta^2)$$

$$dT_B = \frac{(y_A - y_B) (2x_B + x_A)}{6 N^2 K_0^2} (1 + \eta^2)$$

que como puede observarse son de signos contrarios.

### 2.7. Cálculo de orientaciones.

Los ángulos de orientación y azimut de una dirección en un punto, se obtienen mediante la suma algebraica de la orientación planimétrica, con la reducción angular en el punto y la convergencia de meridianos en su caso:

$$\alpha = T + \gamma = t + dT + \gamma$$

procediéndose entonces como en cualquier sistema de proyección.

### 2.8. Cálculo del arco de meridiano y latitud aproximada.

Tanto el valor del arco de elipse meridiana en el problema directo, como el de la latitud aproximada en el inverso, son fundamentales para el correcto planteamiento y resolución de las diferentes transformaciones que caracterizan la representación U.T.M.

La relación que liga ambos parámetros es:

$$B = a (1 - e^2) \left( M_1 \varphi - \frac{M_2}{2} \operatorname{sen} 2\varphi + \frac{M_3}{4} \operatorname{sen} 4\varphi - \frac{M_4}{6} \operatorname{sen} 6\varphi + \frac{M_5}{8} \operatorname{sen} 8\varphi - \dots \right)$$

# Nuevos trazadores Océ Graphics Serie G3200: el color al alcance de su mano.



Bienvenido a la revolución del color. Los nuevos trazadores Serie G3200 - Color Station de Océ Graphics ponen el color al alcance de su mano. Con una resolución de 400 puntos por pulgada, son capaces de producir planos tamaño A1 con hasta 16,7 millones de colores. Para que Vd. dé forma y color a sus mejores ideas.

•**Precio revolucionario:** los primeros electrostáticos en color del mercado dirigidos al mundo PC. Al alcance de un usuario medio, con la mejor relación precio-calidad.

•**Compactos y silenciosos:** se integran fácilmente en cualquier entorno de oficina, sin problemas de espacio o ruido.

•**Compatibles:** con reconocimiento automático del formato de datos, la Serie G3200 es totalmente compatible con los programas de CAD y tratamiento de imágenes más extendidos.

•**Comodidad:** corte y almacenamiento automático, teclado de fácil manejo, pantalla LCD con mensajes en español, carga frontal del papel...

•**Un año de Garantía:** porque la calidad de un trazador se demuestra trabajando. Además, un Servicio Técnico especializado cubriendo toda España.

Contacte hoy mismo con Océ Graphics y conozca la revolución del color. Descubrirá que su próximo trazador en color tiene que ser un Color Station de Océ Graphics.



DIBUJAR E IMPRIMIR CON UN TOQUE DE GENIO

**Océ Graphics**

C/ Príncipe de Vergara, 43 - 28001 Madrid  
Tel.: (91) 431 42 45 - Fax: (91) 576 07 97  
Barcelona: Tel.: (93) 473 45 86  
Bilbao: Tel.: (94) 475 82 72

$$\gamma = \frac{x}{N_a K_0} \tan \varphi_a - \frac{x^3}{3N_a^3 K_0^3} \tan \varphi_a (1 + \tan^2 \varphi_a - \eta_a^2 - 2 \eta_a^4) + \dots$$

$$\dots + \frac{x^5}{15N_a^5 K_0^5} \tan \varphi_a (2 + 5 \tan^2 \varphi_a + 3 \tan^4 \varphi_a)$$

en las cuales se ha introducido el factor de reducción de escala.

#### 2.4. Módulo de deformación lineal.

De igual forma que para la convergencia, podemos obtener el coeficiente de deformación lineal a partir de las coordenadas elipsoidales o rectangulares, empleando cualquiera de las expresiones:

$$K = K_0 \left[ 1 + \frac{(\Delta \lambda)^2}{2} \cos^2 \varphi (1 + \eta^2) \right]$$

$$K = K_0 \left[ 1 + \frac{x^2}{2N_a^2} (1 + \eta_a^2) \right]$$

#### 2.5. Cálculo y transformación de distancias.

El cálculo de distancias entre puntos situados dentro de un mismo huso es sumamente sencillo. Para ello se necesita conocer el coeficiente de deformación lineal de la dirección en cuestión, y aplicarlo sobre la distancia conocida para deducir el valor de la misma en elipsoide o proyección, las cuales vienen relacionadas según:

$$d_p = K d_e$$

Aunque existen varias expresiones para el cálculo de  $K$  según el valor de la distancia que se esté tratando, y dado que se prescinde de tablas, se empleará en todos los casos la fórmula más precisa, la cual es una relación ponderada de los coeficientes de deformación calculados en los puntos extremos y medio de la línea. A saber:

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{6} \left( \frac{1}{K_1} + \frac{4}{K_m} + \frac{1}{K_2} \right)$$



**ESTUDIO TOPOGRAFICO, S.A.**

FERNANDO EL CATOLICO, 61. 28015 MADRID  
TELF. 549 59 54 16 líneas. TELEX 43993. FIE FAX 543 44 44

### 3.2. Fichero principal "UTM M.C".

El módulo principal únicamente consiste en la organización general de las diferentes vías que puede seguir el puntero del programa; realizándose las correspondientes llamadas a funciones, según la opción seleccionada por el usuario, y retornando al menú anterior a la última llamada.

Las funciones que se observan en el listado y cuyo propósito no está especificado en la anterior relación, son de carácter reservado por el autor, y como tales, residen en el archivo "texto.usr".

### 3.3. Ficheros de funciones "UTM F1.C" y "UTM F2.C".

Comprenden el desarrollo completo de las funciones ya descritas, de forma que, apoyándose en la teoría matemática expuesta, incluyen todos los elementos relativos a excepciones, particularidades y depuración que se han estimado convenientes para el correcto funcionamiento en todos los casos.

### 3.4. Otros ficheros.

El programa se complementa con otros ficheros destinados a la instalación y protección del mismo, configurando un conjunto global ágil y fácilmente adaptable a necesidades específicas.

## **4. NOTAS FINALES.-**

Se han intentado exponer unas ideas prácticas sobre el sistema de proyección cartográfica U.T.M. y una posible resolución de algunas de sus transformaciones matemáticas; todo ello orientado a posibilitar el correcto desarrollo de los casos más usuales. Sin embargo, podríamos pensar en otro tipo de aplicaciones, tales como la representación de un punto o dirección en distintos elipsoides, observando la variación que experimentan los parámetros a calcular; o la transformación de datos en masa a partir de ficheros procedentes de un determinado Sistema de Información Geográfica. El campo de posibilidades para el tratamiento de datos es realmente amplio y, aunque esta característica se extienda a cualquier tipo de proyección, es en el sistema U.T.M. donde posiblemente alcance su más alto grado de utilidad, dada la universalidad del mismo.

Otra característica importante es que la U.T.M., como tal sistema de proyección, se aplica sobre un elipsoide previamente seleccionado; elipsoide que podemos hacer coincidir con el de referencia del sistema de posicionamiento G.P.S., dando lugar a una herramienta de cálculo; con el que mejor se adapte a la superficie que se quiere levantar, obteniendo mayor fidelidad de resultados; o con el utilizado para la publicación de mapas y planos por los organismos correspondientes, con lo que se accede directamente a los datos almacenados en ellos.

Como punto final, decir que lo aquí expuesto está realizado bajo el criterio e interpretación del autor, por lo que cualquier consulta, aclaración u opinión que se desee formular deberá dirigirse al mismo.





RESTITUIDOR ANALITICO  
SERIE **PA-2000**

*YA ES POSIBLE GENERAR Y REGISTRAR PARES FOTOGRAFICOS TRIDIMENSIONALES PARA MAPAS, CON UNA AGILIDAD SIN PRECEDENTES, CON LA ADECUADA PRECISION Y SIN REQUERIR TÉCNICAS EXTRAORDINARIAS.*



**TOPCON ESPAÑA, S.A.**

Avda. Diagonal, 601  
E-08028 Barcelona  
Tel. (93) 419 30 97  
Fax (93) 419 15 32

Dr. Esquerdo, 148  
E-28007 Madrid  
Tel. (91) 552 41 60  
Fax (91) 552 41 61



60th ANNIVERSARY

La división en elementos más pequeños consiste en el reticulado de los 100 Km., identificándose cada cuadrícula por una pareja de mayúsculas, de la A a la Z para las columnas, y entre A y V para las filas; siempre teniendo en cuenta las excepciones indicadas en el caso de las zonas. El carácter correspondiente a la columna parte del antimeridiano de Greenwich incrementándose hacia el Este, de forma que se repite cada 18° de longitud. Por su parte las filas nacen en el Ecuador comenzando por F o A según se considere huso par o impar, a fin de evitar ambigüedades. Como es lógico, el número de cuadrículas disminuye con el incremento de latitud.

Repasada someramente la estructura genérica del sistema U.T.M. nos centraremos en los elementos matemáticos en que se fundamenta, y en las transformaciones que viene a agilizar el código que se incluye. La formulación que se relaciona está extraída del texto "Proyección Universal Transversa Mercator" editado por el Servicio Geográfico del Ejército.

## 2. CONSIDERACIONES MATEMATICAS.-

Como se ha dicho, nos encontramos ante un sistema de proyección conforme. El hecho de conservarse los ángulos, motivo por el cual la U.T.M. ha adquirido una rápida expansión en el terreno militar, es consecuencia de que se ha aplicado como transformación una función analítica de variable compleja:

$$\omega = u + iv = f(z) = f(x + iy)$$

cuyo jacobiano viene dado por:

$$J = \frac{\partial(u,v)}{\partial(x,y)} = \|f'(z)\|^2$$

y la Matemática nos dice que dicha aplicación será conforme en todo punto donde no se anule su primera derivada; definiendo punto crítico como todo aquél donde no se cumple la condición de conformidad. Por otra parte, dada la condición de tangencia del meridiano origen, siendo éste una curva geodésica en el elipsoide, resulta que su transformada es una línea recta automecoica, por lo que en ella se conservan las distancias.

En base a esta transformación, y a su inversa, se plantean una serie de problemas a resolver, que caracterizan a todo sistema de proyección cartográfica, y que podemos resumir en:

- Cambio de coordenadas geodésicas a rectangulares U.T.M.
- Cambio de coordenadas U.T.M. a geodésicas.
- Cálculo de la convergencia de meridianos.
- Cálculo del módulo de deformación lineal.
- Cálculo y transformación de distancias.
- Reducción de ángulos a la cuerda.
- Cálculo de orientaciones.

Como cuestiones adicionales están todas aquellas derivadas del hecho de representar cada huso en su propia proyección, entre las cuales vamos a



**Planicom con PC**

**Calidad en entorno CAD/GIS**

La versión PC del restituidor Planicom con **P-CAP** Módulo base para orientación medición DEM así como medición AT ofrece el acceso al mundo de los sistemas CAD y GIS con ordenadores MS-DOS:

- MicroStation PC** de la casa Intergraph con salidas IGDS y DXF
- pcARC/INFO** de la casa ESRI para aplicaciones GIS
- AutoCAD** de la casa Autodesk con funciones DAT/EM y salida DXF

Gracias al interface de P-CAP, el usuario también puede emplear otros sistemas CAD y GIS. Además, beneficia de las ventajas que ofrece el instrumento medidor, por ejemplo en el caso de Planicom P3, de manejo sencillo y cómodo con ayuda del cursor P y del tablero digitalizador.



**Carl Zeiss S.A.**

Departamento de Fotogrametría  
 Plaza de la Ciudad de Salta, 5 - Bajo  
 Parque de la Colina - 28043 MADRID  
 Tels. (91) 519 25 84 - 519 18 55  
 Fax. (91) 413 26 48

**Fotogrametría con Carl Zeiss:**

**Cooperación a largo plazo**

destacar:

- Cambio de coordenadas rectangulares entre husos.
- Cálculo de distancias entre puntos situados en husos contiguos.
- Cálculo de distancias entre puntos situados en husos alternos.
- Transformación de orientaciones entre husos.
- Cálculo de orientaciones entre puntos de husos contiguos.

### 2.1. Problema directo.

El problema directo de transformación de coordenadas se resuelve por la expresión:

$$\Delta z = \Delta(\Delta y + ix) = \sum_1^{\infty} (\Delta q + i\Delta\lambda)^j \cdot \frac{1}{j!} \cdot \frac{d^j \beta}{dq^j}$$

donde tomamos incrementos a partir de un punto origen del meridiano central del huso, y donde las derivadas de  $z$  están realizadas según la dirección del citado meridiano (propiedad de las funciones analíticas). Esta expresión da lugar a las ecuaciones, desarrolladas hasta el término de orden seis:

$$x = \Delta\lambda N \cos\varphi + \frac{(\Delta\lambda)^3}{6} N \cos^3\varphi (1 - \tan^2\varphi + \eta^2) + \dots$$

$$\dots + \frac{(\Delta\lambda)^5}{120} N \cos^5\varphi (5 - 18 \tan^2\varphi + \tan^4\varphi + 14 \eta^2 - 58 \tan^2\varphi \eta^2)$$

$$y = \beta + \frac{(\Delta\lambda)^2}{2} N \cos^2\varphi \tan\varphi + \frac{(\Delta\lambda)^4}{24} N \cos^4\varphi \tan\varphi (5 - \tan^2\varphi + 9 \eta^2 + 4 \eta^4) + \dots$$

$$\dots + \frac{(\Delta\lambda)^6}{720} N \cos^6\varphi \tan\varphi (61 - 58 \tan^2\varphi + \tan^4\varphi + 270 \eta^2 - 330 \tan^2\varphi \eta^2)$$

que, como se observa, vienen en función del arco de meridiano, incremento de longitud a partir del meridiano central, latitud, radio de curvatura del primer vertical y el parámetro "eta", función de la segunda excentricidad y de la latitud.

### 2.2. Problema inverso.

En cuanto a la obtención de coordenadas geodésicas en función de las rectangulares, se parte de la relación:



**ELECTRONICA VILLBAR, S.A.**

DELEGACION  
Y SAT



Barón del Castillo de Chirel, 3

Tel. **570 39 51** (5 líneas)

Fax 570 24 43

MADRID

(DESDE 1965)

Lagasca, 103

Tels. **563 97 00 - 563 49 17**

Fax 563 09 14

MADRID

**TELEFONO MOVIL**

**Panasonic**

**( SERIE F )**

**CARACTERISTICAS PRINCIPALES:**

- Red 900 (Cobertura Nacional)
- 100 Memorias alfanuméricas
- Pantalla de 30 caracteres
- Bloqueo total - parcial, etc.
- Contador de duración de llamada
- Control de volumen
- Peso 360 grs.

**ACCESORIOS INCLUIDOS:**

- 2 baterías
- Cargador doble
- Correa de mano
- Instrucciones en Español

**OPCIONAL**

- KIT para instalación en coche a manos libres.



**NO NECESITA UN COCHE PARA LLEVAR  
UN TELEFONO MOVIL.**

$$\Delta\omega = \Delta(\varphi + i\lambda) = \sum_1^{\infty} (\Delta y + ix)^j \cdot \frac{1}{j!} \frac{d^j \varphi}{d\beta^j}$$

la cual lleva implícitamente las consideraciones hechas para el problema directo, y que, una vez desarrollada proporciona las ecuaciones:

$$\varphi = \varphi_a - \frac{x^2}{2N_a^2} \tan\varphi_a (1 + \eta_a^2) + \dots$$

$$\dots + \frac{x^4}{24N_a^4} \tan\varphi_a (5 + 3 \tan^3\varphi_a + 6\eta_a^2 - 6 \tan^2\varphi_a \eta_a^2 - 3 \eta_a^4 - 9 \tan^2\varphi_a \eta_a^4) - \dots$$

$$\dots - \frac{x^6}{720N_a^6} \tan\varphi_a (61 - 90 \tan^2\varphi_a + 45 \tan^4\varphi_a + 107 \eta_a^2 - 162 \tan^2\varphi_a \eta_a^2 - 45 \tan^4\varphi_a \eta_a^2)$$

$$\Delta\lambda = \frac{x}{N_a \cos\varphi_a} - \frac{x^3}{6N_a^3 \cos\varphi_a} (1 + 2 \tan^2\varphi_a + \eta_a^2) + \dots$$

$$\dots + \frac{x^5}{120N_a^5 \cos\varphi_a} (5 + 28 \tan^2\varphi_a + 24 \tan^4\varphi_a + 6 \eta_a^2 + 8 \tan^2\varphi_a \eta_a^2)$$

donde los términos subíndicados representan magnitudes calculadas a partir de la latitud aproximada, la cual veremos cómo se obtiene en apartado posterior.

### 2.3. Convergencia de meridianos.

Este factor puede ser obtenido bien a partir de las coordenadas geodésicas, bien a partir de las rectangulares planas. Según el caso, se aplica una de las relaciones siguientes:

$$\gamma = \Delta\lambda \operatorname{sen}\varphi + \frac{(\Delta\lambda)^3}{3} \operatorname{sen}\varphi \cos^2\varphi (1 + 3 \eta^2 + 2 \eta^4) + \dots$$

$$\dots + \frac{(\Delta\lambda)^5}{15} \operatorname{sen}\varphi \cos^4\varphi (2 - \tan^2\varphi)$$

# La Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército

## Antecedentes y Actividades de la Escuela

*Joaquín Rodríguez-Monteverde  
Cantarell. Capitan de Ingenieros.*

*Diplomado en Geodesia*

*Profesor de la Escuela de Geodesia  
y Topografía del Ejército*

**E**n este artículo se esbozan los antecedentes y el historial de la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército entre su fundación en 1941 y la actualidad.

Las misiones de trabajos de tipo Geodésico, Cartográfico y Topográfico que tiene el Ejército proceden de siglos atrás; la preparación y ejecución de campañas militares ha exigido siempre un apoyo cartográfico de precisión acorde con la tecnología del momento. Hasta el siglo pasado los levantamientos topográficos se encomendaron normalmente al Cuerpo de Ingenieros militares, aunque no de forma exclusiva. A aquel se deben gran parte de nuestros fondos cartográficos históricos, que incluyen también tanto América como Filipinas.

El siglo pasado se fundó el Instituto Geográfico y Catastral, y se asignaron competencias a los distintos organismos. Se comenzó el establecimiento de una red geodésica española así como la publicación de una serie cartográfica del mapa de España. Estos aspectos se considera que son conocidos con suficiente profundidad. En esta época se fundó también un organismo militar denominado Brigada Obrera y Topográfica, y se le encomendó entre otros trabajos, el establecimiento de parte de la red geodésica española, efectuado bajo la dirección de oficiales de los Cuerpos de Artillería, Ingenieros y Estado Ma-



AULA DE FOTOINTERPRETACION

yor, a los que en aquel momento se proporcionaba la formación técnica precisa.

En el siglo actual, se ha producido un gran desarrollo en los campos científico y tecnológico, que ha provocado una especialización cada vez mayor en todas sus ramas. Esto afectó a la formación técnica militar en Geodesia y Cartografía, y obligó a crear una Escuela específica. La fundación se llevó a cabo en 1941, en unos momentos especialmente difíciles en los que se necesitaba disponer de una cartografía actualizada en la mayor medida y cantidad posible.

La Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército fue fundada por Orden Ministerial de 25 de enero de 1941 (D.O. del Ejército nº 24), en que el General Varela, en aquel momento Ministro del Ejército, resolvió que se organizase "como elemento

del Servicio Geográfico y Cartográfico", con objeto de "preparar personal técnico para nutrir los cuadros de dicho Servicio en la cuantía que las necesidades Cartográficas demanden, establecer cuerpo de doctrina topográfica militar y extender entre las Unidades Armadas los conocimientos topográficos mediante cursos de información a jefes y oficiales".

Es evidente que la fundación se realizó con un criterio más amplio que el de crear únicamente una Escuela Técnica. Como se deduce del texto de la citada orden de organización, son básicamente tres cometidos diferentes los que se le asignaron:

- Enseñanza (preparar personal técnico para nutrir los cuadros de dicho Servicio).
- Investigación (establecer cuerpo de doctrina topográfica militar).



Participación de la Escuela en las Maniobras Latino 91 con BRILAT.  
Equipo Móvil FI. en San Gregorio. Abril 1991

- Divulgación (extender entre las Unidades Armadas los conocimientos topográficos).

Todos ellos dan lugar a una serie de actividades específicas de las que se tratará brevemente, para proporcionar una idea general de las labores que desarrolla este Centro.

## 1. Enseñanza

Según se marcaba en la orden fundacional, se desarrollarían dos niveles de cursos, el de oficiales Diplomados del Servicio Geográfico del Ejército y el de Topógrafos. Con el transcurso de los años, se ha mantenido la primera titulación; no así la segunda, aunque como contrapartida, se ha impartido formación técnica a los Oficiales y Suboficiales especialistas de las ramas de Topografía y Cartografía, y que en cierto modo se podría decir que sustituyen al antiguo diploma de topógrafos.

Con respecto a los planes de estudios, se tratará solamente del primer Diploma, ya que los cursos de Oficiales y Suboficiales Especialistas probablemente se modifiquen, en cuanto al Diploma de Geodesia, se puede solicitar por aquellos que, perteneciendo a la Escala Superior del Cuerpo General de Armas, cum-

plan determinadas condiciones de antigüedad desde la terminación de los estudios básicos de formación en las Academias Militares.

El Diploma se obtiene tras cursar tres años de estudios. El primero es preparatorio y selectivo, en régimen de Enseñanza a Distancia y en compatibilidad con los destinos de los alumnos; las asignaturas de que consta son Matemáticas I, Física General y Dibujo Topográfico, y al finalizar el curso se realiza una oposición de ingreso en la Escuela de una semana de duración. Tras su

superación, se incorporan los Alumnos aprobados al primer curso dentro de la Escuela, en que cursarán las asignaturas siguientes: Matemáticas II, topografía, Cartografía I, Electrónica Aplicada, Informática I e Idioma. Quienes superen la parte teórica, realizan durante cerca de tres meses unas prácticas de topografía. Finalizado el mes de vacaciones, se imparte el segundo curso, de estructura similar al anterior, y en el que se estudian las asignaturas de Geodesia, Astronomía, Cartografía II, Fotogrametría, Informática II e Idioma; la Geodesia se subdivide en una serie de Asignaturas de duración aproximadamente trimestral, en que se exponen los aspectos diferentes de la materia; Geometría del Elipsoide, Geodesia Clásica, Física y apoyada en Satélites, así como redes Geodésicas; en un afán por mantener actualizado el Plan de Estudios, se ha renovado también el programa incluyendo para el próximo curso los Sistemas de Información Geográfica.

Por último, las prácticas de final de curso se realizan en dos fases diferentes: una observación astronómica, y otra geodésica, que abarca desde los métodos clásicos de medida de ángulos y distancias, hasta las medidas de gravedad y observaciones GPS. Se finaliza con un cálculo de los datos recopilados.



BIBLIOTECA



# La Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército

## Antecedentes y Actividades de la Escuela

*Joaquín Rodríguez-Monteverde Cantarell. Capitan de Ingenieros.*

*Diplomado en Geodesia*

*Profesor de la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército*

**E**n este artículo se esbozan los antecedentes y el historial de la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército entre su fundación en 1941 y la actualidad.

Las misiones de trabajos de tipo Geodésico, Cartográfico y Topográfico que tiene el Ejército proceden de siglos atrás; la preparación y ejecución de campañas militares ha exigido siempre un apoyo cartográfico de precisión acorde con la tecnología del momento. Hasta el siglo pasado los levantamientos topográficos se encomendaron normalmente al Cuerpo de Ingenieros militares, aunque no de forma exclusiva. A aquel se deben gran parte de nuestros fondos cartográficos históricos, que incluyen también tanto América como Filipinas.

El siglo pasado se fundó el Instituto Geográfico y Catastral, y se asignaron competencias a los distintos organismos. Se comenzó el establecimiento de una red geodésica española así como la publicación de una serie cartográfica del mapa de España. Estos aspectos se considera que son conocidos con suficiente profundidad. En esta época se fundó también un organismo militar denominado Brigada Obrera y Topográfica, y se le encomendó entre otros trabajos, el establecimiento de parte de la red geodésica española, efectuado bajo la dirección de oficiales de los Cuerpos de Artillería, Ingenieros y Estado Ma-



AULA DE FOTOINTERPRETACION

yor, a los que en aquel momento se proporcionaba la formación técnica precisa.

En el siglo actual, se ha producido un gran desarrollo en los campos científico y tecnológico, que ha provocado una especialización cada vez mayor en todas sus ramas. Esto afectó a la formación técnica militar en Geodesia y Cartografía, y obligó a crear una Escuela específica. La fundación se llevó a cabo en 1941, en unos momentos especialmente difíciles en los que se necesitaba disponer de una cartografía actualizada en la mayor medida y cantidad posible.

La Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército fue fundada por Orden Ministerial de 25 de enero de 1941 (D.O. del Ejército nº 24), en que el General Varela, en aquel momento Ministro del Ejército, resolvió que se organizase "como elemento

del Servicio Geográfico y Cartográfico", con objeto de "preparar personal técnico para nutrir los cuadros de dicho Servicio en la cuantía que las necesidades Cartográficas demanden, establecer cuerpo de doctrina topográfica militar y extender entre las Unidades Armadas los conocimientos topográficos mediante cursos de información a jefes y oficiales".

Es evidente que la fundación se realizó con un criterio más amplio que el de crear únicamente una Escuela Técnica. Como se deduce del texto de la citada orden de organización, son básicamente tres cometidos diferentes los que se le asignaron:

- Enseñanza (preparar personal técnico para nutrir los cuadros de dicho Servicio).

- Investigación (establecer cuerpo de doctrina topográfica militar).

Por último, estos estudios se completan por los alumnos con la presentación de una memoria del trabajo de investigación desarrollado sobre un tema monográfico que se les propone al principio del segundo año.

Existe también otra actividad docente que se tratará en el tercer apartado (divulgación) debido a sus características específicas: los cursos de Interpretación fotográfica y de Auxiliares de Interpretación Fotográfica.

## 2. Investigación

Dado el desarrollo enorme de todos los aspectos tecnológicos que dominan las técnicas de empleo en Geodesia y Topografía, y con unos medios técnicos y presupuestos sumamente limitados, no se puede pensar en llevar a término una línea de investigación completa, sino más bien, de encontrarse permanentemente al tanto de los avances técnicos. Esto se desarrolla en común con el Servicio Geográfico, y en colaboración con el personal del mismo. Las líneas de trabajo se dirigen fundamentalmente a los campos de instrumentos y de métodos; estos últimos años se han desarrollado sobre los Aparatos GPS, sistemas de Teledetección y tratamiento de imágenes de satélite, sistemas de edición cartográfica asistidos por ordenador, así como de la Base de datos geográfica. En todo esto es un gran auxilio la suscripción a diversas publicaciones técnicas por parte de la Biblioteca técnica, así como de la asistencia a diferentes Asambleas y Congresos tanto nacionales como internacionales.

## 3. Divulgación

En este aspecto, aparte de determinadas conferencias y seminarios que se imparten cuando se ordena por el Mando, se lleva a cabo fundamentalmente por dos cursos que se desarrollan en la Escuela: el de interpretación fotográfica, para Oficiales del Ejército, y el de Auxiliares de interpretación fotográfica, para suboficiales del Ejército.

El primero tiene un período de formación a distancia, y una fase de presente en la Escuela de un mes de duración, y en él se imparten conocimientos de estas técnicas que tiene aplicación no solo al campo de inteligencia militar, sino también a otras disciplinas, como son las de estudios geográficos, geología, etc. A este curso asisten con cierta frecuencia titulados civiles superiores. En cuanto al curso de Auxiliares de interpretación fotográfica, es un curso informativo de un mes de duración, impartido en la propia Escuela, sobre temas análogos al anterior, pero tratados con menor profundidad en razón a su menor duración.

A lo largo de estas líneas se ha tratado de hacer un esbozo breve y claro de las actividades de la Escuela; los resultados se pueden apreciar en la calidad de los trabajos que realizan los profesionales que se han formado técnicamente en este centro, y que se desea continúen mejorando permanentemente.

## " LA TIENDA VERDE "

C/ MAUDES Nº 38 - 28003 - MADRID

TI.: 533 07 91 533 64 54

Fax: 533 64 54

## "LIBRERIA ESPECIALIZADA EN CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA"

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

"VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA"

"SOLICITE CATALOGO"

# no más corto...



no se ande con rodeos.

T. I.B. STEVE PROEHL



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

# LA TELEDETECCION EN LA EVALUACION DE LA EXTRACCION DE AGUAS SUBTERRANEAS

*Según la vigente Ley 29/1985, de 2 de agosto, los recursos subterráneos existentes en nuestro país son de dominio público. Por ello, los organismos de la Administración con competencias en la materia deben ejercer el control necesario para asegurar el uso adecuado de estas aguas. Esta tarea resulta especialmente urgente en aquellas zonas donde existe sobreexplotación de los acuíferos por llevarse a cabo grandes extracciones con destino al regadío.*

*El SGOP y la empresa IBERSAT, S.A. han desarrollado una metodología, basada en el tratamiento digital de imágenes de satélite, para cuantificar el agua subterránea que se extrae de un acuífero para riego. Como zona piloto se ha escogido el acuífero de la Mancha occidental (acuífero 23 en la denominación del ITGE) donde más del 90% del agua utilizada es de origen subterráneo.*

*Utilizando cuatro fechas de pasada del satélite Landsat durante el año 1987, se ha realizado la cuantificación de los cultivos en regadío de la zona. Aplicando la dotación en m<sup>3</sup>/ha/año para cada uno de los cultivos diferenciados se ha obtenido la cantidad de agua extraída del acuífero.*

*El estudio recoge, igualmente, la contrastación de los resultados obtenidos en el tratamiento digital de las imágenes de satélite, con los valores aportados por métodos más convencionales como son las encuestas en campo.*

## 1. INTRODUCCION

La teledetección, que se define como la capacidad de obtener información de un objeto sin mantener contacto físico con él, mediante el estudio de la energía electromagnética que el propio objeto refleja o emite, puede constituir una herramienta especialmente útil, en la cuantificación de las extracciones de agua subterránea con destino a riego. Por un lado, permite el análisis de superficies cultivadas en grandes extensiones de terreno (miles de Km<sup>2</sup>) a un bajo coste por hectárea y en un corto período de tiempo. Por otro lado, resulta una técnica totalmente objetiva, alejada de las suspicacias de las encuestas con las que actualmente se recoge este tipo de información.

La teledetección desde satélite aporta un gran volumen de información, de especial interés en la plani-

ficación y gestión de los recursos naturales de un territorio, bien sea agrícolas, forestales, hidrológicos o mineros. La información que ésta técnica pone a nuestra disposición es de tres tipos:

### a) Información temporal:

Los satélites de recursos naturales sobrevuelan la misma zona cada cortos períodos de tiempo (16 días en el caso del satélite Landsat), permitiendo realizar estudios cíclicos de un área cualquiera. Esta característica los hace interesantes en el estudio y seguimiento del estado fenológico de cultivos. En general, esta información temporal nos permite detectar los cambios operados en la superficie terrestre en el transcurso del tiempo.

### b) Información espacial:

Las imágenes de satélite cubren grandes extensiones de terreno.

Una escena Landsat TM abarca alrededor de 35.000 Km<sup>2</sup>. Esta característica permite la integración del área de estudio dentro del medio físico al que pertenece.

### c) Información espectral:

Los sensores utilizados a bordo de los satélites captan la radiación electromagnética reflejada o emitida por los objetos, no sólo en la región del visible sino también en la región del infrarrojo, lo que los hace especialmente indicados para la identificación de superficies en regadío y la discriminación de diferentes grupos de cultivos.

## 2. OBJETIVOS Y METODOLOGIA

El objetivo de este estudio es el desarrollo de una metodología, basada en el tratamiento digital de imágenes Landsat TM que nos per-



## NUEVO SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTOS ELECTRONICOS

Calidad, Garantía y Satisfacción son las soluciones de mantenimiento que Isidoro Sánchez, S.A. ha conseguido reunir en su nuevo servicio.



Isidoro Sánchez, S. A.

PARA MAYOR INFORMACION:



467 53 63

Ronda de Atocha, 16 - 28012 MADRID Fax: (91) 539 22 16

Distribuidor exclusivo de  
**SOKKIA**

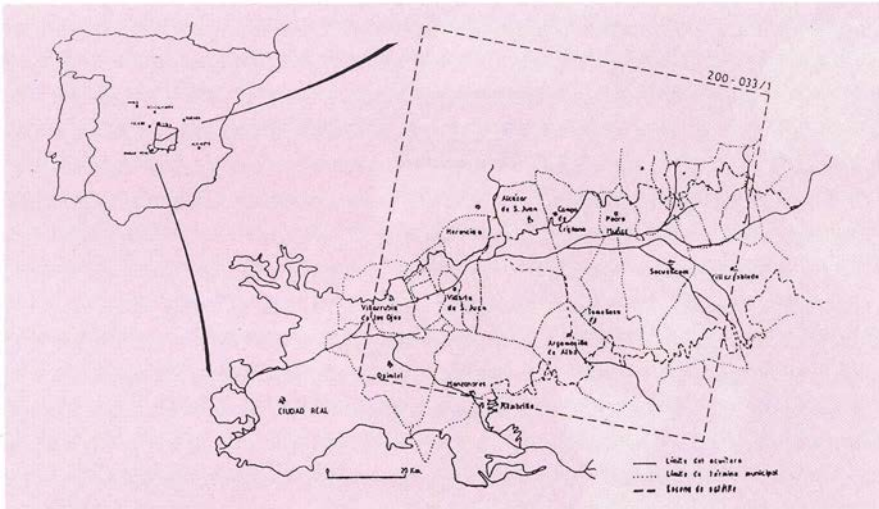


FIGURA 1. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO

mita evaluar la cantidad de agua subterránea que se extrae para riego.

Para alcanzar este objetivo se ha planteado la siguiente metodología:

- Identificación de las superficies de regadío.
- Clasificación de los cultivos. Diferenciación de los grupos de cultivos más representativos de la zona de estudio.
- Cuantificación de las superficies en regadío.
- Cuantificación de masas elementales de cultivos de regadío.
- Establecimiento de las situaciones de agua para los tipos de cultivo diferenciados.

Evaluación de las extracciones de agua subterránea.

Para el desarrollo de la metodología se ha escogido como zona piloto, el acuífero de la Mancha Occidental o Llanura Manchega (unidad hidrológica 04.04 en la delimitación llevada a cabo por la Dirección General de Obras Hidráulicas del MOPU en colaboración con el Instituto Tecnológico y Geominero de España).

El regadío es el capítulo que consume más agua en la Llanura. La cuantificación del mismo es difícil, debido a que el número de cultivos y hectáreas en regadío, varía espacia-

l y temporalmente, a causa de las características hidrológicas de los acuíferos.

El estudio se centra en la parte del acuífero incluida en la escena 200-033/1 del satélite Landsat 5 TM (fig. 1).

Dado el carácter experimental del estudio, se han recogido cuatro pasadas del satélite.

- 14 abril 1987
- 3 julio 1987
- 4 agosto 1987
- 5 septiembre 1987

La elección de estas fechas se ha realizado atendiendo al ciclo

agrícola de los cultivos más representativos en la llanura.

Existe una clara diferenciación entre cultivos de invierno (cereales) y cultivos de primavera (maíz, industriales...).

Teniendo también en cuenta las características climáticas de la región, que hacen que durante el verano exista la mayor demanda de agua para riego, se han escogido tres fechas correspondientes a los meses de verano. La cuarta imagen pertenece a la primavera, donde se produce el mayor desarrollo vegetativo de los cereales. Este grupo sigue siendo con diferencia, el cultivo más extendido en la Llanura Manchega.

### 3. ESTRATEGIA DE CLASIFICACION

Los objetivos a alcanzar en esta fase de clasificación son dos:

- Clasificación de las superficies de regadío.
- Clasificación de los cultivos de regadío de la zona.

Cada uno de estos objetivos requiere una metodología de trabajo diferente.

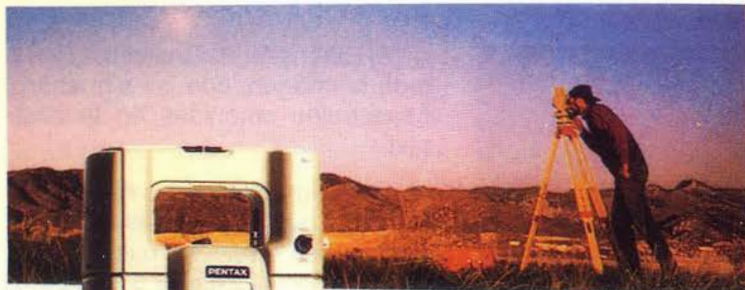
La identificación de las superficies en regadío para cada fecha se ha realizado mediante un cociente

Termino municipal	INTERIOR DEL ACUIFERO																		
	REGADIO								SECANO										
	Alfalfa		Maiz		Otros cultivos en regadio		Cereal regadio		Total		Cereal		Otros		Total		Total interior		
Piezas	Hectáreas	Piezas	Hectáreas	Piezas	Hectáreas	Piezas	Hectáreas	Piezas	Hectáreas	Piezas	Hectáreas	Piezas	Hectáreas	Piezas	Hectáreas	Piezas	Hectáreas	Piezas	Hectáreas
Alcalázar de San Juan	38.551	2.411,94	85.564	5.557,75	104.044	6.502,75	80.208	5.013,00	312.407	19.525,44	95.185	5.949,06	401.624	25.101,50	496.809	31.226,96	809.216	505.716,00	
Alhambra	0	0,00	0	0,00	38	2,38	140	8,75	178	11,13	3.629	226,81	26.473	1.654,56	30.102	1.961,37	30.280	1.962,50	
Arenas de San Juan	1.315	82,25	1.092	68,25	5.919	389,94	5.839	364,94	14.166	865,38	7.104	444,00	81.524	5.091,13	88.628	5.541,13	102.824	6.426,51	
Argamasilla de Alba	10.479	654,94	52.180	3.261,25	33.581	2.224,19	24.800	1.502,50	122.286	7.642,68	48.654	3.040,88	224.839	14.052,56	273.463	17.091,44	385.749	24.154,32	
Campo de Criptana	7.936	496,00	10.897	668,56	27.822	1.738,88	16.899	1.056,19	63.354	3.959,63	33.525	2.095,31	275.075	17.192,44	308.654	19.237,75	371.868	23.247,36	
Daimiel	4.682	291,38	29.821	1.863,81	31.589	1.974,31	40.555	2.534,69	106.627	6.664,19	37.955	2.372,19	176.782	11.048,88	214.737	13.427,07	321.364	20.265,26	
El Pedernoso	0	0,00	0	0,00	60	3,75	91	42,56	741	46,31	1.239	75,56	3.718	232,38	4.997	317,94	5.968	354,25	
El Provençero	0	0,00	36	2,25	568	35,50	186	11,63	790	49,38	2.132	133,25	41.636	2.622,25	43.768	2.735,50	44.554	2.734,58	
Herencia	3.624	226,50	20.562	1.285,13	13.190	824,38	17.622	1.101,38	54.998	3.431,39	16.063	1.000,31	88.656	5.541,00	104.759	6.541,31	159.707	9.981,70	
Las Labores	426	26,63	4.940	308,75	2.659	178,69	3.374	210,88	11.599	724,56	4.597	287,31	38.992	2.435,75	43.589	2.721,06	55.168	3.443,01	
Las Mesas	1.336	81,03	70	4,38	2.643	165,19	4.383	273,94	8.402	525,14	15.226	952,25	102.701	7.043,81	127.937	7.996,36	136.328	8.521,20	
Las Pedroñeras	721	45,86	1.823	101,44	6.309	394,31	5.596	349,75	14.249	890,56	19.706	1.231,63	152.540	9.533,75	172.246	10.765,38	166.496	11.655,34	
Manzanera	5.987	355,44	31.792	1.987,00	48.402	3.022,53	59.408	3.713,00	144.898	9.058,07	85.002	5.341,50	354.978	22.186,13	440.010	27.580,63	584.939	365.527,00	
Mota del Cuervo	138	8,62	117	7,31	4.839	302,44	3.982	247,00	9.046	565,38	12.839	802,44	97.050	6.065,63	106.889	6.868,07	118.905	7.432,45	
Pedro Muñoz	828	51,57	185	11,56	3.148	199,25	473	29,56	4.674	292,12	4.986	310,63	117.893	7.308,31	122.879	7.619,54	127.553	7.912,06	
Puerto Lápiz	45	2,81	1.640	102,50	3.307	208,56	3.957	247,31	8.979	561,18	4.809	300,56	44.835	2.808,44	49.744	3.193,00	58.723	3.670,10	
Socuéllamos	5.547	334,19	6.372	409,50	19.536	1.243,38	9.517	601,86	37.794	2.362,13	46.445	2.902,81	594.284	32.174,00	561.229	35.076,61	599.023	37.438,94	
Sta. M. de los Llanos	0	0,00	4	0,25	75	4,69	714	44,63	793	49,57	1.312	82,00	5.248	328,00	6.560	410,00	7.253	459,57	
Tomelloso	4.079	254,56	6.106	381,63	13.865	876,56	6.128	382,00	29.372	1.835,75	26.650	1.628,13	206.687	13.417,54	232.737	14.245,07	302.109	19.211,82	
Villanueva de la Jara	942	58,88	15.919	990,69	4.654	293,38	20.823	1.301,44	47.738	2.932,39	54.064	3.378,38	520.778	32.548,63	574.832	35.817,00	622.070	38.678,40	
Villanueva de Oca	36	2,25	848	53,00	3.396	214,75	5.329	333,06	9.809	619,06	12.261	758,31	111.363	6.969,19	123.624	7.726,50	133.433	8.339,56	
Villarta de San Juan	3.008	182,00	11.249	702,06	9.874	617,13	12.465	775,31	38.536	2.383,50	12.941	808,81	55.361	3.480,06	68.302	4.268,97	104.838	6.532,37	
TOTAL	83.165	5.672,84	285.977	17.838,07	342.906	21.381,04	322.329	20.145,58	1.038.967	64.825,53	545.714	34.107,13	3.779.621	235.851,34	4.135.935	269.946,97	5.328.302	334.854,00	

TABLA 1. CUADRO GENERAL DE CLASIFICACION DE SUPERFICIES EN EL INTERIOR DEL ACUIFERO

# PENTAX®

## ESTACIONES TOTALES PENTAX SERIE PTS III



### Funciones:

- Medición en modo coordenadas.
- Cálculo de distancias entre puntos remotos.
- Cálculo de elevación de puntos remotos.
- Itinerario por coordenadas.
- Replanteo por coordenadas.
- Medición inversa tridimensional.
- Promedio de mediciones de distancias.

- Precisión angular: 2-10 y 10-20 cc.
- Alcance del distanciómetro: 2,6 y 1,8 km.
- Selección de medición de distancia geométrica, reducida o incremento de cota.
- Medición de distancia en modo precisión y modo tracking.
- Introducción de coordenadas de la estación.
- Introducción valores de replanteo.
- Factor corrección de temperatura y presión.
- Factor de corrección por esfericidad terrestre.
- Memoria no volátil.
- Comunicación bidireccional.
- Salida automática de datos.
- Retención ángulo horizontal.

## COLECTOR DE DATOS MULTIFUNCION PENTAX GSA-C5



### 1. Cálculos

- Cálculo de coordenadas.
- Inverso, tridimensional.
- Itinerario tridimensional.
- Cálculo de áreas.
- Cálculo de bisecciones, trisecciones...
- Traslado de coordenadas, rotación de direcciones o manipulación del factor de escala de los puntos.
- Curvas: Cálculo de curvas horizontales y replanteo.
- Resecciones: Reseccionar 3 puntos de un punto de estación desconocida.
- Adecúa: Encuentra el ángulo de la línea más adecuada, o el radio de una serie de puntos en una curva.
- Compensación de poligonales:
  - Brújula.
  - Mínimos cuadrados.

### 2. Gráficos

Los gráficos convierten al colector en único en su clase. Los datos de itinerario y datos de construcción pueden incluir tipos de líneas y símbolos. Incluso pueden ser rotados, ampliados vía zoom.

Realizando la compra del Equipo Ingeniería:

- Estación Total Pentax serie PTS III
- Colector de datos SC-5



Avda. Filipinas, 46  
Telf.: (91) 553 72 07  
28003 MADRID

Telegram.: GRAFINTA  
Télex: 45089 GRFN-E  
Fax: (91) 533 62 82

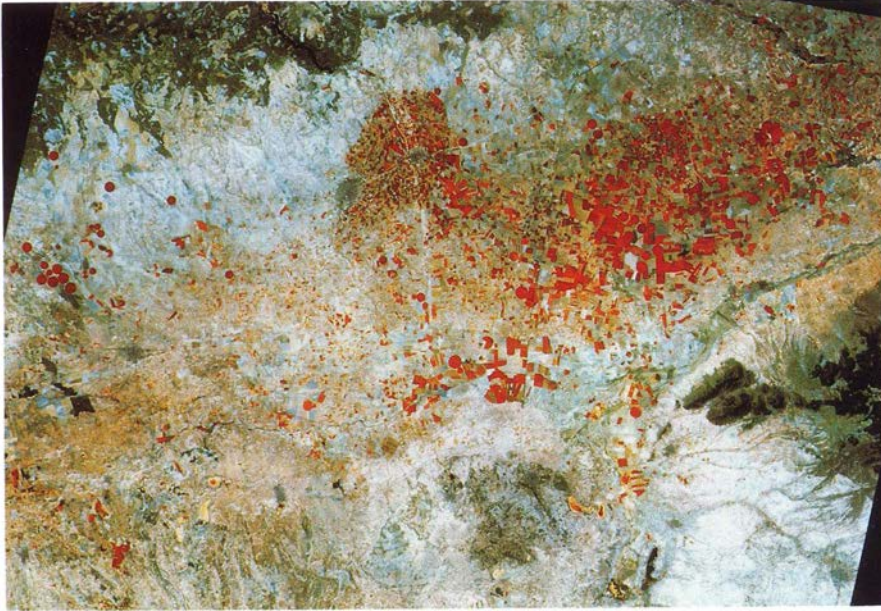
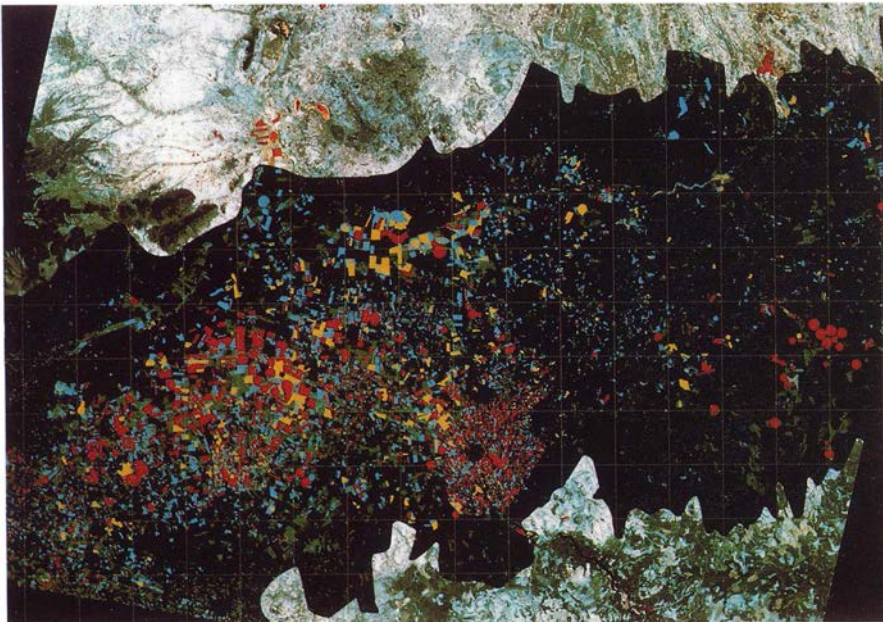


Imagen en falso color de la escena 200-033/1 del satélite Landsat 4 TM.  
La fecha de pasada corresponde al 4 de agosto de 1987.



Clasificación de cultivos en regadío en el acuífero de la Llanura Manchega.  
En rojo: maíz; en amarillo: alfalfa; en verde: cereal de regadío; y en azul: otros cultivos de regadío.

entre bandas del infrarrojo (banda 4/banda 5) (Richards, 1986).

La metodología seguida para la identificación de los cultivos existentes en el acuífero de la Llanura Manchega, ha sido una clasificación mixta no supervisada/supervisada. Los pasos que se han llevado a cabo han sido los siguientes:

1) Utilización de la clasificación no supervisada para determinar las

clases espectrales que pueden discriminarse en la imagen.

2) Utilización de los datos de campo para asociar clases espectrales con cubiertas vegetales (clases de información).

3) Creación de las firmas espectrales de los cultivos.

4) Clasificación de una zona test utilizando un algoritmo de máxima probabilidad.

5) Extensión de la clasificación a toda la imagen, con las firmas espectrales obtenidas en la zona test.

La integración de las dos clasificaciones que se han realizado, superficies en regadío y cultivos, nos ha permitido diferenciar 5 grupos de interés: alfalfa, maíz, cereal regadío, cereal seco, y otros cultivos en regadío.

La cuantificación de las superficies clasificadas se realiza automáticamente. En nuestro caso, esta cuantificación se lleva a cabo por término municipal y solamente para aquellas superficies incluidas dentro del acuífero.

Esta cuantificación se realiza mediante una matriz de confusión, en la que en abscisas aparecen los grupos diferenciados en la clasificación y en ordenadas, los 22 términos municipales considerados. El procesador contabiliza el número de pixels que pertenecen a dos clases al mismo tiempo.

La Tabla 1 recoge los resultados de la clasificación de cultivos realizada en el acuífero de la Llanura manchega.

Aplicando las dotaciones de agua para riego en la Llanura Manchega (SGOP, 1988; Montesinos, 1990) a los cultivos identificados en nuestro estudio, obtenemos la demanda de agua para riego de la zona (Tabla 2). Estas necesidades se cifran en 383 Hm<sup>2</sup> para una superficie de regadío de 64.936 ha. de un total de 334.894 ha. analizadas dentro de los límites definidos para el acuífero.

## 4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

### 4.1. En relación al estudio.

Durante el año 1987, el Servicio Geológico de la Dirección General de Obras Hidráulicas llevó a cabo el estudio, Evolución de las extracciones y niveles piezométricos en el acuífero de la Llanura Manchega. En él se analiza la evolución del acuífero en los tres años del período





**SERVICIOS TOPOGRAFICOS**  
**LA TECNICA**

*Un equipo de profesionales al servicio de sus necesidades*

Juan de Austria, 27 y 30  
Telef. 446 87 04 - Fax. 593 48 83  
28010 - MADRID

1984-1987. Un capítulo importante de este estudio era la cuantificación de las extracciones de agua subterránea similar a como se ha hecho en nuestro estudio. La metodología seguida para conocer las superficies en regadío existentes en los últimos años 1985, 86 y 87 era la realización de las encuestas en cada municipio, visitando las Cámaras Agrarias Provinciales y algunas Cámaras Agrarias Municipales para contrastar datos.

En la Tabla 3, se presenta la comparación de las extracciones de aguas subterráneas obtenidas en nuestro estudio utilizando datos de satélite y por el método de encuestas.

La comparación se ha hecho en base a 16 términos municipales comunes a ambos estudios. La columna tercera representa el porcentaje de superficie del término municipal analizada en nuestro estudio, ya que tan sólo se han considerado aquellas áreas incluidas en los límites del acuífero tal, y como fueron definidos por IGME-IRYDA (1975).

De los 16 términos municipales, tan sólo en 6 quedaban incluidos en su totalidad dentro de los límites del acuífero. En Arenas de San Juan los valores aportados por encuestas indican unas extracciones de 4'4 Hm<sup>3</sup>, y los datos del satélite nos dan 4'6 Hm<sup>3</sup>. En Las Labores, las encuestas indican un consumo de 4'4

Término Municipal	Alfalfa	Maiz	Otros cultivos	Cereal regadío	Total (Hm <sup>3</sup> )
Alcázar de San Juan	21,71	44,78	45,52	10,03	122,03
Alhambra	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03
Arenas de San Juan	0,74	0,55	2,59	0,73	4,61
Argamasilla de Alba	5,89	26,09	15,57	3,01	50,56
Campo de Criptana	4,46	5,35	12,17	2,11	24,10
Daimiel	2,62	14,91	13,82	5,07	36,42
El Pedernoso	0,00	0,00	0,03	0,09	0,11
El Provencio	0,00	0,02	0,25	0,02	0,29
Herencia	2,04	10,28	5,77	2,20	20,29
Las Labores	0,24	2,47	1,25	0,42	4,38
Las Mesas	0,73	0,04	1,16	0,55	2,47
Las Pedroseras	0,41	0,81	2,76	0,70	4,68
Manzanares	3,20	15,90	21,02	7,43	47,54
Mota del Cuervo	0,08	0,06	2,12	0,49	2,75
Pedro Muñoz	0,47	0,09	1,39	0,06	2,01
Puerto Lápice	0,03	0,82	1,46	0,49	2,80
Socuéllamos	3,01	3,44	6,98	1,20	14,63
Sta. M. de los Llanos	0,00	0,00	0,03	0,09	0,12
Tomelloso	2,29	3,05	5,72	0,77	11,83
Villarobledo	0,53	7,99	4,15	2,60	15,28
Villarrubia de Ojos	0,02	0,42	1,57	0,67	2,68
Villarta de San Juan	1,69	5,62	4,32	1,55	13,19
TOTAL (Hm <sup>3</sup> )	50,16	142,69	149,67	40,29	382,80

TABLA 2. CONSUMO DE AGUA DURANTE EL AÑO 1987

Hm<sup>3</sup>, frente a los 4'38 Hm<sup>3</sup> de los datos del satélite. Algo similar ocurre en Villarta de S. Juan donde las extracciones se cifran en 12 y 13'19 Hm<sup>3</sup> para encuestas y los datos Landsat, respectivamente. En cambio, tanto Las Mesas como Tomelloso presentan valores sensiblemente distintos, según la cuantificación haya sido hecha por uno u otro método. La explicación está posiblemente en la ubicación de ambos términos municipales del acuífero. Las Mesas en el límite Nororiental y Tomelloso en el área regable del em-

balse de Peñarroya. Por su parte en Socuéllamos existe una diferencia de prácticamente el 50% menos en los valores obtenidos por los datos de satélite.

Especial atención a dos términos, Daimiel y Villarobledo, que aunque no han sido analizados en su totalidad, se encuentran incluidos en los límites del acuífero. En Villarobledo con el 45% de la superficie analizada (área incluida en la escena del satélite), se han cuantificado demandas de agua para riego de 15,28 Hm<sup>3</sup>, dada su situación en el acuífero podemos suponer la evolución similar en la parte que no ha sido estudiada, por lo tanto, aplicando un coeficiente de correlación hasta llegar a la totalidad del término municipal, el consumo se podría cifrar en 34 Hm<sup>3</sup>, frente a los 32 contabilizados por el método de las encuestas.

En el caso de Daimiel, sin embargo, con una superficie analizada del 46% del término municipal, el consumo se ha estimado en 36'42 Hm<sup>3</sup>. Si suponemos un incremento similar al resto de la zona, las extracciones de agua estarían en torno a los 79'2 Hm<sup>3</sup>, cuantificados por el método de las encuestas. Esto su-

TERMINO MUNICIPAL	LANDSAT TM (Hm <sup>3</sup> )	SUPERFICIE ANALIZADA (%)	ENCUESTA (Hm <sup>3</sup> )
Alcázar de S. Juan	122.03	75	185.3
Arenas de S. Juan	4.61	100	4.4
Campo de Criptana	24.10	70	25.8
Daimiel	36.42	45	59.6
Herencia	20.29	41	35.4
Las Labores	4.38	100	4.4
Las Mesas	2.47	100	5.0
Las Pedroseras	4.68	53	22.3
Manzanares	47.54	74	40.4
Pedro Muñoz	2.01	79	3.5
El Provencio	0.29	27	6.0
Puerto Lápice	2.80	67	2.8
Socuéllamos	14.63	100	27.9
Tomelloso	11.83	99	15.4
Villarobledo	15.28	45	32.5
Villarrubia/Ojos	2.68	30	5.7
Villarta de S. Juan	13.19	100	12.0

TABLA 3. EVALUACION DE LA EXTRACCION DE AGUAS SUBTERRANEAS POR IMAGENES LANDSAT TM Y POR ENCUESTAS

	Clasificación									
	1	2	3	4	5	6	(i)	(ii)	(iii)	(iv)
1	58	1	0	0	3	1	63	92.1	5	5
2	0	40	4	0	2	1	47	85.1	7	6
3	4	0	16	0	6	2	28	57.1	12	4
4	0	0	0	11	0	1	12	91.7	1	0
5	1	5	0	0	59	3	68	86.8	9	11
Total	.....218						84 26			

Fiabilidad estimada 184/218 = 84.4%

1: Maíz  
 2: Cereal regadío  
 3: Alfalfa  
 4: Cereal secano  
 5: Otros  
 6: Sin clasificar

(i): Número de parcelas de una clase según datos de campo  
 (ii): Fiabilidad estimada de la clasificación (en %)  
 (iii): Número de parcelas mal clasificadas según datos de campo  
 (iv): Número de parcelas de una clase que pertenecen a otra clase

TABLA 4. MATRIZ DE CONFUSION PARA ESTABLECER EL GRADO DE FIABILIDAD DE LA CLASIFICACION

pondría un aumento de 19'6 Hm<sup>3</sup> sobre los valores que actualmente se manejan en la gestión del área, con el consiguiente agravamiento si cabe, de la situación del Parque Nacional de las Tablas de Daimiel.

En general, el resto de los términos municipales son muy difíciles de comparar, pero se puede apreciar que un análisis detenido de las características y situación geográfica de cada uno de los términos municipales, nos da desviaciones aceptables entre los dos rangos de valores. Estas diferencias son consecuencia de las distintas metodologías empleadas en los dos estudios.

Mención aparte para Argamasilla de Alba, que no ha sido incluido en la Tabla 3, ya que en su mayor parte se riega con aguas superficiales procedentes del embalse de Peñarroya. Datos del SGOP (1988) indican que la superficie regada con aguas subterráneas en el término, es de 5.019 ha., con unas extracciones de 15'2 Hm<sup>3</sup>/a.. Por otro lado, la superficie regada con aguas superficiales es de 5.200 ha., con un consumo de 39'5 Hm<sup>3</sup>/a., lo que supone 54'7 Hm<sup>3</sup> utilizados en todo el término municipal.

En el tratamiento digital de los datos de satélite no se ha diferenciado entre cultivos dentro y fuera de la zona regable del embalse de Peñarroya. La cuantificación se ha realizado como agua total utilizada en el término municipal con destino a riego, obteniéndose unas necesidades de 50'56 Hm<sup>3</sup>/a.

El módulo de riego determinado en ambos estudios es diferente. Para el riego de 133.673 ha. se han utilizado 623'8 Hm<sup>3</sup> (SGOP, 1988), lo que representa el módulo de riego de 4.660 m<sup>3</sup>/ha/a. Mediante el proceso digital, para una superficie de 64.935 ha. en regadío, se han utilizado 382'80 Hm<sup>3</sup>, lo que supone un módulo de riego de 5.895 m<sup>3</sup>/ha/a. Este sustancial incremento es debido a que en el área geográfica de nuestro estudio es donde se ha producido el mayor desarrollo de cultivos con elevadas dotaciones de agua, principalmente maíz (8.000 m<sup>3</sup>/ha/a).

# TECNOCART

TECNOLOGIA CARTOGRAFICA

- \* FOTOGRAMETRIA AEREA Y TERRESTRE
- \* CARTOGRAFIA DIGITALIZADA
- \* TOPOGRAFIA
- \* VUELOS FOTOGRAMETRICOS



- \* RESTITUCION ANALITICA Y ANALOGICA
- \* DIBUJO CARTOGRAFICO
- \* ESGRAFIADO

- \* CALCULO Y PROCESO DE DATOS CARTOGRAFICOS
- \* LABORATORIO B/N Y COLOR
- \* CONTROL GEOMETRICOS DE OBRAS Y COLABORACION EN PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL

4.2. En relación a la metodología.

Probablemente, el primer paso a la hora de desarrollar una metodología basada en teledetección aeroespacial, es la elección del satélite. En la actualidad, contamos con la posibilidad de utilizar imágenes procedentes de dos satélites de recursos naturales, el francés SPOT y el americano Landsat. Ambos presentan características propias y diferentes que en la mayoría de las ocasiones, lejos de excluirse, se complementan.

Mientras SPOT tiene mejor resolución espacial (20 metros en modo multiespectral y 10 metros en modo pancromático), presenta una menor resolución espectral (2 bandas en el visible y una en el infrarrojo próximo). Por el contrario, Landsat tiene una menor resolución espacial (30 x 30 metros) pero su resolución espectral es mayor, con 3 bandas en el visible, 3 en el infrarrojo reflejado y una en el infrarrojo térmico.

La elección del satélite está condicionada por los objetivos del estudio. Para evaluar la cantidad de agua subterránea extraída del acuífero, es necesario conocer la superficie de cultivos en regadío de la llanura. Por lo tanto, se necesita un alto poder de resolución espectral que permitiría diferenciar distintos tipos de cultivos.

La elección de Landsat TM se debió a tres factores:

- Mayor resolución espectral.
- Mayor repetición de las observaciones (cada 16 días).
- Continuidad en el registro de datos.

Una vez elegido el satélite que mejor se adapte a nuestras necesidades, debemos escoger la imagen o imágenes que van a ser utilizadas. Esta elección está condicionada por:

- La disponibilidad de imágenes de la zona.
- La calidad radiométrica de las imágenes.

- El ciclo agrícola de los cultivos de la zona.

- El estado fenológico de los cultivos.

- El calendario de riegos.

Mientras los 3 primeros son generales a cualquier estudio de teledetección aeroespacial, los últimos son específicos de nuestro estudio y requieren un conocimiento previo de la zona de trabajo.

Un análisis multitemporal (varias fechas) es necesario cuando existen cultivos de invierno y cultivos de primavera. El uso de 2 fechas de pasada del satélite abril/mayo y julio/agosto, permite el seguimiento de los cultivos y superficies en regadío en la zona de la Llanura Manchega.

En cuanto al muestreo de campo, decir que el modelo aleatorio utilizado en este estudio ha dado buenos resultados. Sus principales características son su rapidez y sencillez de ejecución. Suministra información básica para la fase de clasificación y una base de datos actualizada para determinar la fiabilidad de los resultados obtenidos durante el tratamiento de las imágenes.

Cuando se inició el estudio, se había planteado la posibilidad de diferenciar 7 grandes grupos de cultivos existentes en la llanura. El análisis de la respuesta espectral que cada uno de estos cultivos ofrecía en imagen, nos obligó a diferenciar solamente cuatro grupos: maíz, alfalfa, cereal y otros. Este último engloba cultivos similares en cuanto a la respuesta espectral.

La clasificación no supervisada suministra las clases de información que pueden ser diferenciadas a una imagen digital. A partir de estos datos, una clasificación supervisada de máxima probabilidad aporta los mejores resultados.

El grado de fiabilidad de la clasificación se puede establecer por medio de una matriz de confusión. En abscisas se consideran los resultados procedentes de la clasificación, en ordenadas, los datos del

muestreo de campo (Tabla 4). Para facilitar la comparación, se han considerado parcelas completas en lugar de los aislados de pixels. En la diagonal de la matriz aparece el número de parcelas que han sido clasificadas correctamente.

Las cuatro columnas añadidas a la matriz de confusión representan: (i) el número de parcelas que sabemos que pertenecen a una clase de información en base a los datos de campo; (ii) la fiabilidad estimada en tanto por ciento para cada una de las clases diferenciadas. Para ello se divide el número total de parcelas correctamente clasificadas por el número total de parcelas identificadas según campo, como pertenecientes a dicha clase; (iii) es el número de parcelas que siendo de un tipo de cultivo han sido mal clasificadas, al quedar encuadradas en otras clases. Por último (iv) es el número de parcelas, que han sido localizadas en una clase determinada, pero sin embargo pertenecen a otra clase, según la información procedente del muestreo de campo.

La comparación se ha hecho en base a los documentos cartográficos escala 1:50.000 elaborados con los resultados de la clasificación y a los mapas catastrales con los que se recogió la información de campo en la primera campaña.

La fiabilidad de la clasificación se ha estimado en un 84%, lo que puede considerarse como óptimo, más si tenemos en cuenta que existen clases con una fiabilidad por encima del 90%.

4.3. En relación a la técnica

La utilización de imágenes de satélite en la planificación y gestión supone un avance en el conocimiento global de un territorio.

Las principales características que avalan esta técnica son:

- El seguimiento y control de extensas áreas. Se cuenta con información desde 1972, momento en que se lanzó el primer satélite de serie Landsat. La repetitividad de las observaciones proporciona una base de los datos digitalizada con am-

plias aplicaciones a los recursos naturales. Por otra parte, la actualización de la cartografía se convierte en una herramienta básica de trabajos en planificación.

- Objetividad. Los resultados de la fotointerpretación o del tratamien-

to digital de imágenes tienen como base los datos aportados por el satélite.

- Rapidez. La escala óptima de trabajo en teledetección en la cuenca hidrográfica, provincia, Comunidad Autónoma e incluso a nivel de país.

Es decir, en su aplicación a grandes extensiones de terreno es donde se obtiene la mayor economía de tiempo y calidad de los resultados.

Hay que tener en cuenta que la unidad de trabajo en teledetección desde satélite es el cuarto de escena, con un área de más de 8.000 Km<sup>2</sup>.

- Bajo coste por hectárea. Tradicionalmente, los estudios por teledetección se han considerado caros. Sin embargo hay que decir que para grandes extensiones de terreno, el precio por hectárea analizada está entre 1 y 10 pts./ha.

#### BIBLIOGRAFIA

RICHARDS, J.A. (1986).- Remote Sensing Digital Image Analysis An Introduction. Springer-Verlag. Berlin.

SGOP (1988).- Evolución de las extracciones y niveles piezométricos en el acuífero de la Llanura Manchega. Estudio 06/88. Madrid.

MONTESINOS (1990).- Teledetección: su utilización en la cuantificación y seguimiento de recursos hidráulicos aplicados al regadío. Proceso digital de imágenes Landsat TM de la Mancha Occidental: Informaciones y Estudios n. 51. SGOP. MOPU. 108 pp.



# RUGOMA, S.A.



## CARTOGRAFIA

PUBLICACIONES

CARTOGRAFIA INFORMATIZADA

PROYECTOS

LABORATORIO TECNICO FOTOGRAFICO

MAPAS EN RELIEVE

C/ Conde de la Cigera, 4 - 28040 Madrid

Tels. 5536027/33 Fax 5344708

## MAPPING se presenta oficialmente en el mercado de la cartografía

El pasado día 7 de abril tuvo lugar la presentación oficial de la Revista MAPPING en los locales de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales bajo la presidencia de su secretario perpetuo el Excmo. Sr. D. Jose María Torroja.

Con este motivo se celebró una Jornada de Cartografía en la que tuvieron lugar dos interesantes conferencias:

Dña. Luisa Martín Meras, Jefa de Investigación del Dto. de Cartografía del Museo Naval, conferenció so-

bre la **Cartografía del Descubrimiento**, y D. Angel Arévalo Barroso, Director General del Instituto Geográfico Nacional habló sobre la **Cartografía de nuestros días**.

Esta presentación contó con la asistencia de 250 personas, entre las cuales estaban presentes directivos de las más importantes empresas del sector en nuestro país.

La afluencia de personalidades importantes del sector nos hace pensar que MAPPING, con tan solo cinco números en el mercado ha llegado a ser una publicación de interés para todos aquellos que creemos que la Cartografía, los Sistemas de Información Geográfica y la Teledetección es un sector vivo hoy y con un futuro alentador.

Al mismo tiempo, y seguros de que esta tecnología tiene un gran futuro, esperamos seguir presentes en el mercado y ofrecer a nuestros lectores todo lo que de importante e interesante ocurre en el mundo de la cartografía.



Momento de la introducción a las jornadas por el Sr. Nadal de Estudios Gráficos Madrid

Los sistemas de información geográfica han emergido en los últimos años como una de las tecnologías informáticas con mayor potencial de crecimiento



Aspecto del Salón de Actos



El Excmo. Sr. Torroja de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, junto al Sr. Martínez Alegría de Cadpubl, S.A., y los Sres. Permanyer y Nadal de Estudios Gráficos Madrid.

Al acto de presentación de Mapping asistieron numerosas personalidades y profesionales del sector de la cartografía, sistemas de información geográfica y teledetección

## EUROGIS-GRASS

GRASS es un SIG (Sistema de Información Geográfica) raster con capacidades de captura vectorial. Es directamente conectable a SIG vectoriales como: ARC/INFO, INTERGRAPH o GENEMAP.

### Incluye funciones como:

- Tratamiento de imágenes satélite (Spot, LANSAT...)
  - Clasificaciones, transformadas de Fournier
- Operaciones capa-capa:
  - Aritméticas, Trigonómicas, Booleanas...
  - Análisis ponderado por pesos.
  - Capacidad de superposición de capas.
  - Análisis de proximidad, contenido.
  - Filtrados de bordes, de vecindad...
- Operaciones estadísticas, medias, varianzas, soportes...
- Capacidad de digitalización y edición de mapas.
- Visualización 2D y 3D.
- Análisis de Intervisibilidad.
- Análisis de pérdida de suelo e hidrología.
- Capacitación raster-vector y vector-raster.
- Unión con bases de datos RIM.
- Entorno de trabajo X-Window y Motif.

### Soportado para:

SUN	CONVEX	IBM-RS-6000
SGI	386-486	INTERPRO
MASSCOMP	HP-9000	DEC-10

**EUROGIS**

Orense, 11 - 2.º B.  
Tel.: 597 37 06 Fax 597 39 86  
28020 MADRID

# MEMORIA DE LOS TRABAJOS CARTOGRAFICOS EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR (1982 - 1990)

*Cristina Caturla*

*Lcda. en Geografía*

## 1. INTRODUCCION

Desde el momento en que se abordó el problema del estudio del medio físico en el Estrecho de Gibraltar, se reconoció la necesidad del establecimiento de una cartografía específica de la zona capaz de resolver los siguientes problemas:

- Cartografía a pequeña escala, 1/100.000, que en una sola hoja de fácil manejo y gran expresividad, permitiese la recogida de datos imprescindibles para una visión del conjunto del Estrecho, tanto en su parte terrestre como marítima.

- Cartografía a escala media, 1/25.000, básica para los trabajos iniciales de estudio de la posible obra y sustento de otras escalas mayores en las zonas parciales que precisen amplificación.

- Cartografía catastral y de obra, según las necesidades del momento.

En cualquier caso, se consideró imprescindible que ambas costas quedasen cartografiadas en un sistema homogéneo, lo que requiere la adopción de un Sistema Geodésico de Referencia, de un Sistema Geodésico (marco de referencia) y de un Sistema de Proyección únicos para todas las hojas.

La elección de cada uno de los elementos mencionados respondió a diferentes criterios, detenidamente analizados por los geodestas españoles. En primer lugar, se tuvo

presente el innegable desarrollo alcanzado en aquellos momentos por la nueva tecnología GPS y su inmediata aplicación a los métodos de navegación, lo que condujo a la elección del Sistema Geodésico de Referencia 1980 (SGR80), plenamente coincidente con el Sistema WGS84 utilizado por GPS. Consecuentemente, todos los cálculos se desarrollaron sobre el elipsoide asociado a SGR80 para los trabajos geodésicos y cartográficos, así como en el Sistema Geodésico ED50 por ser el oficialmente adoptado para toda la cartografía española. Nació, de esta forma, la denominada Red Geodésica del Estrecho de Gibraltar (RGEG), dotada de coordenadas de alta precisión en ambos sistemas y auténtico marco de referencia para todos los trabajos en la zona. Por último y con el fin de reducir al máximo las inevitables deformaciones, se adoptó la Proyección Cónica Conforme Pseudocilíndrica de Lambert, tanto para el Mapa a escala 1/100.000 como para las cartas a escala 1/25.000. El estudio justificativo de estas elecciones, realizado por los geodestas del IGN, fue comunicado a los técnicos de la DC y aprobado por los mismos.

Dadas sus muy diferentes características, se considera oportuno en esta Memoria el tratamiento por separado de cada una de las escalas mencionadas.

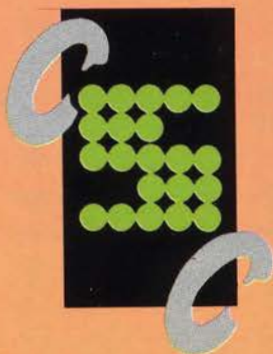
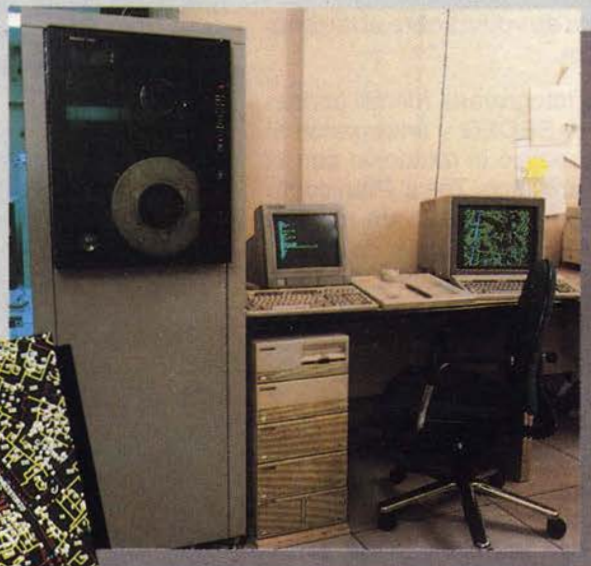
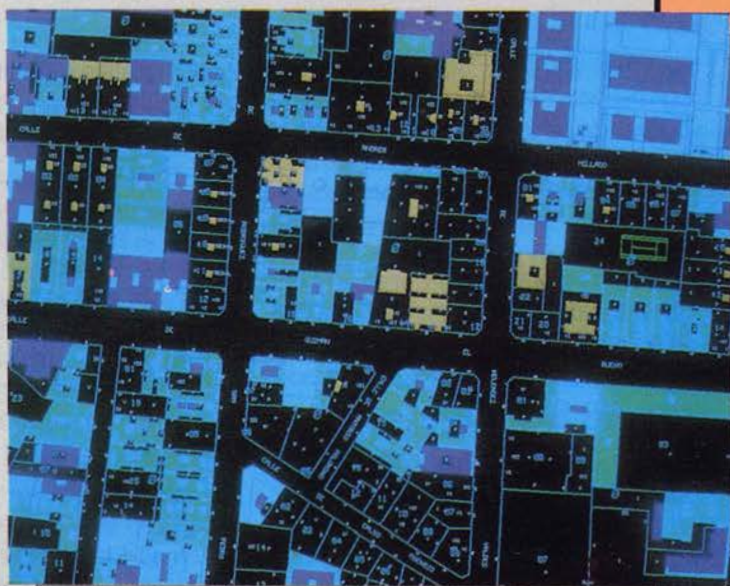
## 2. EL MAPA FISICO DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR A ESCALA 1/100.000

Hasta 1987, fecha en que se publicaron los primeros ejemplares del Mapa aquí considerado, la cartografía a esta escala que se estaba utili-

zando para la presentación de los trabajos en el Estrecho se basaba en la Carta levantada por el Instituto Hidrográfico de la Marina, que sirvió de soporte para las diferentes publicaciones efectuadas por otros organismos. Esta carta fue levantada por procedimientos clásicos y, en consecuencia, presenta el inconveniente de que cada costa queda representada a partir de su propia información geodésica, lo que se traduce en un ligero desplazamiento relativo entre los continentes. Su calidad es innegable y ya ha quedado resaltada su utilidad para todos los trabajos iniciales.

Como es conocido, la forma más adecuada para la obtención de un mapa a escala 1/100.000 es a través de la generalización de otras escalas superiores, solución idónea no abordable hasta el momento en que estas escalas se encuentran totalmente formadas. La acuciante necesidad de disponer del Mapa Físico del Estrecho obligó a llevar a cabo de forma casi simultánea la formación de las dos escalas, lo que hizo imposible el proceso de generalización. Por ello, el IGN dedicó a realizar el levantamiento cartográfico del Mapa por aplicación del método fotogramétrico de forma tal que, en un mismo par estereoscópico apareciesen las dos costas del Estrecho con una zona de recubrimiento suficiente para la restitución. La obtención de pares fotogramétricos que reúnan estas condiciones es prácticamente inviable a través de vuelos convencionales. Dada la separación entre las costas y la forma del Estrecho, sólo un vuelo a gran altura (10.500 m.) y con cámara supergranangular (focal 88) permitiría la restitución con un modelo





# CONTROL Y SISTEMAS CARTOGRAFICOS, S. A.

Benito Gutierrez, 26 28008 Madrid  
Telfs. 243 47 70 - 544 75 37

a una escala aproximada de 1/120.000. Considerando las dificultades de la fotografía en una zona tan especialmente nubosa, se decidió utilizar el materia procedente del vuelo del Spacelab, laboratorio espacial puesto en órbita por NASA y mantenido por ESA y dotado de una cámara métrica Zeiss RMK 30/23, siendo las características del vuelo utilizado:

- Fecha: diciembre 1983
- Fotogramas: 01-0829-25, 01-0830-25 y 01-0831-25
- Focal de la imagen: 305,128 mm.
- Escala de la imagen: 1/808.000
- Altura de vuelo sobre el terreno: 241.400 m.

Estos fotogramas fueron conseguidos por SECEG y entregados al IGN que realizó la retitución con el sistema analítico Zeiss Planicomp C-100, con una escala de modelo 1/400.000 y una escala de dibujo 1/100.000, efectuándose simultáneamente la restitución digital y gráfica del litoral. La orientación absoluta numérica se llevó a cabo utilizando 10 puntos planimétricos y 7 altimétricos. En la costa norte, donde la densidad de la red geodésica es elevada y el territorio es perfectamente conocido por los operadores que han trabajado en la zona, pudieron identificarse, pese a la pequeñez de la escala, varios vértices con coordenadas y altitud conocidas. En la costa sur, el problema presentó mayores dificultades debido a que el IGN sólo dispone de las coordenadas de los vértices de la antigua red que España estableció en la zona que fue su protectorado, identificándose únicamente los vértices de la antigua red que España estableció en la zona que fue su protectorado, identificándose únicamente los vértices KELTY, MAADEN y SS4 así como dos puntos bien definidos y con coordenadas muy aproximadas en el puerto de Ceuta. La restitución abarcó toda la línea de costa en ambas márgenes -con excepción de las pequeñas zonas cubiertas de nubosidad-. algu-

nos detalles planimétricos altamente significativos y las curvas de nivel con equidistancia de 200 metros.

Tras la oportuna revisión y modernización en campo, se llevó a cabo la transformación de coordenadas ED50 en coordenadas SGR80, y, a su vez, éstas se transformaron en coordenadas planas pertenecientes a una proyección cónica conforme, tratada con mayor detalle al examinar el Mapa 1/25.000.

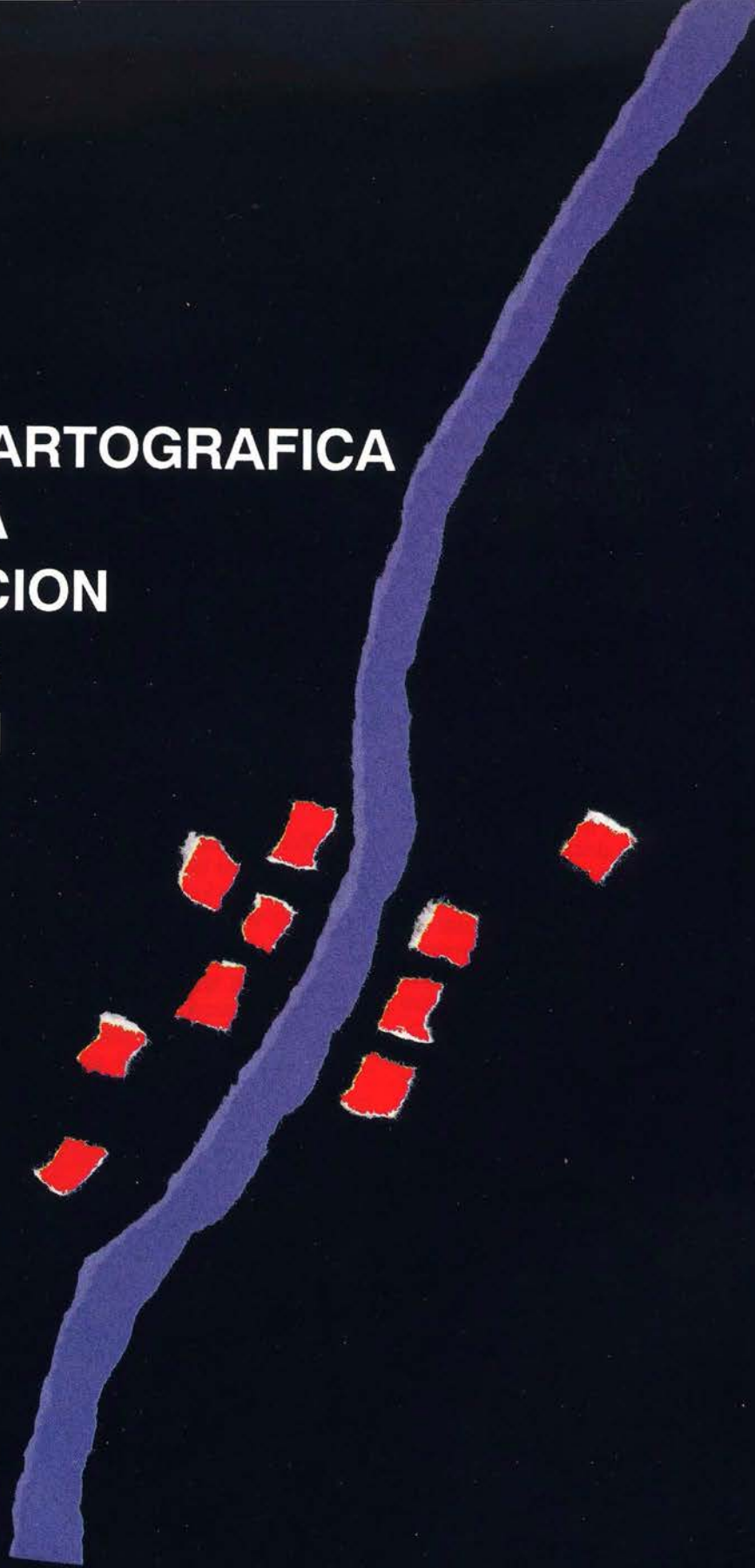
Un aspecto muy destacado del Mapa es el referente a la Toponimia. Tras diversas reuniones entre los técnicos del SECEG, SNED, IGN y DC, se llegó al acuerdo de efectuar una doble tirada, una en español y otra en árabe, asumiendo estas misiones, respectivamente, el IGN y la DC.

Resultaba muy interesante y atractivo el intento de recuperación de toda la toponimia española en la zona de nuestro antiguo protectorado. Tanto desde el aspecto histórico como literario, una labor de este tipo puede resultar de gran ayuda al investigador o al lector. A tal fin, SECEG contrató a dos licenciados en Geografía, D. Luis Magallanes y Dña. Cristina Caturla, y realizó las pertinentes gestiones ante el Servicio Geográfico del Ejército, poseedor de la más completa y cuidada Cartoteca existente en España en cuanto a temas de nuestras antiguas colonias se refiere. Ambos licenciados, con la inestimable ayuda y consejo del Coronel D. Angel Paladini, gran experto y creador de la moderna cartoteca del SGE, examinaron cuantos mapas, planos, cartas, croquis, relaciones toponími-





**DELINEACION CARTOGRAFICA**  
**FOTOMECANICA**  
**FOTOCOMPOSICION**  
**MAPAS RELIEVE**  
**DIGITALIZACION**



# **DELCAR**

cas, etc., encontraron asequibles, es decir, cuanta documentación fue generosamente puesta a su disposición. Un detenido examen de la misma, topónimo, con estudio de su raíz, transcripción y transliteración, dió lugar a un riguroso informe, actualmente depositado en SECEG, entidad que financió toda la labor de investigación. De esta forma, el Mapa 1/100.000 ha recuperado toda la toponimia utilizada por nuestros antepasados durante los largos años de protectorado.

Fue considerado objeto de un trato especial el establecimiento de una cuidada batimetría, labor desarrollada por el Instituto Hidrográfico de la Marina con la pericia y profesionalidad que caracteriza a todos sus trabajos. El IHM facilitó el IGN una completa documentación con todos los beriles de 50 en 50 m. (equidistancia homogénea con la terestre) y, ante la espectacular fusión de los levantamientos terrestre y marítimo - una vez utilizadas las tintas hipsométricas-, SECEG, que ya había asumido la fase de esgrafiado, decidió proceder al sobreado de todo el Mapa, tarea realizada por el excelente cartógrafo y artista, Sr. Pajares, con el resultado que puede apreciar el lector del Mapa.

Para la impresión, tras diversas pruebas en los Talleres del IGN, se decidió la formación de 15 planchas con 13 colores diferentes, cuya acertada combinación debe atribuirse a los técnicos del IGN. En los momentos de redactarse esta Memoria, el IGN está procediendo a la formación del Mapa Físico del Estrecho de Gibraltar en relieve, utilizando la moderna maquinaria adquirida muy recientemente. Si haber contemplado todavía el resultado, puede ya afirmarse de antemano que la publicación será de extraordinaria calidad y que su aceptación por todos los usuarios será plena.

Solamente resta añadir que el Mapa aquí considerado dio lugar a una felicitación por parte de la Real Sociedad Geográfica, lo que pone de manifiesto su utilidad.

### 3. EL MAPA DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR A ESCALA 1/25.000

Tras el correspondiente acuerdo entre los tantas veces citados organismos españoles y marroquíes, quedó decidida la formación del Mapa a escala 1/25.000, comprometiéndose cada institución a la realización del relativo a su territorio.

Los técnicos del IGN propusieron a sus homólogos de la DC las principales características que debía reunir el citado Mapa, aceptando a su vez la inclusión de ciertos signos convencionales utilizados por Marruecos en su cartografía. Tales características pueden resumirse en:

- Zona a cartografiar: la comprendida entre los paralelos 35°42' N y 36°12' N y los meridianos 5°15' W y 6°00' W.

- División de hojas: la zona se divide en 16 hojas, cuyos bordes abarcan un arco de meridiano de 7'30" y un arco de paralelo de 11'15". Las 8 hojas del norte han

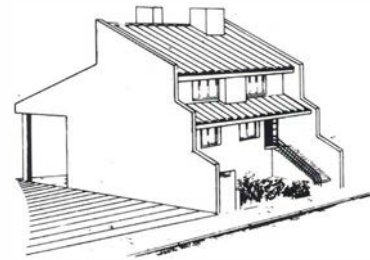
sido formadas por el IGN, correspondiendo las 8 hojas del Sur a la DC.

- Sistema Geodésico de Referencia: SGR80.

- Marco de referencia: RGEG.

- Sistema de representación Cartográfica: Proyección cónica conforme pseudosecante de Lambert, con origen en el punto 35°57'00"N y 5°37'30"W de Greenwich. Es evidente que la razón de elegir este sistema de proyección conforme tiene como finalidad la reducción al mínimo de las deformaciones lineales en todo el entorno de la zona comprendida en el mapa. El factor de reducción deducido tiene como valor 0,999995266., resultando paralelos automecoicos los de 55°46'23"00 y 36°07'36"54 de latitud norte. Por otra parte, las fórmulas de transformación de coordenadas geodésicas a planas y viceversa resultan fácilmente programables sin necesidad de recurrir a largos y prolijos desarrollos en serie, tal como sucede en la proyección UTM.





MARQUES DE VILLABRAGIMA, 37  
TELEFONO 373 82 28  
FAX 373 86 79  
28035 MADRID

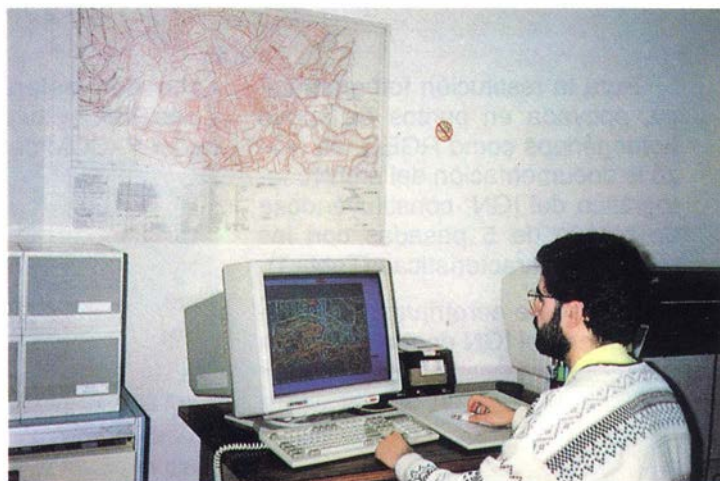


## CARTOGRAFIA

- Fotogrametría Analógica.
- Fotogrametría Analítica.
- Mapas gráficos y numéricos.
- Geodesia y Topografía.
- Cartografía Temática.

## SISTEMAS INFORMATICOS

- Generación y Explotación de Bancos de Datos (Digitalización).
- Sistemas de Información y Gestión Geográfica (S.I.G.).
- Catastros Numéricos de Rústica y Urbana.



## RECURSOS NATURALES

- Planificación y Ordenación del Territorio.
- Ordenación de Montes.
- Restauración Hidrológico-Forestal.
- Inventario y Gestión de Recursos Naturales.
- Evaluación de Impactos Ambientales.
- Proyectos Agroforestales.
- Planes de Defensa contra Incendios Forestales.
- Lucha contra la Erosión y la Desertificación.

Pas	Hoja	Empresa	Año	Focal	Escala
Pas. 1-M	1.073	Azimut S.A.	1982	153,26	1/30.000
M	1.074	SCFA	1984	152,84	1/30.000
M	1.075	SCFA	1984	152,84	1/30.000
Pas. 2-J	1.076	SCFA	1985	152,93	1/30.000
J	1.077	SCFA	1985	152,93	1/30.000
J	1.078	SCFA	1985	152,93	1/30.000
Pas 3 K	1.077	SCFA	1985	152,93	1/30.000
Pas 4 K-L	1.077	SCFA	1985	152,93	1/30.000
Pas 5 L-M	1.077	SCFA	1985	152,93	1/30.000

se desarrolló en el IGN la fase de restitución con empleo de restituidores WILD B8S y ZEISS Planicom C-100, seguida de la formación y puesta al día de la minuta. El esgrafiado fue encargado por SECEG a la empresa GEOTEM, la cual también realizó el sombreado y las pruebas de color. Por último, la tirada definitiva, en cinco colores, se llevó a cabo en los talleres del IGN, pudiendo presentarse el mapa, a falta de la batimetría, en el Coloquio de Marrakech en msayo de 1990.

En espera de que el IHM finalice el levantamiento batimétrico de la costa española, la fase de formación de la cartografía fundamental del Estrecho de Gibraltar, en cuanto se refiere a la zona española, puede darse como finalizada en los plazos previamente establecidos.

TABLA 1

Para la restitución fotogramétrica, apoyada en puntos de apoyo homogéneos como RGEG, se utilizó la documentación del archivo fotográfico del IGN, constituyéndose un bloque de 5 pasadas con las siguientes características:(Tabla 1).

La fase de aerotriangulación tuvo lugar en el IGN donde se llevó a

cabo con estereocomparadores Zeiss PSK 2 y su cálculo en el ordenador FACOM del IGN. Igualmente

DC	Division de la Cartographie
EUREF 89	Campaña Europea GPS para establecimiento de un marco geodésico de referencia europeo.
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IHM	Instituto Hidrográfico de la Marina
IGN	Instituto Geográfico Nacional
NAP	Nivelación de Alta Precisión
NAVSTAR	Constelación de satélites para Navegación con cronometración y distanciometría
REUN	Red Europea Unificada de Nivelación
RGEG	Red geodésica del Estrecho de Gibraltar
RGOG	Red Geodésica para Observaciones Geodinámicas del Estrecho de Gibraltar
RGOGA	RGOG ampliada hacia el Norte
ROA	Real Observatorio de la Armada
ROI	Red Geodesica de Orden Inferior
RPO	Red Geodésica de Primer Orden
SECEG	Sociedad Española de Estudios para la Comunicación fija a través del Estrecho de Gibraltar
SGE	Servicio Geográfico del Ejército
SGR 80	Sistema Geodésico de Referencia 1980
SNED	Societé Nationale d'Etudes du Detroit
WGS 72	Sistema Geodésico Mundial 1972
WGS 84	Sistema Geodésico Mundial 1984

TABLA DE ACRONIMOS



# ESTACIÓN TOTAL ELECTRÓNICA

# GTS-303

*¡ABRA UNA PUERTA A LA NUEVA  
ERA DE LA TOPOGRAFIA!*

## ¡HAGA COMPARACIONES!

- Pantalla de 2 líneas a cada lado.
- Lectura angular: 10 cc.
- Compensador automático.
- Batería incorporada de 6 horas para medición de distancia. (Uso normal: 13.5 h.)
- Medición tracking en mm.
- Precisión en distancias:  $\pm 3$  mm.
- Alcance: 1.400 m (con 1 solo prisma).
- Medición entre puntos, altura remota y punto excéntrico.



## ¡CAMBIARÁ A TOPCON!

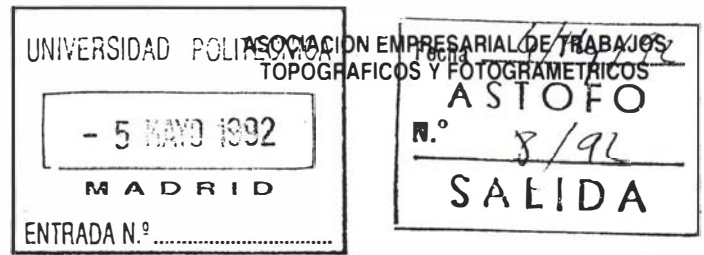
TOPCON ESPAÑA, S.A.

Central:  
Frederic Mompou, 5 Ed. EURO-3  
08960 S. Just Desvern (Barcelona)  
Telf.: (93) 473 40 57 Fax: (93) 473 39 32

Del. Norte:  
Chonta, 48  
20200 Eibar (Guipúzcoa)  
Telf./Fax: (943) 12 16 20

Del. Centro:  
Dr. Esquerdo, 148  
28007 Madrid  
Telf.: (91) 552 41 60 Fax: (91) 552 41 61

Creemos conveniente reproducir íntegramente la carta que ASTOFO (Asociación Empresarial de trabajos Topográficos y Fotogramétricos) envía al rector de la Universidad Politécnica en su defensa de los intereses empresariales en el Sector Cartográfico.



Ilmo. Sr. Director de la Universidad Politécnica de Madrid  
Ramiro de Maeztu, s/n  
28040 MADRID

Muy Sr. mío:

Madrid, a 29 de Abril de 1.992

Como Gerente de ASTOFO (ASOCIACION EMPRESARIAL DEL SECTOR DE LA TOPOGRAFIA Y FOTOGRAMETRIA) me tomo la libertad de distraer su atención con respecto al impacto que está ocasionando en el mercado de la contratación de trabajos relativos a topografía y cartografía, la participación de la Universidad Politécnica a través de convenios concertados por la Fundación General de la Universidad, con distintos Organismos Públicos.

En efecto, hemos comprobado que la citada Fundación viene negociando convenios de colaboración con algunos Ayuntamientos y Comunidades Autónomas, dirigidos a la ejecución de trabajos topográficos y cartográficos de carácter normal, que habitualmente han sido realizados por alguna de las Empresas del sector, y ello supone restringir el mercado reduciendo la posibilidad de contratación de empresas particulares.

Aunque bien es cierto que por ahora estos convenios se vienen desarrollando de forma muy esporádica, se detecta una clara determinación de potenciar estos programas.

La situación descrita, lógicamente ha causado gran alarma en esta Asociación y en las Empresas que se integran en la misma, en cuanto que consideran que en cierta manera la Universidad mediante los referidos convenios coarta sus posibilidades de trabajo convirtiéndose en un competidor, si bien de carácter privilegiado teniendo en cuenta las circunstancias en que se produce su irrupción en el mercado. De hecho la situación tiende a agravarse, cuando se detecta la intención de potenciar al máximo esta actividad.

Entendemos que los fines y objetivos de la Universidad y la Fundación están claros conforme al artículo 11 de la Ley de Reforma Universitaria donde se establece que:

*"... podrán contratar ... la realización de trabajos con carácter científico, técnico y artístico, y así como el desarrollo de cursos de especialización."*

Igualmente los Estatutos de la Fundación determinan que:

*"... la misión fundamental será la promoción de la ciencia, la cultura y la educación ... a través de la ayuda"*





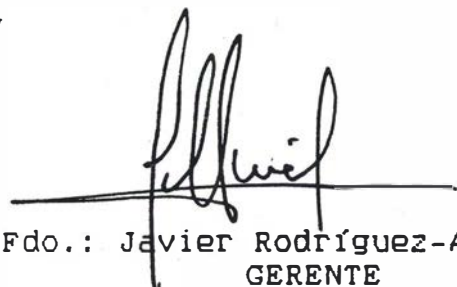
*a la investigación y al estudio. Para el cumplimiento de su objeto se promoverá ... la estipulación de convenios con empresas privadas y organismos públicos para el desarrollo de programas de investigación, docentes o culturales o de asistencia ...*"

Pues bien, como se dijo anteriormente la Fundación negocia convenios relativos a la realización de trabajos normales tales como la confección de cartografía urbana, el apoyo de vuelos fotogramétricos, etc., actividades estas desempeñadas desde siempre por las Empresas constituidas precisamente para la realización de las mismas. Por otra parte, insistimos en que tales convenios nada tienen que ver con la promoción de la investigación o del estudio, ni la asistencia técnica, y que por tanto en realidad son trabajos corrientes que no encajan, a nuestro modo de ver, en los superiores objetivos a que hacen referencia la Ley de Reforma Universitaria y los Estatutos de la Fundación.

Con todos los respetos, entendemos que en cierta medida la actuación de la Fundación, en estos casos, supone una concurrencia favorecida, pues la Fundación puede fácilmente reducir los costos por el sistema empleado de trabajo a través de becas y subvenciones, creando una situación discriminatoria con respecto a las Empresas del sector que tiene que mantener sus plantillas y sus medios técnicos sin recibir ningún tipo de ayuda. La irrupción de la Fundación en el mercado significaría una situación de privilegio contraria a los criterios de economía de libre empresa e igualdad de oportunidades garantizados por la Constitución, y por ello en nuestra opinión, sería necesario regular la participación de la Fundación en el mercado otorgándole un carácter excepcional, y siempre dirigido a actividades claramente científicas o de investigación, y no a trabajos regulares que pueden ser fácilmente desarrollados por las empresas establecidas.

En definitiva, consideramos que la Fundación realiza actuaciones impropias con respecto a su objeto, enmarcando una típica relación laboral de los estudiantes que los realizan, y que nada tiene que ver con trabajos de investigación, ni de especial nivel científico o técnico a que hacen referencia sus Estatutos, por cuya razón, es deseable se ponga fin a las mismas.

Atentamente,



Fdo.: Javier Rodríguez-Avial  
GERENTE

# GEOSISTEMA DE INFORMACION DE LA CIUDAD DE MADRID

## Un modelo relacional basado en SICAD

Sebastian Arbolí

Carlos J. Ochoa

### LA URBIMATICA, UN RETO DEL FUTURO

El ayuntamiento de Madrid, durante el desarrollo del Proyecto Plano Ciudad, necesitó en un momento del proyecto expresar mediante un concepto informático todas las posibles implicaciones del Proyecto Plano Ciudad, acunando en ese momento el término Urbimática. Este concepto engloba todos los procesos de gestión informatizada de una ciudad que tengan en todo o en parte una referencia territorial.

Esta referencia territorial, georeferenciación, puede representarse en un plano y por tanto ser tratada mediante un sistema de información geográfica (SIG).

El Proyecto Plano ciudad se inició en el año 1988 a partir de los trabajos comenzados en 1984 de la digitalización del Plano Parcelario, naciendo como una visión urbanística de la Ciudad y como solución informática a la gestión y desarrollo del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid. La ciudad es contemplada como un organismo vivo, desde su nacimiento y materialización en un plano a partir de métodos topográficos, la planificación, desarrollo y ejecución del planeamiento.

La idea de contemplar la ciudad bajo esa filosofía permite la toma de decisiones sobre el desarrollo de las mismas, incluso antes de que se produzca. Así pueden modificarse las

prioridades de ejecución en función de las desviaciones producidas en la programación planificada.

Para llevar esto adelante es necesario disponer de toda la información referente a población, servicios, equipamientos, infraestructuras, catastro, medioambiente, etc., es decir, el territorio en su conjunto. La Urbimática nace como una solución informática para la gestión integrada de la ciudad.

La puesta en marcha de un proyecto de esta envergadura requiere de una concepción informática especial y con un desarrollo importante, ya que no hablamos de un concepto estándar.

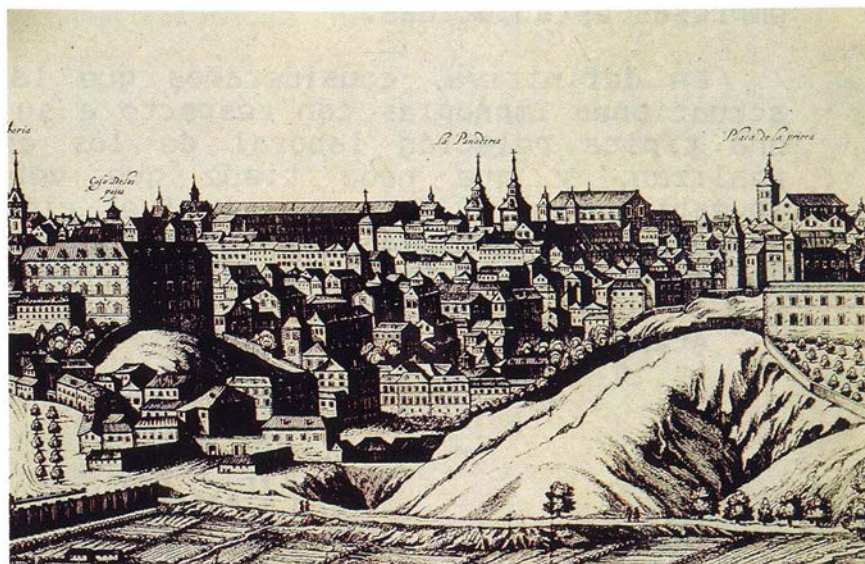
Por otro lado, hay que contemplar que el volumen de información que se va a tratar es realmente importante. No en vano la ciudad de Madrid es una de las capitales de Europa más pobladas y con una

actividad urbanística importante. Este desarrollo se está llevando a cabo de forma conjunta por el Departamento del Plano Ciudad del Ayuntamiento de Madrid y el centro de Cartografía y SIG de SIEMENS NIXDORF.

Madrid, una de las mayores y más antiguas capitales de Europa, tiene una importante tradición cartográfica. Ya desde comienzos del siglo XVI (por el famoso cartógrafo holandés De Witt), hasta nuestros días, la responsabilidad del plano de la ciudad ha recaído en diferentes departamentos y organismos.

Fue sobre el año 1983 cuando se comenzó a gestar la idea de lo que más tarde se conocería como el "Plano de la Ciudad", que se creó oficialmente por el año 1989.

Desde este momento se fue dando forma a ese proyecto de ciudad, para lo cual había una premisa im-





LA DECISION ES SUYA.....  
It's for you to decide.....

EXPERTOS EN...  
Experts in...

VUELOS FOTOGAMETRICOS  
Photogrametric Flights

Y/ and

SENSORES REMOTOS  
Remote Sensing

ambos/both

CONTROLADO POR GPS

GPS controlled

AEROPUERTO CUATRO VIENTOS

Aptd. 116019

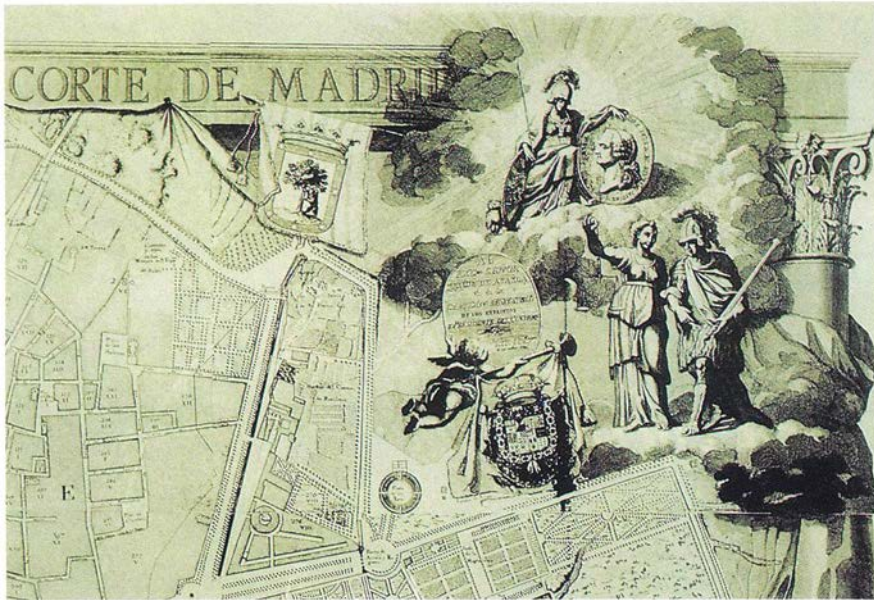
28044 MADRID

TEL.: 208 45 44

208 89 40

FAX: 208 84 29





portante: la digitización del plano topográfico parcelario a escala 1:500, ya que no se disponía de recursos ni de tiempo suficiente para meterse en una tarea de fines imprevisibles como sería la realización de un plano nuevo. Para lo cual se desarrolló un programa de digitización que permitiera a operadores de escasa formación informática obtener una productividad importante sin perjuicio de la calidad y de la precisión.

Esto no era más que el comienzo de un proyecto a largo plazo que debería prever todo tipo de problemática de gestión y mantenimiento de la ciudad.

A mediados del año pasado, el departamento del "Plano Ciudad" pidió la colaboración de SIEMENS NIXDORF con el fin de estudiar la posibilidad de plasmar este modelo diseñado previamente, basándose en un concepto de Geosistema de Información Urbana y amoldándose a los requerimientos y necesidades elaborados por el Ayuntamiento. La experiencia de este proyecto, así como las conclusiones que se puedan sacar del mismo, es lo que a continuación pasamos a comentar.

## INTRODUCCION

Echando la vista atrás unos cuantos años y fijándonos en la cartografía de la época, podemos ver

con todo detalle una calidad de dibujo importante, así como una cantidad de información que, plasmada en un plano, nos configura lo que hoy podríamos definir como un "geosistema de información".

La necesidad del hombre desde antiguo de representar el entorno geográfico ayudándose en cada momento de los medios de que disponía a su alcance se ha ido plasmando en planos y mapas cuyo contenido y forma de representación hoy en día han cambiado sustancialmente.

Tomando como punto de partida la cartografía de la ciudad del siglo XVII, momento en el que se puede decir que se dispone de una información con una métrica aceptable, conviene fijarse en algunos rasgos característicos de la época, así como matices que conviene resaltar.

La representación en vista perspectiva, dibujando con gran lujo los detalles edificio a edificio, nos da un idea de la ciudad casi fotográfica. Este modo de representación pretendía de alguna manera plasmar sobre un plano un modelo real de la ciudad lo más parecido posible y con algunas dosis de imaginación por parte del cartógrafo.

Asimismo, estos planos eran completados con grandes y lujosas leyendas explicativas en las que se

describían los parajes, edificios o lugares singulares.

Tenemos pues, por un lado, un modelo gráfico de la ciudad y por otro, una descripción literal del estado de la misma; siendo esto lo que podríamos llamar un "geosistema de información urbano".

Con el tiempo, este tipo de representación se fue abandonando, en beneficio de la métrica, la precisión y la estadística, pero en detrimento de la cantidad de información gráfica que podíamos interpretar, aunque las memorias descriptivas pudiesen llegar a ser a veces, auténticos libros.

Es a partir del siglo XVIII cuando aparecen los primeros planos geométricos con un parecido mayor a los que estamos acostumbrados a ver hoy en día siendo ya en el siglo XIX cuando tenemos las pautas de lo que serían los planos topográficos parcelarios y la cartografía básica urbana.

En este breve caminar por la historia de la ciudad, vemos cómo ha evolucionado de forma notoria la representación de la misma, así como la fisonomía y el concepto de la ciudad.

Cabría preguntarnos cómo será la ciudad de año 2000 y cómo deberemos representarla.

Evidentemente, la representación de la ciudad, cartográficamente hablando, no es un fin en sí misma, sino una información más que estará a disposición de cualquier usuario o servicio que lo demande.

# SIEMENS NIXDORF



## SICAD® Sistema de Información Geográfica.

Geosistemas de información para la cartografía moderna:

SICAD-CARTOGRAFIA. Topografía, cartografía, catastro, planificación, urbanismo, utilidades y redes (agua, gas, electricidad, teléfono), medio ambiente...

SICAD-DIGSY. Sistema de digitización y análisis de la información cartográfica. Conexión con la base de datos geográfica y a otros sistemas.

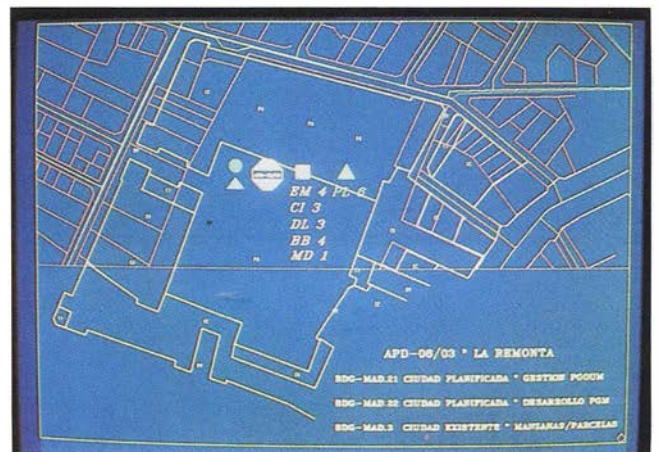
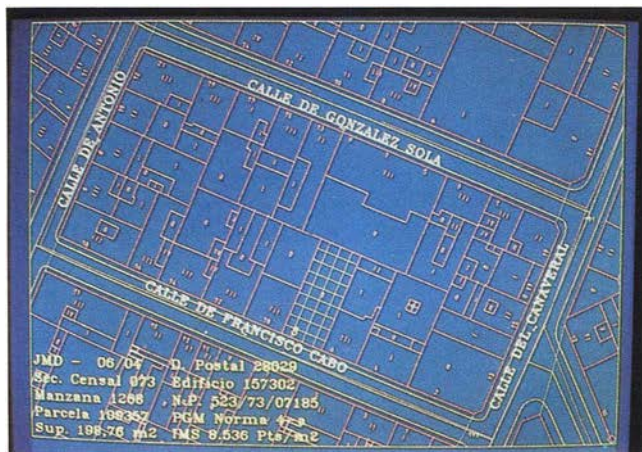
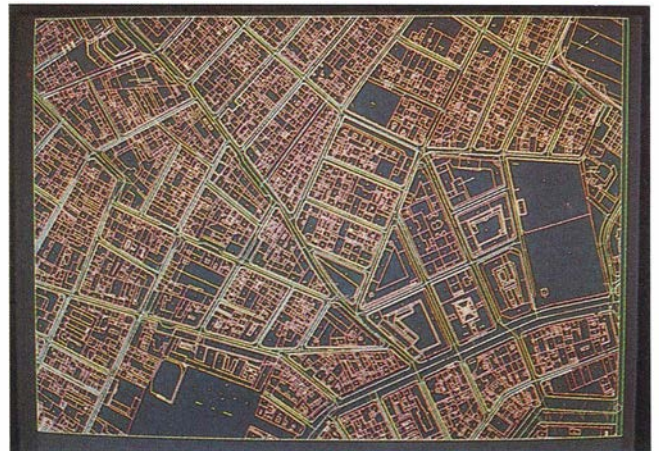
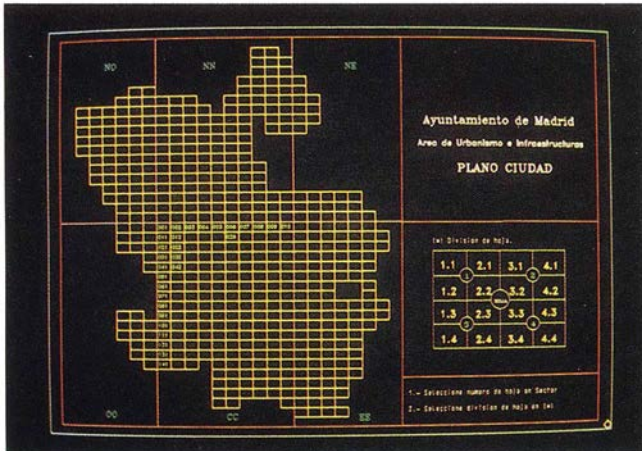
SICAD-HYGRIS. Geosistema híbrido de información. Tratamiento de imágenes, técnicas raster/vector y conexión con el geosistema SICAD® a través de la base de datos geográfica.



Siemens Nixdorf  
Sistemas de Información

Ronda de Europa, 3  
28760 Tres Cantos - Madrid  
Tel. 803 90 00

**Siemens Nixdorf**  
**Sinergia en acción**



La planificación de la ciudad, se puede abordar, no sólo con la aportación de las nuevas tecnologías de dibujo asistido por ordenador, estaciones gráficas de trabajo, sino que el GEOSISTEMA de información

diseñado, es una herramienta completa que permite manejar toda la información de la Ciudad a nivel de Población, Actividades, Servicios, Medio Ambiente, Tráfico, Geotecnia, Infraestructuras, etc.

### HACIA UN GEOSISTEMA DE INFORMACION INTEGRAL DE LA CIUDAD

La complejidad organizativa de las administraciones locales (Ayuntamientos) hace que gran cantidad de veces se multipliquen esfuerzos de manera totalmente innecesaria. Y por otro lado, tareas simples y rutinarias como la obtención de una cédula urbanística acompañada de un plano topográfico puede ser un peregrinar de varios días de despacho hasta conseguir el fin perseguido.

De esta manera, cuando el Ayuntamiento de Madrid asumió el reto de informatizar las cartografía

existente fue con la mirada puesta en el futuro y no como un objetivo a corto plazo y sin contenido.

El geosistema de información urbano debía ser un integrante más del sistema de información municipal y no un sistema de explotación cartográfica.

La ciudad no es sólo un conjunto de calles y edificios donde los ciudadanos nacen, crecen se reproducen y mueren. La ciudad es un ente vivo y esta vida se rige conforme a unos parámetros que se establecen en cada momento.

### DISEÑO Y TIPOLOGIA DE LA CIUDAD

El Area de Infraestructuras y Urbanismo, y posteriormente el Plano de la Ciudad de Gerencia de Urbanismo (Ayto. de Madrid) diseñó lo que serían las grandes pautas del proyecto "Plano Ciudad".

Los tres pilares en los que se apoya el modelo son:



**Nikon**

# Función Plena; Rentabilidad Garantizada



## TEODOLITO ELECTRONICO NE-20S Y NIVEL AUTOMATICO AX-1S

El teodolito electrónico digital NIKON NE-20S y el nivel automático AX-1S, incorporados ambos al famoso mundo de la óptica NIKON. Ellos tienen sencillez y precisión de nivelación para un proyecto de ingeniería civil o construcción, ya sea grande o pequeño y en las condiciones más adversas.

Ambos son instrumentos fuertes y seguros, ligeros de peso y diseñados para un uso cómodo y fácil.

Han sido construidos para una precisión mecánica y rápida aún trabajando en condiciones adversas.

Cuando se necesita calidad y fiabilidad cuente con estos equipos NIKON.



### Teodolito electrónico NIKON, NE-20S

- Lectura digital del ángulo de 20" ó 0.006G usando un decodificador fotoeléctrico incorporado.
- Gran display de cristal líquido fácil de interpretar, de doble línea, permitiendo leer los ángulos horizontales y verticales simultáneamente.
- Tiempo de operación de más de 70 horas con baterías alcalino-manganesicas.



### Nivel automático NIKON, AX-1S

- Imagen de 18X, brillante, clara y nítida, complementada con una distancia de enfoque mínima de 0,85 mts. para utilizar en espacios pequeños.
- Alta precisión de +/- 5 mm. en un km., de doble nivelación.
- Con compensador incorporado, amortiguado magnéticamente, que nivela la línea del punto de mira automáticamente.
- El nivel AX-1S tiene un retículo con líneas estadimétricas con una constante de 1 : 100.

**REGO**  
REGO & CIA S A

28037 MADRID

San Romualdo, 26

Tel. (91) 304 53 40

Fax: (91) 304 56 34

DELEGACIONES:

BARCELONA

Tel. (93) 300 46 13

SANTIAGO

Tel. (981) 59 36 50

BILBAO

Tel. (94) 423 08 86

SEVILLA

Tel. (95) 445 81 87

GRANADA

Tel. (958) 26 37 74

VALENCIA

Tel. (96) 362 54 25

LAS PALMAS

Tel. (928) 25 30 42

VALLADOLID

Tel. (983) 37 40 33/34

P. DE MALLORCA

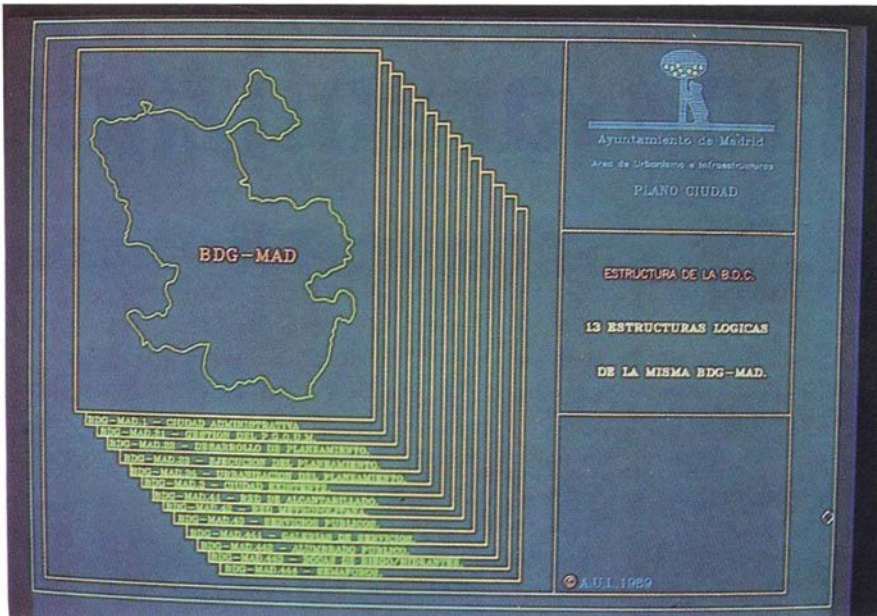
Tel. (971) 20 09 72

ZARAGOZA

Tel. (976) 56 38 26

S.C. TENERIFE

Tel. (922) 24 07 58



Es el lugar en donde vivimos y donde se realizan las divisiones administrativas, sobre la que se planifica, etc. Luego es la base de las demás ciudades y el que va a soportar el mayor número de información, cambios y modificaciones. Por lo que, cuanto más exactos y precisos sean los datos que aquí se almacenen, tanto más exactos y precisos serán los resultados demandados. Esta la podríamos subdividir básicamente en cuatro apartados:

- Plano parcelario (Catastro): manzanas, parcelas, edificios, viales, etc.
- Medio ambiente: zonas verdes, arbolado, etc.
- Circulación y transportes: red viaria, aparcamientos, etc.
- Bienestar social: equipamientos de todo tipo.

La ciudad de infraestructuras es aquella que soporta las infraestructuras de la ciudad y que mayoritariamente afectan al subsuelo, si bien pueden afectar a la superficie.

Tenemos aquí las siguientes divisiones básicas:

- Geotécnica del subsuelo.
- Red metropolitana.
- Servicios públicos (agua, gas, electricidad, teléfono).

- Estructura organizativa del plano ciudad
- Estructura de datos del plano ciudad
- Mantenimiento del plano ciudad

**Estructura organizativa**

La estructuración de la ciudad nace como consecuencia de un estado de situaciones y actuaciones que sobre ella acontecen, y así aparecen cuatro subdivisiones básicas de la misma:

- Administrativa
- Planificada
- Existente
- Infraestructuras

La ciudad administrativa es la que nos representa las distintas divisiones territoriales o espaciales en función de su gestión, teniendo actualmente las siguientes divisiones:

- Distritos y barrios
- Seccionamiento censal
- Distritos postales

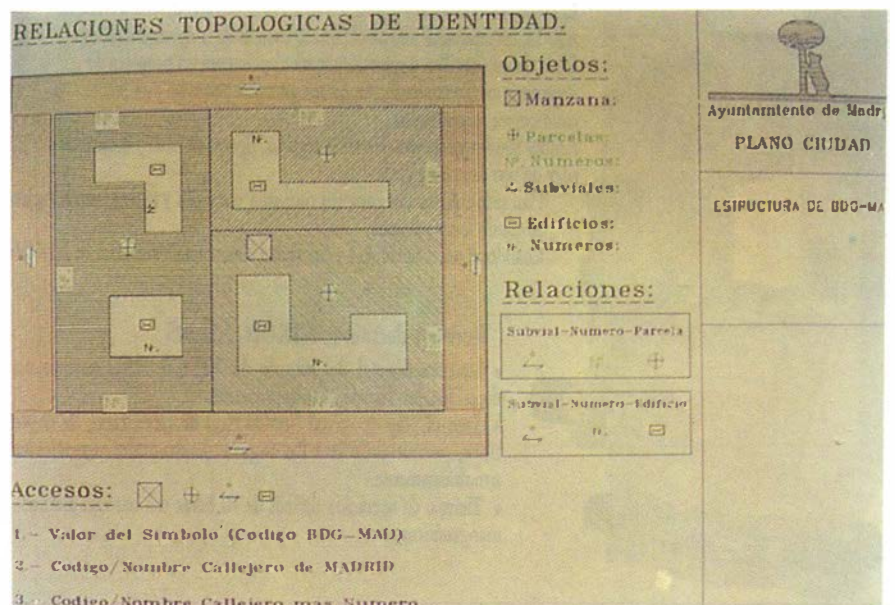
Se prevén posteriores divisiones en función de otro tipo de actuaciones o intervenciones.

La ciudad urbanística es aquella que nos representa en planeamiento y su ejecución, es decir, es el

punto de referencia para ver la evolución de la ciudad. Esta evolución se puede subdividir en cuatro estados:

- Gestión del plan general
- Desarrollo del planeamiento
- Ejecución del planeamiento
- Urbanización del planeamiento

La ciudad existente es aquella a la que históricamente se referían los cartógrafos: la ciudad real con todas sus características y particularidades.



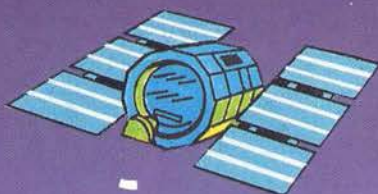
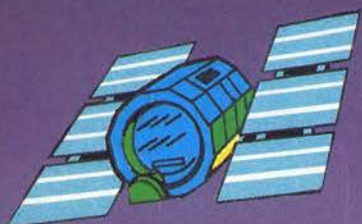




NUESTRO OBJETIVO EL DESARROLLO...

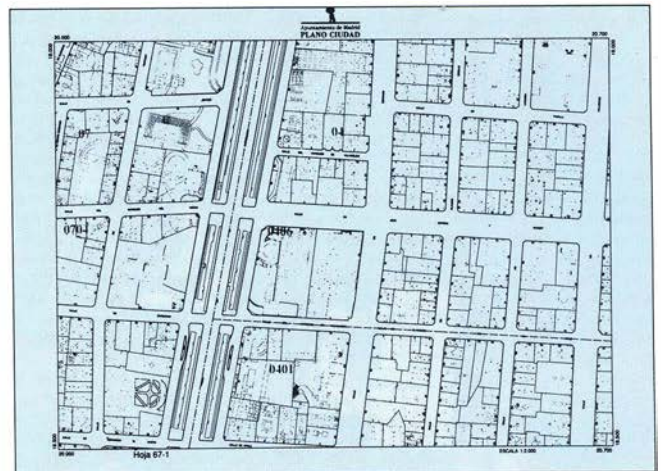
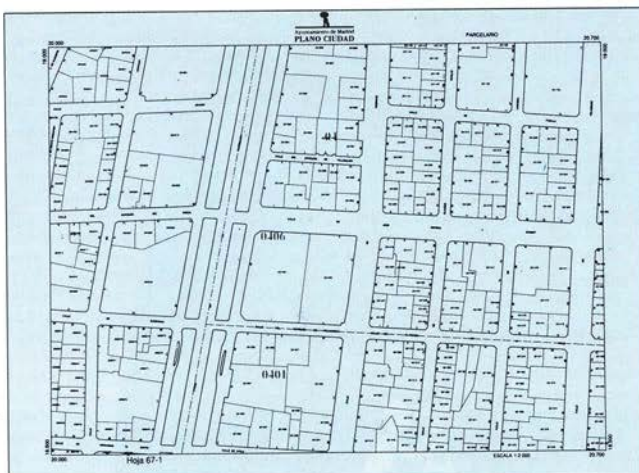
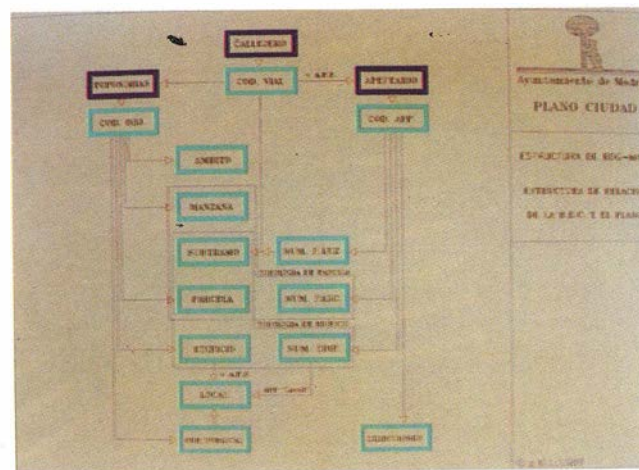
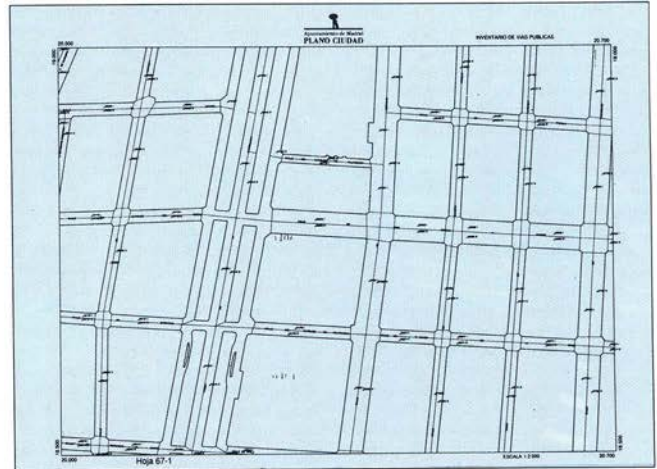
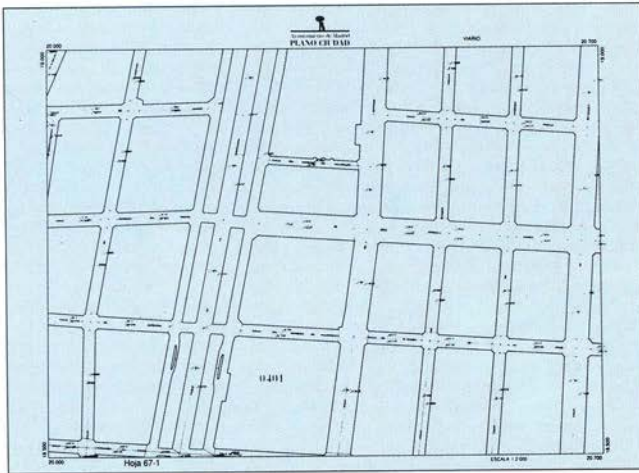
Ramírez de Arellano, 26 - MADRID 28043

Tlf. 413.77.12 - FAX 5193948



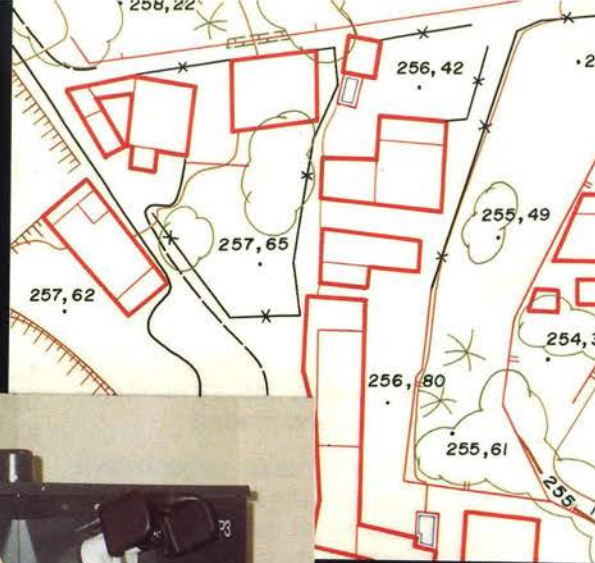
# TOPSER





Una perfecta identificación de la ciudad, nos permite el acceso a cualquier entidad, de una forma clara y concisa. Clave para ello es el disponer de un callejero único y fiable capaz de resolver las consultas que se consideren oportunas en cada momento. El Geosistema dispone de un mecanismo de identificación

único, así como de un catálogo de toponimios que permite la identificación de entidades de una manera rápida y sencilla. La edición de planos de alta calidad, con la información más actual de la ciudad, es uno de los procesos de producción del Geosistema.



GE  
NE  
CAR,  
S.A.



**GENECAR, S.A.**

Cardenal Belluga, 6, 1º B

Teléfonos: (91) 361 1576

361 1753

Fax: 361 1857

28028 MADRID

- Servicios municipales (alcantarillado, alumbrado, riego, semáforos).

### **Estructura de datos y mantenimiento del plano ciudad**

La estructuración organizativa de la ciudad diseña de alguna forma un modelo en el que hay que ser ciertamente cuidadoso en cuanto a la estructuración de datos que vamos a realizar.

Conforme al tipo de información a tratar, hemos hablado de cuatro estados básicos de la ciudad y en cada uno de ellos teníamos una serie de divisiones o temas, hasta llegar a un total de dieciséis.

Veamos a continuación cuáles serán los parámetros que nos marcan el modelo a seleccionar:

- Tipo de información gráfica cartográfica de que se dispone.

- Precisión y fecha de actualización.

- Tipo de información alfanumérica referente a la gráfica.

- Fuente de datos y fecha de actualización.

- Tipo de información general referente o dependiente de la anterior.

- Dependencia de la información gráfica sobre la alfanumérica o viceversa.

- Medios materiales y humanos para llevar a cabo el proyecto.

- La información gráficas de la que se partió fue el plano topográfico parcelario a escala 1:500 que se comenzó a informatizar por métodos de digitización, procediéndose a levantar por topografía clásica las zonas nuevas y las revisiones o tareas de mantenimiento.

Para saber la precisión de las cartografía digitizada sobre el plano se procedió a contrastar los resultados comparando coordenadas de puntos notables por digitización y topografía clásica, teniendo en el caso más desfavorable +/- 0.5 m. de error. La información alfanumérica,

callejero, censo, padrón, datos de edificios, etc., ya era mantenido informáticamente en la fecha de la prueba, y estos datos son utilizados por personal de todo el Ayuntamiento. Vemos, pues, que la información alfanumérica va por un camino y la gráfica, por otro, por lo que habrá que buscar un punto común que nos permita relacionarla.

Por otro lado, se estudió también la interdependencia entre ambos tipos de información, pudiendo decir que el mayor número de incidencias que ocurren es a nivel alfanumérico y que, entre un 80% y 90% de los casos, éstas no tienen influencia en los datos gráficos.

Y aquí tenemos que hablar necesariamente del mantenimiento de la información del plano de la ciudad, puesto que la estructura de datos debe permitir un diseño en el que no haya redundancia de datos, sea geocontinuo y nos evite problemas de mantenimiento.

### **Diseño de un prototipo piloto**

Para realizar un correcto análisis, tanto del diseño como de la funcionalidad, se procedió a realizar un proyecto piloto sobre un caso real. Para lo que se escogió un distrito de Madrid.

Se dividió la ciudad en cuatro ciudades básicas, y estas, a su vez en temas hasta un total de dieciséis. Se hizo una selección del tipo de objetos a tratar, el tipo de geometría y los parámetros gráficos.

Cada objeto se define con un código y una serie de atributos, estableciendo las relaciones topológicas entre los mismos.

Tenemos, pues, la ciudad subdividida en temas, los objetos que tratan y definen los temas y sus atributos.

Y lo que faltaba finalmente era el tipo de geometría que nos debería servir para conectar las tablas de atributos de la base de datos ciudad con la gráfica. Después de varias pruebas se decidió finalmente por símbolos, ya que la versatilidad y

potencia de este daba unas prestaciones que no daba otro elemento gráfico.

La decisión de optar por dos bases de datos vino obligada por la existencia de una de ellas) alfanumérica y la incapacidad para tratar temas gráficos y cartográficos complejos.

La comunicación entre estas quedó finalmente decidida de forma que el objeto tendrá un identificador único tanto para la parte gráfica como alfanumérica.

De esta manera cualquier cambio que afecte a un atributo de la base de datos alfanumérica no tiene por qué afectar a la gráfica; por ejemplo, un cambio de nombre de calle o número de la casa no afectan a la Base de Datos Geográfica. Ya que aquí lo que tenemos es un elemento gráfico con una serie de atributos que son códigos.

Tenemos así una base de datos geográfica continua, con toda la información cartográfica requerida y en la que se han establecido las relaciones topológicas entre los distintos objetos con el fin de garantizar su consistencia. Se han definido también una serie de códigos que permiten relacionarse con otras bases de datos externas.

La realización de este proyecto se realizó en el Ayto. de Madrid (Gerencia de Urbanismo) durante los meses de mayo y junio de 1989 con un sistema Siemens Nixdorf basado en una estación de trabajo WS-2000 y con el programa SICAD, basado en la "Base de Datos Geográfica".

Se prevé que la puesta en marcha del proyecto definitivo se lleve a lo largo del presente año, incluso en conexión con otras empresas o departamentos: Dpto. de Bomberos, Canal de Isabel II (agua potable de la ciudad), bajo el mismo concepto y con el mismo diseño SICAD.

La realización de este proyecto situará el Ayuntamiento de Madrid a la cabeza de los "geosistemas de información" en Europa.



**Cartografía, Topografía  
y Catastro**

**CARTOYCA, S.A.**

**Avda. Cardenal Herrera Oria, 167 (Edificio Balmes I)**

**Teléfs. 730 44 74 / 739 74 25 - Fax 730 21 03 - 28034 MADRID**

# TRABAJOS GEODESICOS EN EL AEROPUERTO DE SALAMANCA

J.L. Caturia

E. Bayarri

Instituto Geográfico Nacional

Subdirección General de Geodesia

**S**e describe el levantamiento que llevó a cabo la Subdirección General de Geodesia del IGN en el aeropuerto de Salamanca mediante GPS, combinando el método estático y el método cinemático, y se comparan los resultados de dos pseudocompensaciones cinemáticas según el método de "Base Conocida".

## 1. OBJETIVOS

A petición de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), y conforme a las prescripciones establecidas verbalmente entre el Área de Definición de Sistemas de Navegación Aérea (ADSNA) y la Subdirección General Adjunta de Geodesia del Instituto Geográfico Nacional (IGN), en julio de 1991 se efectúa una campaña de observación GPS en el Aeropuerto de Matacán (Salamanca) con el objeto de asignar coordenadas de alta precisión, error máximo tolerado de 5 cm., en el Sistema Geodésico Mundial (WGS-84) a un número dado de puntos para, desde ellos, transportar dichas coordenadas a todas las ayudas a la navegación o a cualquier otro punto que se estime necesario. De esta manera la DGAC empieza a cumplir las recomendaciones de la "X Conferencia de Navegación Aérea" (Montreal, Septiembre 1991); concretamente:

"Las autoridades gubernamentales de aviación, en cooperación con OACI y otros organismos internacionales pertinentes, adoptarán un sistema geodésico con centro en la Tierra para determinar latitud y longitud; concretamente el sistema WGX-84. De esta manera se adoptará una única referencia de latitud y longitud para extenderla a todos los tipos de navegación".

Se aprovechan los datos para analizar la existencia o inexistencia de irregularidad atribuibles a posibles interferencias originadas por las ayudas electrónicas a la navegación, como podría esperarse tras las campañas realizadas por el Federal Geodetic Control Committee de EE.UU. (Hothem, 1990 a,b).

Finalmente, dado que el sistema reglamentario en España es ED-50 y habitualmente se emplean coordenadas planas UTM, se obtienen latitud, longitud y altura elipsoidal referidas al Datum Europeo así como coordenadas UTM procedentes tanto de WGS como de ED-50.

## 2. MATERIAL Y METODOS

### 2.1. Método de actuación

Estudiada la situación y el problema planteado, se ha considerado como único modo viable y eficaz para asegurar la precisión centimétrica requerida el empleo de la tecnología GPS.

Se han definido tres estaciones principales (1101, 1102, 1103), que se ha referido al vértice geodésico de la red de primer orden "CORRAL 0015" (ubicado a unos 17 km de

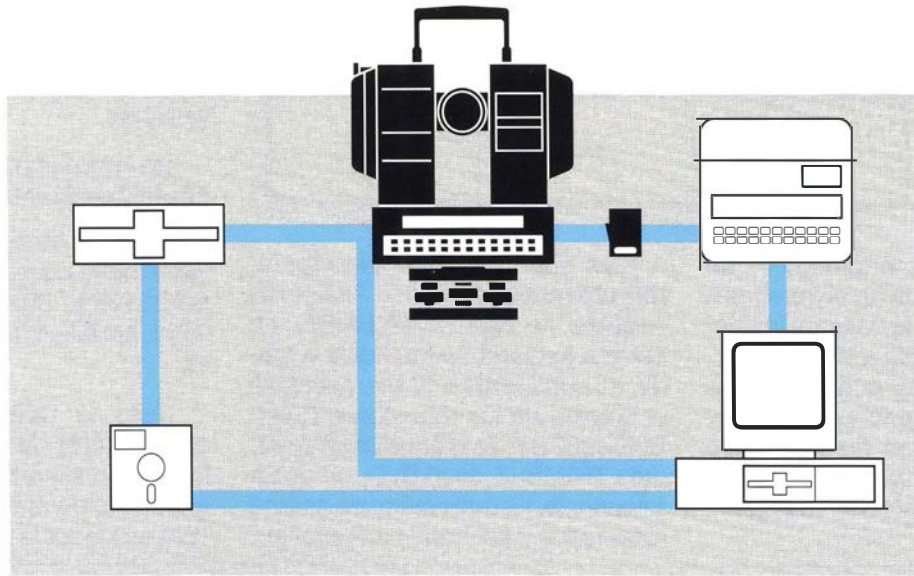
Matacán) y para el cual se poseen de coordenadas WGS-84 procedentes de dos campañas de ampliación de la red EUREF'89 efectuadas por el IGN en 1990.

Conviene mencionar que las coordenadas WGS-84 asignadas a CORRAL son provisionales ya que se obtuvieron a partir de la compensación parcial de la red española EUREF'89 (Oreja et al. 1989) con origen en la estación VLBI de Robledo de Chavela. Tales coordenadas no serán definitivas hasta que la subcomisión EUREF (IAG) haga públicos los valores conseguidos tras la compensación conjunta de toda la red europea.

Por otra parte, conviene hacer notar que las altitudes obtenidas mediante GPS son altitudes referidas a la superficie del elipsoide WGS-84 y no a nivel medio del mar (altitudes ortométricas). Como puede ser necesario que los problemas cartográficos y de navegación se resuelvan tanto en el citado sistema geodésico WGS-84 como en el sistema ED-50, reglamentario en España, el ADSNA considera necesario obtener dichas coordenadas ED-50 con las correspondientes coordenadas planas UTM. El paso de un sistema al otro no plantea ningún problema a partir de 1992, fecha en que se dispondrá de coordenadas ED-50 de todos los vértices de la Red Geodésica de Orden Inferior (ROI) de la provincia de Salamanca, por lo que el IGN podrá llevar a cabo el cálculo de los parámetros de transformación desde un sistema al otro y viceversa.

Por el momento, para el cálculo aproximado de las coordenadas

# Rendimientos que superan límites



## Establezca Vd. las condiciones para un flujo eficiente de los datos

Memoria intercambiable de gran capacidad y alta seguridad de los datos, varios modos de transferencia de los datos, adaptación a los periféricos, gracias a parámetros variables de los interfaces y protocolos ...

Su taquímetro, ¿le ofrece las condiciones para procesar los resultados de medición de modo racional?

Si desea que el taquímetro electrónico sea la base del proceso eficiente de los resultados,

**NOVEDAD:** Taquímetro electrónico registrador Rec Elta

inevitablemente tendrá que considerar los taquímetros electrónicos registradores Rec Elta Serie E de Carl Zeiss. Equipado con la memoria Mem E, un Rec Elta es perfectamente compatible con los periféricos: desde el registro de los datos, pasando por su transferencia, hasta la asistencia mientras se los procesa.

Para que vuelva a aprovechar sin demora las ventajas de su Rec Elta.



Producto de la Comunidad Europea



LA  
SERIE **E**  
Electrónica de vanguardia en geodesia

Medición automática de la presión y temperatura atmosféricas

Carl Zeiss Geo, S.A.  
Plaza de la Ciudad  
de Salta, 5, Bajo  
28043 Madrid  
Tel. (91) 519 21 27  
Fax (91) 413 26 48

Jose Luis Berdala  
Balmes, 6  
08007 Barcelona  
Tel. (93) 301 80 49  
Fax (93) 302 57 89

SISTEMA	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
WGS-84	40°49'00"7642	-5°36'52"6779	1064.19
ED-50	40°49'05"0503	-5°36'47"7148	1007.10
Diferencia	+4"2861	+4"9631	-57.09

Tabla 1

ED- 50 y altitudes ortométricas de los puntos definidos en el aeropuerto de Salamanca, aplicamos los parámetros correctivos a las tres coordenadas obtenidas para el vértice CORRAL por diferencia de las coordenadas del mismo nombre entre ambos sistemas geodésicos. Dichos parámetros son los recogidos en la tabla 1.

Las observaciones se prepararon utilizando la utilidad PLAN del paquete de cálculo TRIMVEC. La escasa longitud de los lados a medir, no superiores a 17 km, aconsejó el empleo de los receptores TRIMBLE 4000 ST, en detrimento del modelo TRIMBLE 4000 SLD, de doble frecuencia, ya que carece de antena cinemática y es menos manejable.

Los puntos a observar (ver el esquema de la fig.1) son los constituidos por las estaciones principales (estaciones 1101, 1102 y 1103) en el interior del aeropuerto, y los 9 puntos sobre la pista principal (estaciones denominadas 0002, 0003, 0004, 0005, 0006, 0007, 0008, 0009, 0010). En la tabla 2 vienen especificados los puntos a los cuales se les proporciona coordenadas WGS-84.

Se programó la observación en dos fases claramente diferenciadas:

Fase 1: Medición de todas las baselíneas constituidas por el vértice CORRAL 0015 y las estaciones 1101, 1102 y 1103, de forma estática.

Fase 2: Determinación de las coordenadas de los 9 puntos sobre la pista principal mediante el uso del método cinemático, modalidad de "Base Conocida".

IDENTIFICACION DE LOS PUNTOS CON COORDENADAS WGS84

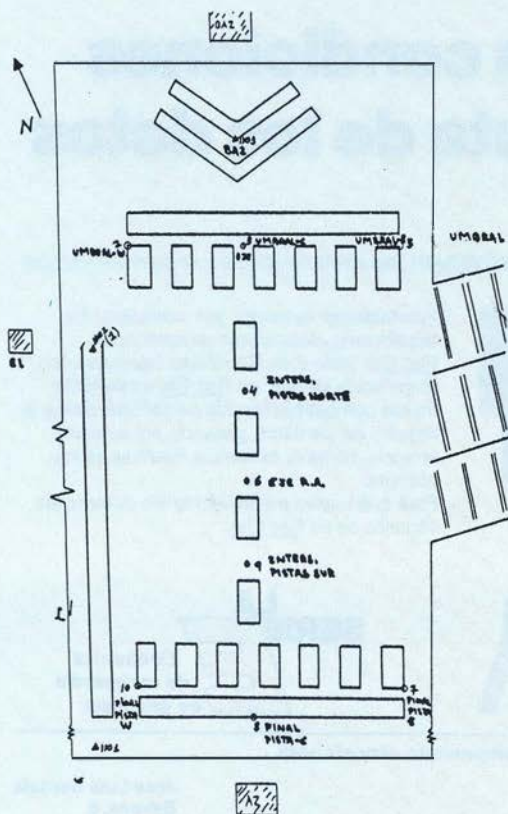


Figura 1

- 1101 : Clavo introducido en la esquina W de la pista.
- 1102 : Clavo introducido en el borde NW de la pista alineado con la fachada NE de la caseta de Elevación.
- 1103 : Clavo introducido en el vértice del ángulo NE de los dos pintados en la pista próximos a la caseta BAZ. Este clavo NO está alineado con el eje de pista.
- 0002 : Esquina NW de la raya NW paralela al eje de pista y que indica el umbral de la misma.
- 0003 : Intersección del eje de pista con el borde NE definido por las rayas de umbral de pista.
- 0004 : En la intersección del eje de pista con el eje (aproximado) de la pista N de acceso.
- 0005 : Esquina NE de la raya SE paralela al eje de pista y que indica el umbral de la misma.
- 0006 : Punto RA de la pista, determinado por el IGN como situado en el eje de la misma y en el centro geométrico.
- 0007 : Esquina SE de la raya SE paralela al eje de pista y que indica el final de la misma.
- 0008 : En el centro (aproximado) de la raya de final de pista. NO está alineado con el eje de pista.
- 0009 : En el eje de pista y en su intersección con la pista S de acceso.
- 0010 : Esquina NW de la raya NW paralela al eje de pista y que indica el final de la misma.

Tabla 2



# ¡ABIERTOS!

**GENASYS - Líder en soluciones GIS bajo UNIX**  
**GENAMAP, GENACELL, GENARAVE, GENACIVIL**

## **GIS ABIERTOS**

Los sistemas GIS tienen que ser abiertos para poder integrarse con otros sistemas ya existentes, y proporcionar referencias espaciales que hagan sus datos más útiles. Los sistemas abiertos son el mejor método para el crecimiento de un sistema integrado. Los productos Genasys, diseñados originalmente con criterio de sistemas abiertos, constituyen la mejor solución GIS.

## **ABIERTOS A LOS USUARIOS**

GENIUS es una interfaz gráfica de usuario, que permite personalizar todos los productos Genasys. Basado en OSF/Motif, GENIUS funciona en todas las plataformas y productos, reduciendo el tiempo de aprendizaje y mejorando la productividad de los usuarios de GIS. Los comandos de uso general de Genasys proporcionan a los usuarios, una interfaz potente e intuitiva, que permite acceder a todas las funciones sin tener que seleccionar módulos diferentes.

## **ABIERTOS A LAS APLICACIONES**

Las herramientas de desarrollo de aplicaciones, facilitan la interacción con el sistema mediante un script basado en el conocido Shell de UNIX. Para desarrollar aplicaciones no se necesita conocer otro lenguaje, lo que permite obtener rápidos resultados con un mínimo de formación. Las interfaces gráficas personalizadas, pueden ser diseñadas en minutos, simplemente utilizando el ratón.

## **ABIERTOS A LA INFORMACION**

La interfaz cliente-servidor GENACOM, proporciona acceso directo a Bases de Datos Relacionales como ORACLE, INGRES, INFORMIX, DDB4,... y otras. Se puede acceder a múltiples bases de datos simultáneamente y la información puede ser transferida en ambas direcciones, entre el GIS y las bases de datos, sin ficheros intermedios de transferencia.

## **ABIERTOS A LAS PLATAFORMAS**

Se puede escoger el hardware mejor para un entorno, obteniendo la misma funcionalidad, sobre plataformas HP, IBM, SUN, SGI, MIPS, CD, PCs 386/486,... y otras. Los datos pueden ser transferidos desde otras plataformas con facilidad.



## **ABIERTOS A LOS DATOS**

GENAREF proporciona traductores para un gran número de formatos estándares del mercado (SIF, DGN, TIFF, DXF, ARC/INFO,...). Además el formato neutro ASCII permite construir otros traductores fácil y rápidamente.

## **ABIERTOS A LA FUNCIONALIDAD**

Las funciones de análisis integrado ráster y vector de Genamap están consideradas como las más fáciles y comprensibles de la industria GIS. Las vistas espaciales permiten a los usuarios formular preguntas complejas sin tener que desarrollar ficheros intermedios o cambiar de módulos.

## **ABIERTOS A USTED**

Nos gustaría hablar con Vd. sobre sus necesidades GIS. Periódicamente realizamos demostraciones que le proporcionarán mejor conocimiento de la familia de productos GENASYS. Contacte con nosotros. Le ayudaremos a abrir la puerta del GIS.



PARA MAS DETALLES, POR FAVOR CONTACTE CON  
COLOM, OLLER Y ASOCIADOS, S.A. LAGASCA, 104 28006- MADRID  
TEL: (91) 578 03 70 FAX: (91) 578 03 22

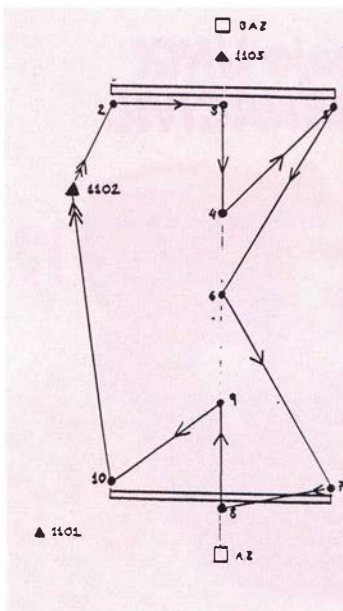


Figura 2

La observación sólo pudo iniciarse puntualmente en el vértice CORRAL, por lo que se refiere al cálculo de baselíneas, se considera como hora efectiva de comienzo las 16:30 (UTC). Durante el periodo de observación se recibieron señales de los satélites de número PRN 2, 6, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 21 y 23, de tal manera que la constelación estuvo constituida por un mínimo de 4 y un máximo de 6. Como muestran las efemérides registradas, el estado de todos los satélites era operativo, con el parámetro URA comprendido entre 2,0 y 5,7. El método estático se aplicó entre las 16:30 y las 20:06, y el método cinemático entre las 20:23 y las 21:12, todo en horas UTC.

Tras la observación estática (Fase 1), se mantienen fijos los receptores de las estaciones 1101 y 1103 y se efectúa una observación cinemática (Fase 2) partiendo de la estación 1102, efectuando el recorrido mostrado en la figura 2. Dado el poco tiempo disponible, el método cinemático se efectuó a gran velocidad, reduciéndose a 1 minuto el tiempo de estacionamiento en cada uno de los 9 puntos, siendo la antena transportada sobre un vehículo que sufrió aceleraciones y frenazos bruscos. Pese a ello, como vemos más adelante, la observación resultó de alta calidad.

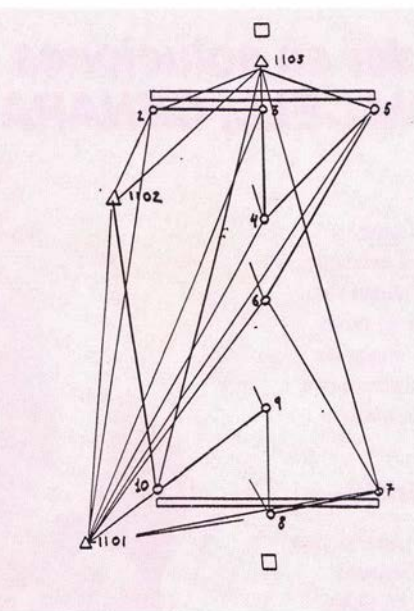


Figura.3

Finalizada la Fase 2, se pusieron en marcha las ayudas silenciadas manteniendo operativos algunos receptores, con objeto de averiguar el efecto de posibles interferencias.

Durante el periodo de observación de la Fase 1, se llevó a cabo, paralelamente, un levantamiento por métodos clásicos para hallar el punto central de la pista y para lo cual se empleó un distanciómetro DI-3000 sobre teodolito Wild T2. Se eligió la puesta de sol como hora de observación para evitar el efecto calima existente en esas fechas. Este fue el punto al cual se llamó 0006.

## 2.2 Cálculo y compensación

El cálculo se llevó a cabo con el software TRIMVEC-PLUS (TRIMBLE), desarrollándose en varias fases.

En primer lugar, considerando como fijo el vértice CORRAL con sus coordenadas WGS-84, se efectuó el cálculo de las baselíneas 0015- 1101, 0015-1102 y 0015-1103, obteniéndose así unas coordenadas muy aproximadas para estas estaciones.

A continuación se procedió al cálculo de las baselíneas 1101-1102, 1103-1101 y 1103-1101 pues, pese a que sólo dos de ellas son independientes, el posterior trata-

miento con el programa TRIMNET (TRIMBLE) aconseja el cálculo de todas las baselíneas posibles.

Posteriormente, aplicando el programa TRIMNET y manteniendo fijas las coordenadas del vértice CORRAL 0015, se efectuó una compensación rigurosa en tres dimensiones, sobre el sistema WGS-84, de la figura constituida por los vértices 1101, 1102, 1103 y 0015. Se obtienen así las coordenadas compensadas para los tres primeros y que luego se utilizan para definir las bases 1101-1102 y 1103-1102, en las cuales se apoyó la observación en modo cinemático realizada en la Fase 2.

El cálculo en modo cinemático se efectuó mediante una pseudo-compensación con TRIMNET (Fig. 3) y se llevó a cabo en dos etapas. En primer lugar se consideró como conocida la base 1101-1102 y posteriormente, la 1103-1102.

Confirmada la calidad de toda la observación, se decidió realizar una compensación única y definitiva manteniendo fijo el vértice CORRAL 0015 e introduciendo todas las observaciones, tanto estáticas como cinemáticas, constituyendo con ello el Proyecto MATACATT. Se obtuvieron las coordenadas WGS-84 que finalmente han sido adoptadas. A partir de estas se obtuvieron las correspondientes ED-50. De ambas se calcularon, mediante el programa COOR desarrollado en el IGN por el Ing. Morencos, las correspondientes coordenadas planas en el Sistema de Proyección UTM.

Finalmente se procedió al cálculo de azimuth geodésico WGS-84 del eje de la pista definido por los puntos 0006, 0003, 0004 y 0009.

## 3. RESULTADOS

Las soluciones al cálculo de las baselíneas 0015-1101, 0015-1102 y 0015-1103 son todas del tipo FIX, con un porcentaje mínimo de épocas rechazadas por el proceso y unos valores muy aceptables de RMS y RDOP, estimadores de la calidad de la observación. En la tabla 3 se re-

cogen las coordenadas obtenidas para los vértices 1101, 1102 y 1103, con los errores estimados correspondientes. El cálculo de las baselíneas 1101-1102, 1101-1103 y 1102-1103, dada su corta longitud y la gran calidad de la observación, genera soluciones tipo FIX con excelentes valores de RMS y RDOP. El resultado del cálculo cinemático se recoge en las tablas 4 y 5. En las tablas 6 y 7 se recogen las soluciones de las pseudocompensaciones en cinemático y en la tabla 8 se muestra la comparación entre las soluciones anteriores. El resultado del proyecto Matacatt queda reflejado en la tabla 9, Las coordenadas

planas UTM para WGS-84 y ED-50 se muestran en las tablas 10 y 11 respectivamente. Por último, el azimut del eje de la pista obtenido es:  $Az = 27^{\circ} 54' 25''$ .

**4. CONCLUSIONES**

Queda demostrado que la tecnología GPS es capaz de proporcionar la precisión exigida en el proyecto, con un mínimo de coste y mayor economía de tiempo. Es necesario remarcar la provisionalidad de los resultados obtenidos, en tanto la subcomisión EUREF no proporcione la coordenadas definitivas y no esté realizada la compensación de la ROI de Salamanca. Tal como po-

demus apreciar en la tabla 3, la calidad de los resultados en la Fase 1, entra ampliamente dentro del rango exigido, tal como se esperaba.

Por lo que respecta a la fase 2, se aprecia en las tablas 4, 5, 6, 7 y 8 que los resultados son excelentes salvo en la estación 0007, donde la diferencia de altitud entre las dos pseudocompensaciones es comparativamente mayor a la de otros puntos. Del análisis de la tabla 9 se pone de manifiesto que las coordenadas resultantes de la compensación conjunta de todas las observaciones son las idóneas.

Durante el proceso de cálculo, no se ha puesto de manifiesto irregularidad alguna atribuible a posibles interferencias de las ayudas electrónicas a la navegación, si bien es cierto que no actuó radar alguno, fuente fundamental de interferencia por su potencia y por emitir en la banda L.

**REFERENCIAS**

- Caturla, J.L. (1991) "Trabajos Geodésicos en el Aeropuerto de Salamanca" I.G.N. Documento Interno.
- Hothem, L.D. (1990a) "Test and Demostration of GPS Satelllite Survey Systems". FGCC Report: FGCC-IS-90-2.
- Hothem, L.D. (1991b) "Test and Demostration of Three Dual Frequency (L1/L2) GPS Satellite Survey Systems". FGCC Report: FGCC-IS-90-2.
- Oreja et al. (1989) "Euref'89" S.G.E. Madrid.

**EURO CARTO, S.A.**

Avda. Santa Eugenia, 29 (Local 11 - 14)  
28031 MADRID  
Tel.: 332 40 90 - Fax: 332 50 96

**CARTOGRAFIA**  
**TOPOGRAFIA**  
**Y FOTOGRAMETRIA**  
**A NIVEL EUROPEO**

5. REFERENCIAS

Caturja, J.L. (1991) "Trabajos Geodésicos en el Aeropuerto de Salamanca"  
I.G.N., Documento Interno

Huthem, L.D. (1990a) "Test and Demonstration of GPS Satellite Survey Systems"  
FGCC Report: FGCC-IS-90-1

Huthem, L.D. (1990b) "Test and Demonstration of Three Dual Frequency (L1/L2) GPS Satellite Survey Systems"  
FGCC Report: FGCC-IS-90-2

Oreja et al. (1989) "Euref89"  
S.G.E., Madrid

5. REFERENCIAS

Caturja, J.L. (1991) "Trabajos Geodésicos en el Aeropuerto de Salamanca"  
I.G.N., Documento Interno

Huthem, L.D. (1990a) "Test and Demonstration of GPS Satellite Survey Systems"  
FGCC Report: FGCC-IS-90-1

Huthem, L.D. (1990b) "Test and Demonstration of Three Dual Frequency (L1/L2) GPS Satellite Survey Systems"  
FGCC Report: FGCC-IS-90-2

Oreja et al. (1989) "Euref89"  
S.G.E., Madrid

6. TABLAS

COORDINATE ADJUSTMENT SUMMARY  
NETWORK = MATACAN  
TIME = Tue Jul 30 12:02:38 1991

Datum = WGS-84  
Coordinate System = Geographic  
Zone = Global

Network Adjustment Constraints:  
1 fixed coordinates in y  
1 fixed coordinates in x  
1 fixed coordinates in h

POINT	NAME	OLD COORDS	ADJUST	NEW COORDS	1.00σ
1	LAT=	40° 49' 00.735000"	+0.000000"	40° 49' 00.735000"	0.000000m
	LON=	5° 36' 52.710000"	+0.000000"	5° 36' 52.710000"	0.000000m
	HEIGHT=	1064.4000m	+0.0000m	1064.4000m	0.000000m
2	LAT=	40° 56' 23.984456"	+0.000079"	40° 56' 23.984535"	0.000921m
	LON=	5° 30' 38.724574"	+0.000166"	5° 30' 38.724409"	0.000659m
	HEIGHT=	848.0998m	+0.4102m	848.5100m	0.001555m
3	LAT=	40° 57' 35.886044"	+0.000080"	40° 57' 35.886124"	0.000932m
	LON=	5° 29' 48.495519"	+0.000157"	5° 29' 48.495362"	0.000663m
	HEIGHT=	844.7080m	+0.4110m	845.1190m	0.001578m
4	LAT=	40° 57' 49.914658"	+0.000083"	40° 57' 49.914741"	0.000886m
	LON=	5° 29' 37.594552"	+0.000151"	5° 29' 37.594401"	0.000629m
	HEIGHT=	843.5229m	+0.4118m	843.9346m	0.001497m

Tabla 3

Sumario de cinemático desde 1001

Sesion Desde	A	rms	rdop	distancia(m)	ah1(m)	ah2(m)
196-1 1101	0001	0.014	0.117	2510.239	1.330	1.260
196-1 1101	0001	0.005	13.315	2510.295	1.330	1.260
196-1 1101	0002	0.031	0.319	2772.670	1.330	2.200
196-1 1101	0003	0.450	0.322	2772.726	1.330	2.200
196-1 1101	0004	10.491	0.326	2728.839	1.330	2.200
196-1 1101	0005	0.113	0.330	2773.117	1.330	2.200
196-1 1101	0006	0.262	0.347	1522.149	1.330	2.200
196-1 1101	0007	17.995	0.356	273.969	1.330	2.200
196-1 1101	0008	0.087	0.365	317.319	1.330	2.200
196-1 1101	0009	0.145	0.370	271.086	1.330	2.200
196-1 1101	0010	7.582	0.360	266.514	1.330	2.200

Tabla 4

Sumario de cinemático desde 1103

Sesion Desde	A	rms	rdop	distancia(m)	ah1(m)	ah2(m)
196-1 1103	0001	0.010	0.210	502.346	1.544	1.260
196-1 1103	0001	0.009	13.315	502.304	1.544	1.260
196-1 1103	0002	0.033	0.319	240.524	1.544	2.200
196-1 1103	0003	0.451	0.322	239.431	1.544	2.200
196-1 1103	0004	10.494	0.326	283.323	1.544	2.200
196-1 1103	0005	0.115	0.330	240.301	1.544	2.200
196-1 1103	0006	0.263	0.347	1490.088	1.544	2.200
196-1 1103	0007	17.994	0.356	2741.337	1.544	2.200
196-1 1103	0008	7.583	0.360	2746.541	1.544	2.200
196-1 1103	0009	0.085	0.365	2695.522	1.544	2.200
196-1 1103	0010	0.146	0.370	2741.091	1.544	2.200

Tabla 5

COORDINATE ADJUSTMENT SUMMARY  
NETWORK = MATACAN  
TIME = Tue Jul 30 12:02:38 1991

Datum = WGS-84  
Coordinate System = Geographic  
Zone = Global

Network Adjustment Constraints:  
1 fixed coordinates in y  
1 fixed coordinates in x  
1 fixed coordinates in h

POINT	NAME	OLD COORDS	ADJUST	NEW COORDS	1.00σ
1	LAT=	40° 49' 00.735000"	+0.000000"	40° 49' 00.735000"	0.000000m
	LON=	5° 36' 52.710000"	+0.000000"	5° 36' 52.710000"	0.000000m
	HEIGHT=	1064.4000m	+0.0000m	1064.4000m	0.000000m
2	LAT=	40° 56' 23.984456"	+0.000079"	40° 56' 23.984535"	0.000921m
	LON=	5° 30' 38.724574"	+0.000166"	5° 30' 38.724409"	0.000659m
	HEIGHT=	848.0998m	+0.4102m	848.5100m	0.001555m
3	LAT=	40° 57' 35.886044"	+0.000080"	40° 57' 35.886124"	0.000932m
	LON=	5° 29' 48.495519"	+0.000157"	5° 29' 48.495362"	0.000663m
	HEIGHT=	844.7080m	+0.4110m	845.1190m	0.001578m
4	LAT=	40° 57' 49.914658"	+0.000083"	40° 57' 49.914741"	0.000886m
	LON=	5° 29' 37.594552"	+0.000151"	5° 29' 37.594401"	0.000629m
	HEIGHT=	843.5229m	+0.4118m	843.9346m	0.001497m

Tabla 3

COORDINATE ADJUSTMENT SUMMARY  
NETWORK = MATACAN  
TIME = Fri Aug 02 12:49:04 1991

Datum = WGS-84  
Coordinate System = Geographic  
Zone = Global

Network Adjustment Constraints:  
1 fixed coordinates in y  
1 fixed coordinates in x  
1 fixed coordinates in h

POINT	NAME	OLD COORDS	ADJUST	NEW COORDS	1.00σ
2	LAT=	40° 57' 43.409305"	+0.000000"	40° 57' 43.409305"	0.007570m
	LON=	5° 29' 43.261636"	+0.000000"	5° 29' 43.261636"	0.012916m
	HEIGHT=	844.8290m	+0.0000m	844.8290m	0.016993m
3	LAT=	40° 57' 43.067522"	+0.000000"	40° 57' 43.067522"	0.007558m
	LON=	5° 29' 42.413354"	-0.000000"	5° 29' 42.413354"	0.012762m
	HEIGHT=	845.1008m	+0.0000m	845.1008m	0.017174m
4	LAT=	40° 57' 41.809199"	+0.000000"	40° 57' 41.809199"	0.007523m
	LON=	5° 29' 43.288774"	+0.000000"	5° 29' 43.288774"	0.012545m
	HEIGHT=	845.1719m	+0.0000m	845.1719m	0.017340m
5	LAT=	40° 57' 42.730812"	+0.000000"	40° 57' 42.730812"	0.007577m
	LON=	5° 29' 41.563816"	+0.000000"	5° 29' 41.563816"	0.012500m
	HEIGHT=	844.8152m	+0.0000m	844.8152m	0.017684m
6	LAT=	40° 57' 07.245356"	+0.000000"	40° 57' 07.245356"	0.005877m
	LON=	5° 30' 07.441387"	-0.000000"	5° 30' 07.441387"	0.009210m
	HEIGHT=	846.3955m	+0.0000m	846.3955m	0.014531m
7	LAT=	40° 56' 31.111758"	+0.000000"	40° 56' 31.111758"	0.003840m
	LON=	5° 30' 31.739041"	+0.000000"	5° 30' 31.739041"	0.005859m
	HEIGHT=	847.5642m	+0.0000m	847.5642m	0.009769m
8	LAT=	40° 56' 31.244179"	+0.000000"	40° 56' 31.244179"	0.003956m
	LON=	5° 30' 32.550190"	-0.000000"	5° 30' 32.550190"	0.005973m
	HEIGHT=	847.8574m	+0.0000m	847.8574m	0.010177m
9	LAT=	40° 56' 32.717681"	+0.000000"	40° 56' 32.717681"	0.004075m
	LON=	5° 30' 31.559728"	+0.000000"	5° 30' 31.559728"	0.006073m
	HEIGHT=	847.6097m	+0.0000m	847.6097m	0.010626m
10	LAT=	40° 56' 31.755193"	-0.000000"	40° 56' 31.755193"	0.004154m
	LON=	5° 30' 33.315820"	-0.000000"	5° 30' 33.315820"	0.006107m
	HEIGHT=	847.4576m	+0.0000m	847.4576m	0.010976m
11	LAT=	40° 56' 23.984535"	+0.000000"	40° 56' 23.984535"	0.000000m
	LON=	5° 30' 38.724409"	+0.000000"	5° 30' 38.724409"	0.000000m
	HEIGHT=	848.5100m	+0.0000m	848.5100m	0.000000m

Tabla 6



C/. Barón Castillo Chirel, 3  
☎ **570 39 51** (5 líneas)  
FAX: 570 24 43

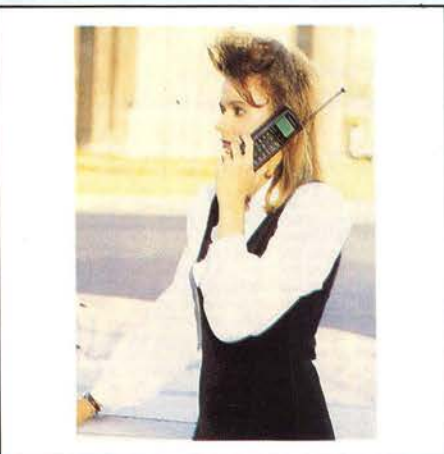
(DESDE 1965)

C/. Lagasca, 103  
☎ **563 97 00 - 563 49 17**  
FAX: 563 09 14



**KENWOOD / NETSET**

**COMUNICACIONES PROFESIONALES**



**TELEFONO  
MOVIL TMA**

- PORTATIL
- FIJO
- VEHICULO
- DE BOLSILLO

**SERVICIOS**

- INSTALACION DE REDES
- CONSERVACION
- LABORATORIO PROPIO
- LEGALIZACION FRECUENCIAS
- ESTUDIOS Y PROYECTOS

**BUSCAPERSONAS**

- RECEPTORES COBERTURA NACIONAL
- REDES PRIVADAS
- VENTA O ALQUILER

**PANASONIC**

- TELEFONOS DE COCHE
- SUPLETORIOS TELEFONICOS
- CONTESTADORES Y FAX



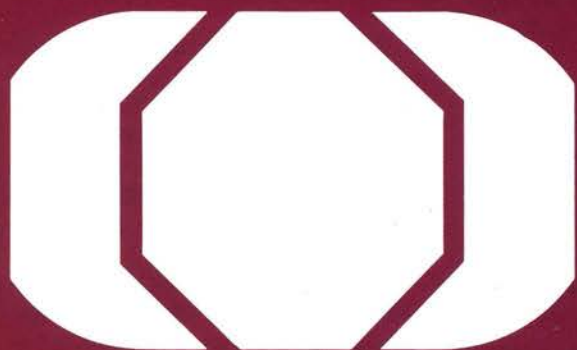


# EN FOTOGRAMETRIA Y TOPOGRAFIA EXIJA CALIDAD

## NUESTRAS EMPRESAS

En Astofo están agrupadas todas aquellas empresas del sector que destacan, en toda España, por su profesionalidad, experiencia y tecnología, garantizando unos resultados de excelente calidad.

Nuestras empresas ofrecen la solución más adecuada a las necesidades de sus clientes a través de un servicio directo y personalizado en cualquiera de las múltiples actividades que desarrollan, desde fotografía aérea, topografía y restitución, hasta digitalización y edición de cartografía. Y, siempre, a unos precios competitivos.



# ASTOFO

ASOCIACION EMPRESARIAL DE TRABAJOS  
TOPOGRAFICOS Y FOTOGRAMETRICOS

### BARCELONA

G & DA

### HUESCA

GEODISA

### LA CORUÑA

TOPONORT

### MADRID

AEROGRAM • AEROTOPO • AZIMUT  
CADIC • CARTOCIVIL • CARTOGESA  
CARTOYCA • CAYT • CETFA • CYS  
EDEF • ETYCA • EUROCATO  
FOTOCAR • GENECAR • GEOCART  
GEOMAP • HELI-IBERICA • IBECAR  
INTECPLAN • INTOPSA • LA TECNICA  
LEM • OFICINA TECNICA "A PETIT"  
PROTOCAR • STREOCARTO  
TASA • TEISA • TOGESA  
TOPYCAR • VALVERDE TOP.

### PAMPLONA

OMEGA

### SAN SEBASTIAN

NEURRI

### SEVILLA

CARTOFOTO DEL SUR • TECNOCART

### VALENCIA

SERVITEX

### VALLADOLID

GRAFOS

## EN VANGUARDIA DE LA FOTOGRAMETRIA.

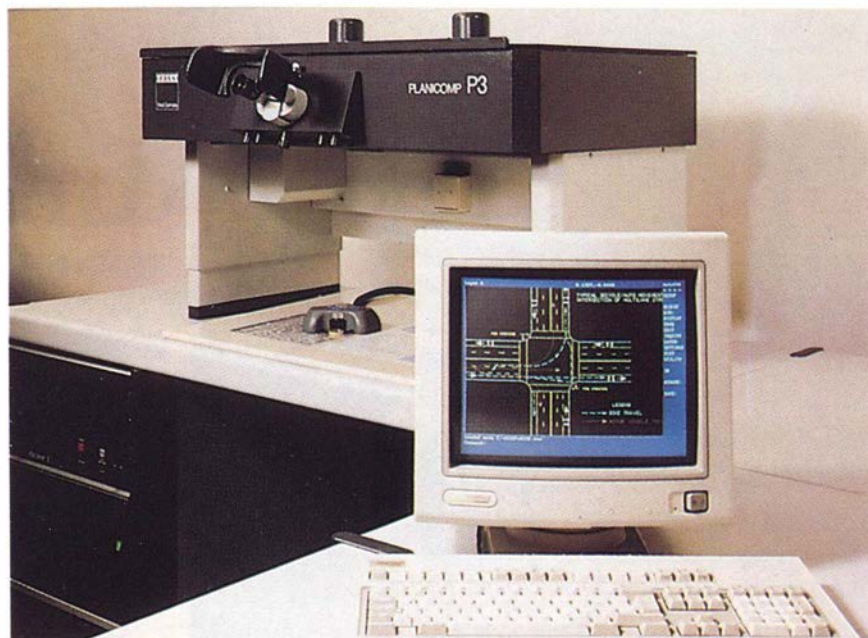
## La reunificación de las dos Alemanias facilita la unión del grupo de óptica Carl Zeiss

La reunificación alemana no sólo ha sido uno de los acontecimientos políticos más importantes de fin de siglo, también lo ha sido en el terreno económico. Uno de los casos más significativos es el de la empresa Carl Zeiss.

El 7 de noviembre del pasado año se daban cita en un lujoso hotel de Berlín dos delegaciones de directivos muy diferentes aunque, eso sí, amparadas en un mismo logotipo, un mismo nombre y una idéntica actividad empresarial. Allí, los máximos representantes de ambas compañías pusieron fin con sus respectivas firmas al proceso de segregación de la compañía Zeiss, derivado de la II Guerra Mundial y extendido durante todo el período de la guerra fría.

Casi 50 años de separación no han servido para quebrar la filosofía con que el joven emprendedor alemán Carl Zeiss fundara esta compañía especializada en la fabricación de instrumental de óptica y en la electromecánica, grupo que hoy día constituye uno de los líderes mundiales en este sector, gracias a la sofisticación alcanzada en sus productos.

El pacto suscrito supone la absorción del grupo Carl Zeiss de Oberkochen perteneciente a la República Federal Alemana, de su homóloga de la antigua República Democrática Alemana, Carl Zeiss Jena. Fruto de esta integración ha nacido una nueva sociedad que mantiene prácticamente la denominación genuina de la compañía, Carl Zeiss Jena GmbH en la que se integran las dos estructuras empresa-



riales y a la que se aportan los respectivos activos empresariales.

La distribución pasará a ser ahora responsabilidad de las 30 filiales que Carl Zeiss Oberkochen tiene en los mercados más importantes del mundo, entre los que se incluye España. Cifra a la que hay que añadir otras 100 agencias mundiales dedicadas a comercializar sus productos.

Para la modernización de las instalaciones de la antigua Zeiss Jena, los directivos occidentales piensan que Oberkochen tendrá que invertir alrededor de 250 millones de marcos alemanes (unos 15.570 millones de pesetas).

Tras la compra de su homóloga, el grupo Carl Zeiss contará a nivel mundial con una plantilla formada por más de 17.000 trabajadores y colaboradores y alcanzará un volumen de facturación superior a los

2.500 millones de marcos (alrededor de 160.000 millones de pesetas).

De la cifra total de ventas hay que destacar que el 11% se reinvierte en investigación y desarrollo. También hay que tener en cuenta que casi el 50% de sus ventas se obtiene gracias a las exportaciones a mercados de EE.UU. o Japón.

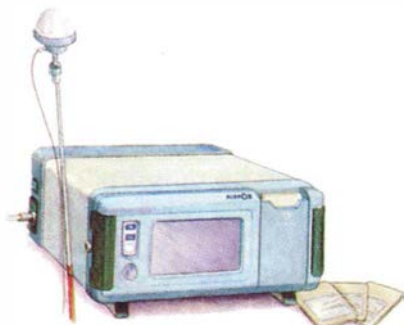
En España, y a partir del 1 de enero del presente año, la filial española de Carl Zeiss Oberkochen y distribuidor exclusivo de sus productos, Carl Zeiss, S.A. pasó a hacerse cargo de toda la gama de productos Zeiss Jena, así como de su representación.

El grupo cuenta en España donde se instaló hace 27 años, con una plantilla de 80 personas y su cifra anual de negocios supera los 3.000 millones de pesetas.



## G.P.S. EN ALQUILER

sidoro Sanchez, S.A., empresa que goza del liderazgo en España dentro del campo de la Topografía y sus servicios, cumpliendo con su filosofía de innovación y tecnología, ofrece un nuevo servicio de alquiler de G.P.S. único en España.



Este servicio incluye dos tarifas, una para G.P.S. de Topografía Expédita y otra para G.P.S. de Topografía Clásica de las marcas MEGALLAN y SOKKIA respectivamente.

La amplia experiencia, y la bien demostrada profesionalidad en el sector, permiten poder garantizar un excelente servicio de asistencia en esta nueva tecnología.

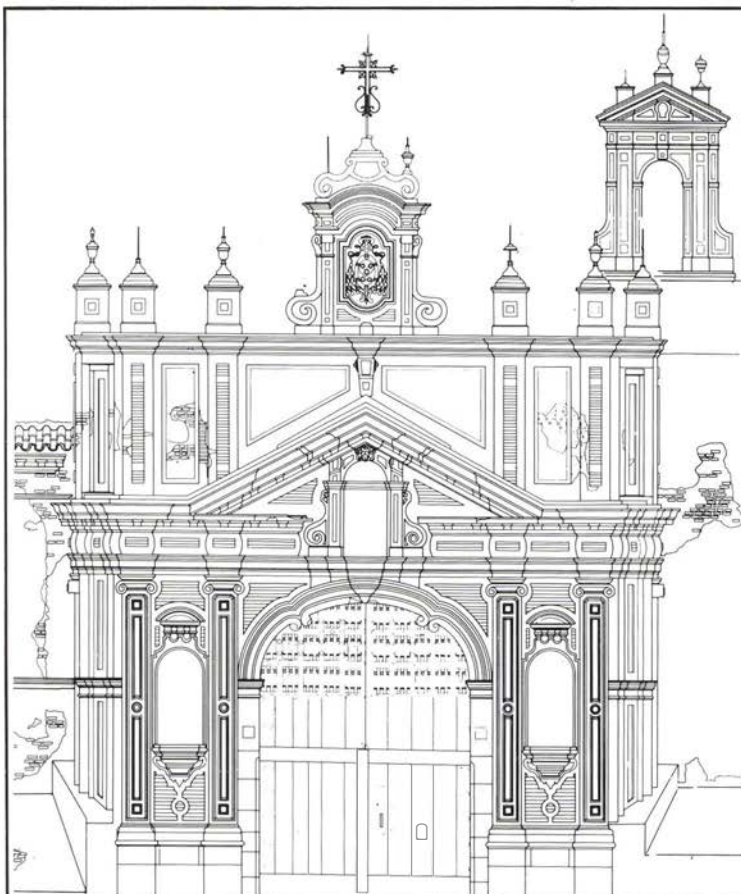
Un equipo de profesionales altamente cualificado y formado hacen posible satisfacer las necesidades de cada cliente de acuerdo a su actividad.

La empresa dispone de un Gabinete de Asesoramiento Técnico para, sin cargo alguno, estudiar el trabajo o necesidad de cada cliente. Asimismo, el personal de ISSA es

pecializado en este tipo de aplicaciones se hace cargo de la realización de los trabajos que posibilitan estas tecnologías.

Otra variedad para ya usuarios, es la de alquiler puro de los aparatos que, en cualquier caso, incluye un día de formación y entrega por parte de uno de sus técnicos. Todo ello sin olvidar los cursos y conferencias sobre el tema, que periódicamente realizan en su Centro de Formación.

Independientemente esta firma sigue renovando y potenciando a su vez el alquiler de Estaciones Totales, Libretas y Aparatos Láser para construcción, recientemente introducidos y siempre bajo los pilares de entregas rápidas, calidad de producto y servicio y esmerada atención al cliente.



**foycar,sa**

**FOTOGRAMETRIA AEREA  
FOTOGRAMETRIA TERRESTRE  
DIGITALIZACIONES  
PROCESO DE DATOS  
LABORATORIO TECNICO FOTOGRAFICO  
CARTOGRAFIA BASICA Y TEMATICA**

**LA CARTUJA DE SEVILLA**

SEDE DEL PABELLON DE GOBIERNO DE LA EXPO-92

LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRICO  
TERRESTRE REALIZADO POR FOYCAR, S.A.

Avda. Andalucía, s/n (Ctra. Málaga, km. 5,3)

41016 - SEVILLA

Apdo. Correos 7133

Tfnos. (95) 451 87 66 - 451 82 90

Fax (95) 467 75 26

## Los Institutos Tecnológicos, importante apoyo para la pequeña y mediana empresa

**S**e entiende por Instituto tecnológico a todos aquellos centros que disponen de personal cualificado, y realizan funciones de apoyo tecnológico a las empresas que por su dimensión no disponen de los medios adecuados.

Dentro de las estructuras de apoyo a las PME, en el área de la innovación los institutos tecnológicos juegan un papel central. Tres son los modelos que se pueden señalar: los centros públicos de investigación y los institutos de tecnología. Todos ellos desarrollan total o parcialmente las siguientes actividades:

- Información especializada y documentación sobre aspectos técnicos y comerciales utilizando como instrumentos para ello publicaciones, bases de datos, reuniones y asistencia personalizada.

- Formación técnica y profesional aprovechando el equipamiento y los conocimientos técnicos de que disponen.

- Normalización, certificación y calibración como factores que inciden en la calidad del producto.

- Investigación aplicada a las necesidades y los problemas de las PME, y difusión de los resultados de sus proyectos.

### MODELOS

La red de Asociación de Investigación de la Comunidad Valenciana, con especialización en los sectores tradicionales como calzado, cerámica, juguete..., y la red de centros tecnológicos vascos agrupados en EITE son dos modelos de apoyo tecnológico a las PME con resultados reconocidos. Las más de 20 Asociaciones de Investigación integradas en la Federación Española de Asociaciones de Investigación tienen asociadas más de 5.000 empresas.

Consciente de la importancia de los Institutos Tecnológicos el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo viene realizando convocatorias para la concesión de subvenciones, como las siguientes:

- Desarrollo del Plan de Infraestructura Tecnológica (BOE 118/1991).

- Apoyo a Instituciones sin fines de lucro que prestan servicios a determinadas industrias manufactureras (BOE 162/1991).

- Mejora de la oferta global y promoción de la calidad interna de los laboratorios que realizan trabajos de apoyo a la industria (BOE 118/1991).

- Desarrollo del Plan de Actuación Tecnológico Industrial (BOE 118/1991).

- Fomento de las actividades de propiedad industrial (BOE 205/1991).

- Promoción de la calidad industrial (difusión, sensibilización... (BOE 118/1991).

- Fomento de la cooperación y colaboración internacional (BOE 198/1991).

### POLITICA DE INVESTIGACION

La Comisión de las Comunidades Europeas por su parte también ha considerado a los Institutos Tecnológicos como objeto de su política de investigación, innovación y difusión en programas como:

- Tecnologías Industriales y de los Materiales (antiguo BRITE- EURAM).

- Investigación Cooperativa (CRAFT).

- Innovación y Transferencia de Tecnologías (SPRINT). A través de ellos los Institutos Tecnológicos se presentan como intermediarios privilegiados con los PME.

**Los Institutos Tecnológicos son centros que disponiendo de personal cualificado realizan funciones de apoyo tecnológico a las empresas que por su dimensión no disponen de los medios adecuados**

**Dentro de las estructuras de apoyo a las PME, en el área de la innovación los institutos tecnológicos juegan un papel central. Tres son los modelos que se pueden señalar: los centros públicos de investigación, las asociaciones de investigación y los institutos de tecnología.**



# SITARC-1

garantía en la implantación de un SIT

Soportado por el SIG de base ARC/INFO, SITARC-1 acerca a los Ayuntamientos potentes aplicaciones departamentales cubriendo, de forma sencilla, aspectos de: CATASTRO, GENERAC Y GESTION DEL PLANEAMIENTO, REDES, INFRAESTRUCTURAS, etc., simplificando de forma determinante a los usuarios el acceso a la tecnología SIG en entornos de gestión y planificación del territorio.



(Composición de SITARC-1)



SISTEMAS DE INFORMACION TERRITORIAL S. A.

C/. Gonzalo de Córdoba, n.º 2 - 6  
28003 MADRID  
TFNO. 594 15 38 FAX. 594 31 60

## El Instituto Geográfico Nacional en Cordoba

Entre los pasados días 24 de febrero a 8 de marzo tuvo lugar en Cordoba la Exposición "Cartografía y sus aplicaciones. Historia y actualidad", organizada por el Instituto Geográfico Nacional en colaboración con la Junta de Andalucía el Centro Nacional de Información Geográfica y la Diputación Provincial de Córdoba.



Con esta exposición el I.G.N. ha pretendido recoger una pequeña muestra de su quehacer cotidiano en aspectos tan diversos como geodesia, cartografía, geofísica y astronomía, ciencias y técnicas que soportan un buen número de realizaciones tanto en el campo de la investigación, en las áreas de geofísica y astronomía, principalmente, como en el de la producción de medios y prestación de servicios de utilidad y aplicación inmediata a organismos y entidades públicas o privadas y a cada ciudadano en particular en las áreas de geodesia y cartografía.

Dara a conocer al gran público su actividad diaria y la gama de pro-



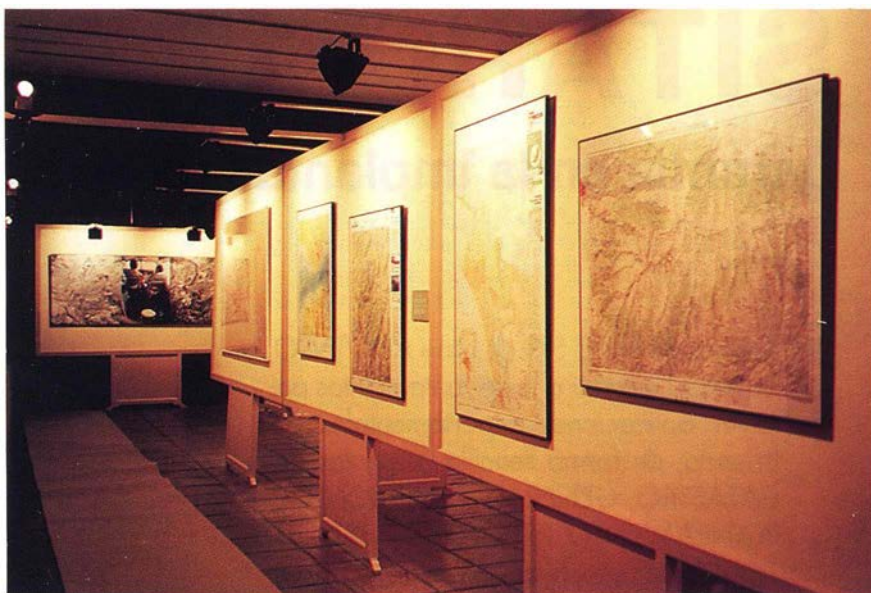
ductos que puede ofrecer ha sido una constante del Instituto desde su creación en 1870, estando presente para ello en múltiples certámenes, congresos o reuniones científicas, tanto a nivel nacional como internacional.

En la actualidad esa actividad de divulgación y difusión se está inten-

sificando cuantitativa y cualitativamente, tratando de despertar en los niños y jóvenes la inquietud por el conocimiento y utilidad de los medios de que dispone este organismo, y realizando a lo largo y ancho del territorio nacional una serie de



exposiciones como la celebrada en Cordoba.



### GRAFINTA, ESPECIALISTA EN GPS INFORMA

El día 23 de febrero fue lanzado y puesto en órbita un nuevo satélite para la constelación NAVSTAR, el SV-PRN 25. Este satélite está operativo desde el 21 de marzo. GPSNAV/ empresa filial de Grafinta, tiene una línea de teléfono a su

disposición, donde será informado del estado de la constelación en un mensaje que será renovado dos veces por semana en un principio y aumentada su periodicidad paulatinamente.

## Nuevos productos presentados por Intergraph: Estaciones de Trabajo y Servidores basados en arquitectura RISC

El pasado día 14 de enero, Intergraph Corporation presentó una nueva familia de estaciones de trabajos y servidores CAD/CAM/CAE, basados en su nuevo procesador RISC C400. La familia incluye las estaciones de trabajo y servidores de sobremesa y de torre, Serie 2400 y Serie 6400. El servidor InterServe 6605 y las estaciones de trabajo InterPro 6450 y 6480 se anunciaron con anterioridad.

Intergraph ofrece una amplia gama de sistemas totalmente configurados para las aplicaciones CAD/CAM/CAE. La totalidad de las aplicaciones Intergraph podrán correr en los nuevos sistemas. Se hicieron demostraciones de estos productos en el pasado UniForum'92 en San Francisco.

Ambas series proporcionan un rango de prestaciones CPU de 33 SPEC, 10 Linpack megaflops (doble precisión) y 36 MIPS Dhrystone. Los nuevos modelos operan aproxima-

damente a una velocidad tres a seis veces superior a los sistemas basados en el microprocesador C300 de Intergraph. Las aplicaciones intensivas en coma flotante son las que más se benefician de las mejoras de arquitectura que incorpora el diseño del C400. Intergraph ofrece estos nuevos sistemas en una amplia gama de configuraciones para aplicaciones CAD/CAM/CAE. La configuración mínima de estación de trabajo incluye 16 megabytes de memoria central, un disco duro de 426 megabytes, y un monitor 19" de 256 colores. Las configuraciones de estación de trabajo de gama alta pueden incluir 256 megabytes de memoria central, hasta 5 gigabytes de almacenamiento disco, monitores duales de 27" visualizando simultáneamente 16'7 millones de colores. Cuando se configura con el Image Computer VITec-VI-50, la única ImageStation 6487 de Intergraph para las aplicaciones de tratamiento de imagen de gama alta propor-

na el subsistema gráfico de más altas prestaciones de la compañía.

Intergraph ofrece una amplia gama de sistemas gráficos con sus nuevas estaciones de trabajo. En las estaciones de trabajo de sobremesa Serie 2400, los gráficos GT+ proporcionados son ideales para aplicaciones de CAD/CAM/CAE en 2D/2D, como el diseño de modelado.

Las estaciones de trabajo de torre Serie 6400 proporcionan sistemas gráficos tanto GT II o EDGE II+. El sistema GT II es ideal para las necesidades que requieren capacidades de dibujo vectorial dinámico y una rotación, panorámica y zoom suaves. EDGE II+ el sistema gráfico más avanzado de Intergraph, es ideal para las aplicaciones gráficas intensivas de compañías y dispone de características fotorrealísticas con sombreado de Gouraud en 3D y secuenciado de animación.

## ALQUILER Y VENTA DE MATERIAL

REPARACION



TOPOGRAFICO

CANILLAS, 19 - TEL.: 562 1573 - 28002 MADRID

## DE LOS TIEMPOS DEL ASTROLABIO

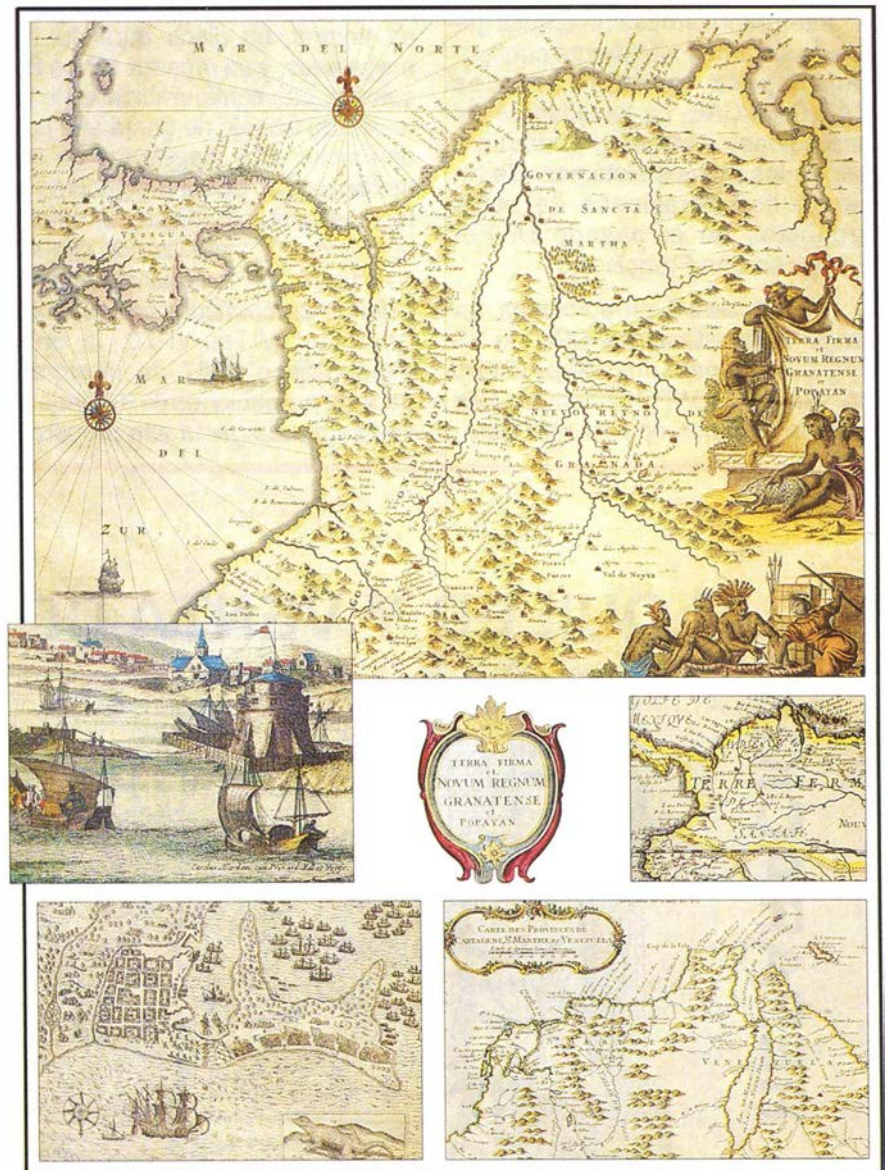
Investigadores de El Carnero, una librería-anticuario de Bogotá, detectan una de las colecciones cartográficas más completas sobre el Nuevo Reino de Granada.

Mucho antes de que el satélite apareciera en la imaginación del hombre, fueron el astrolabio, el compás y el sextante, los mejores aliados de marinos, aventureros y piratas cuando querían hacerse a la idea del territorio que los esperaba más allá del horizonte. Con su ayuda emprendían cálculos que luego consignaban en la bitácora, e incluso corregían sus observaciones sobre la Tierra firme, en elementales mapas de trazo infantil. El descubrimiento de América marcó el inicio de varios siglos de prosperidad para los cartógrafos. Tanto así que los mejores, como Mercator y Ortelius, debieron contratar asistentes y ampliar sus talleres. Con frecuencia eran contratados por viajeros, príncipes y mercaderes, para que tradujeran en un plano sus apuntes sobre nuevas tierras. De ahí que en los archivos y en las bibliotecas centenarias aparezcan de vez en cuando cartas geográficas firmadas por italianos, holandeses o alemanes que jamás visitaron la región sobre la cual trabajaron tantas veces en el papel.

Lo cierto es que buena parte de los primeros mapas que se hicieron sobre el Nuevo Mundo quedó en el fondo del océano. Algunas hojas sueltas que sobrevivieron al clima agreste del trópico se conservan, como reliquias, en museos y en colecciones privadas. Y precisamente ahora, cuando la celebración de los 500 años del encuentro de dos culturas maravillosas ha despertado gran interés por estos pedazos de historia, aparece en Colombia una de las colecciones más grandes que se conozca de mapas antiguos de la hoy América Latina. Se trata de 93 mapas fechados entre 1581 y 1860, en los que resulta interesante observar cómo el perfil del continente se va acercando año tras año, a la realidad que hoy confirman los satélites. Detectada por los aventureros de la historia que dirigen El Carnero,

una librería-anticuario de Bogotá, la colección incluye grabados realizados en los talleres de Mercator y de Ortelius, cartas geográficas de Von Humboldt y verdaderas joyas como el mapa que se realizó para narrar la toma de Cartagena por parte de las tropas de Francis Drake. Muchos de los mapas llegaron a El Carnero sin más referencias que las que aparecían en el propio dibujo, en diversos idiomas. De manera que Mauricio Pombo y Hans Jakobsohn, buscadores de datos perdidos, se dieron a la tarea de ubicar fechas, autores y motivos de las piezas indocumentadas. De-

tectaron por ejemplo, que un mapa sobre la ciudad de Cartagena, en la que se detalla la ubicación de las diversas fortalezas, fue encargado a los cartógrafos Antonio de Ulloa y Jorge Juan, directamente por el monarca español Felipe V. Lograron confirmar, asimismo, que uno de los dibujos de Ortelius corresponde al primer mapa impreso en el que aparecen más o menos definidas las provincias que hoy integran a Colombia, Ecuador y Perú. Buena oportunidad para demostrar que la aventura del llamado descubrimiento involucró mucho más que guerreros y marinos.



## APERTURA DE PLICAS DE CONCURSOS PUBLICOS

Queremos a partir de este número, incluir las aperturas de Plicas de los Concursos Públicos más representativos en cuanto a su volumen y organismo contratante, para información general de todos nuestros lectores, con las ofertas presentadas y un análisis de las Bajas realizadas.

Estos datos han sido facilitados por ASTOFO.

EMPRESA	OFERTA	%BAJA
TOPONORT	42.934.138	15'4
CARTOYCA	48.704.909	4
INST.TEC. EST. Y PROY. S.A.	47.697.410	6
AEPO, ESTUDIOS Y PROYECTOS	42.656.646	16
EILA PROYECTOS	48.146.832	5'1
TELCA, S.L.	44.240.288	12'8
GEOMAP	45.001.304	11'3
EPTISA	47.198.970	7
SERCAL	45.330.907	10'38
UTE: EPASA-INGETER	44.640.906	12
CYS	47.118.500	7'1
UTE: GABINETE EST. TEC. INGE.-ESTUDIOS Y PROY. NORTE	48.717.809	3'9
ADARO	45.129.840	11
ICEACSA	43.000.000	15'2
GENECAR	43.631.480	14

**Concurso:** DESLINDE FRENTE ATLANTICO  
74'7KM. (PONTEVEDRA)

**Organismo Convocante:** Mº O. PUBLICAS Y  
TRANSPORTES (D.G. COSTAS)

**Fecha Publicación y Boletín Oficial:** 31 Marzo  
1992. B.O.E.

**Fecha de Apertura de Plicas:** 30 de Abril de 1992

**Presupuesto de salida:** 50.734.280 Pts.

**Plazo de ejecución:** 10 meses

**DATOS MEDIOS:**

**Nº Empresas presentadas:** 15

**Precio Medio Ofertado:** 45.609.966 Pts.

**% Medio de Baja:** 10'1%

**ADJUDICADO: ICEACSA**

### SUSCRIBASE A

# MAPPING

Revista de Cartografía, Sistemas  
de Información Geográfica  
y Teledetección

Deseo suscribirme a la revista MAPPING por un año (6 números) al precio especial de lanzamiento de 5.000 pts.

Nombre.....Apellidos.....

Empresa.....

Domicilio.....Población.....

Provincia.....C.P.....

Forma de pago: Talón a favor de CADPUBLI, S.A. (APTDO. 50.986-28080 MADRID)

Banco o Caja..... nº Talón.....

**Concurso:** DESLINDE GUIPUZCOA, ENTRE SAN SABASTIAN Y VIZCAYA.

**Organismo convocante:** M<sup>º</sup> O. PUBLICAS Y TRANSPORTES (D.G. COSTAS).

**Fecha de Publicación y Boletín Oficial:** 31 Marzo 1992

**Fecha apertura de Plicas:** 30 de abril de 1992

**Presupuesto de salida:** 49.911.309 Pts.

**Plazo de ejecución:** 12 meses.

**DATOS MEDIOS:**

**Nº de Empresas presentadas:** 10

**Precio Medio Ofertado:** 43.900.020 Pts.

**% Medio de Baja:** 12%

**% Baja excesiva:** > 18%

<b>EMPRESA</b>	<b>OFERTA</b>	<b>% BAJA</b>
NEURRI	45.790.192	8'2
GENECAR	42.923.726	14
ADARO	46.490.347	6'8
AEPO,S.A.	41.885.887	16
UTE:EPASA-INGETER	42.309.641	15'2
UTE: GABINETE DE ESTUDIOS TECNICOS - ESTUDIOS Y PROYECTOS DEL NORTE	45.988.740	7'8
EILA	44.371.154	11'1
TELCA, S.L.	42.450.834	15
CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES	42.450.608	14'9
CYS	44.365.608	11'1

**ADJUDICADO: TELCA, S.L.**

**Concurso:** DESLINDE SANTA CRUZ DE TENERIFE KILOMETRO 97'4

**Organismo Convocante:** M<sup>º</sup> O. PUBLICAS Y TRANSPORTES (D.G. COSTAS).

**Fecha de Publicación y Boletín Oficial:** 1 Abril de 1992. B.O.E.

**Fecha Apertura de Plicas:** 30 de Abril de 1992

**Presupuesto de Salida:** 70.200.000 Pts.

**Plazo de ejecución:** 12 meses.

**DATOS MEDIOS:**

**Nº Empresas presentadas:** 13

**Precio Medio Ofertado:** 61.999.208 Pts.

**% Medio de Baja:** 11'7%

**% Baja excesiva:** > 17'5%

<b>EMPRESA</b>	<b>OFERTA</b>	<b>%BAJA</b>
GEOMAP	62.758.800	10'6
TECNOCART	62.450.000	11
GENECAR	60.372.000	14
LEM, S.A.	61.986.600	11'7
ADARO	64.623.761	7'9
TEISA	55.247.584	21'4
ESTOSA	66.247.584	5'6
SERCAL	61.120.661	12'9
CARTOYCA	66.690.000	5
AEPO	58.659.353	16'4
CYS	60.652.830	13'6
UTE: EST.Y PROY. AGRARIOS-ING.TERRITORIO.	63.181.752	10
UTE: BETICA - TOP. ANDALUZA	rechazada	

**ADJUDICADO:**

UTE: BETICA - TOP. ANDALUZA: COMPROMISO DE UTE. NO APARECE EN LA FORMA REGLAMENTARIA, POR LO QUE QUEDA RECHAZADA.



**Concurso:** DESLINDE VARIOS TRAMOS EN ASTURIAS

**Organismo Convocante:** Mº O. PUBLICAS Y TRANSPORTES (D.G. COSTAS)

**Fecha Publicación y Boletín Oficial:** 1 Abril de 1992 B.O.E.

**Fecha de Apertura de Plicas:** 30 de Abril de 1992

**Presupuesto de salida:** 28.000.000 Pts.

**Plazo de ejecución:** 12 meses

**DATOS MEDIOS:**

**Nº Empresas presentadas:** 12

**Precio Medio Ofertado:** 26.215.616 Pts.

**% Medio de Baja:** 6'3%

**% Baja excesiva:** >10%

<b>EMPRESA</b>	<b>OFERTA</b>	<b>%BAJA</b>
NEURRI	27.722.772	1
GEOMAP	27.048.000	3'4
GENECAR	24.080.000	14
PROGEMI, S.A.	25.242.000	9'8
SERVS. Y PROY. DE ING. CIVIL, S.A.	26.600.000	5
ADARO	25.760.000	8
TECN. Y SERV. AGRAR.	26.179.501	6'5
AEPO, S.A.	26.601.543	5
UTE: CEYD TECNICA- TOPYCAR	23.520.000	16
UTE: GABINETE EST. TEC.-ESTUD. Y PROY. DEL NORTE	27.234.074	2'7
CESET, S.A.	27.160.000	3

**ADJUDICADO: EMPRESA NACIONAL ADARO**

**Concurso:** DESLINDE ENTRE ALGAMECA GRANDE Y PUNTA BORRACHO, CARTAGENA

**Organismo Convocante:** Mº O. PUBLICAS Y TRANSPORTES (D.G. COSTAS)

**Fecha Publicación y Boletín Oficial:** 31 de marzo de 1992. B.O.E.

**Fecha de Apertura de Plicas:** 30 Abril de 1992

**Presupuesto de salida:** 14.190.350 Pts.

**Plazo de ejecución:** 10 meses

**DATOS MEDIOS:**

**Nº Empresas presentadas:** 10

**Precio Medio Ofertado:** 12.734.420 Pts.

**% Medio de Baja:** 10'3%

**% Baja excesiva:** 15'4%

<b>EMPRESA</b>	<b>OFERTA</b>	<b>%BAJA</b>
GEOMAP (10 MESES)	12.537.982	11'6
TECNOART "	12.572.945	11'4
GENECAR "	12.142.641	14'4
LEM, S.A. "	12.665.056	10'7
CARTOYCA "	12.848.609	9'4
AEPO "	13.992.679	1'4
ECO "	11.860.254	16'4
PROGEMISA "	12.968.623	8'6
UTE: G. EST. TEC. - PROY. Y EST. DEL NORTE	13.110.825	7'6
CARTOGESA "	12.675.000	10'7

**ADJUDICADO:**

ASTOFO

## APERTURA DE PLICAS DE CONCURSOS PUBLICOS

Concurso : AEROTRIANGULACION Y RESTITUCION DE 336 HOJAS DEL MTN 25  
 Organismo Convocante: Mº O. PUBLICAS Y TTE. (I.G.N.)  
 Fecha Publicación y Boletín Oficial: 18 de Marzo de 1.992 B.O.E.  
 Fecha Apertura de Plicas: 21 de Abril de 1.992  
 Plazo de ejecución: 8 meses

DATOS MEDIOS:	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3	LOTE 4
Nº Empresas presentadas:	15	14	15	15
Precio Medio Ofertado:	40.501.100	42.873.300	58.395.900	82.160.500
% Medio de Baja:	3'56%	4'3%	5'2%	5'3%
Baja Excesiva:	10%	10%	10%	10%

Ppto. Salida	1	2	3	4
	42.000.000 % BAJA	44.800.000 % BAJA	61.600.000 % BAJA	86.800.000 % BAJA
DIGESA	41.500.000 1'19	-	-	-
GEOCART	41.250.000 1'78	43.970.000 1'85	60.480.000 1'81	85.200.000 1'84
TOPOLEV, S.A.	-	-	52.298.400 15'1	73.866.800 14'9
CARIBERSA	37.800.000 10	38.528.000 14	50.512.000 18	69.440.000 20
TRACASA	41.100.000 2'14	43.840.000 2'14	60.280.000 2'14	84.940.000 2'14
INTOPSA	41.200.000 1'90	43.800.000 2'23	60.400.000 1'94	85.100.000 1'95
FOYCAR	40.100.000 4'52	43.650.000 2'57	59.750.000 3	84.200.000 2'99
NEURRI	41.000.000 2'38	44.000.000 1'78	61.000.000 0'16	86.000.000 0'92
LEM, S.A.	40.803.000 2'85	43.523.200 2'85	59.844.400 2'85	84.326.200 2'85
GRAFOS	40.530.000 3'5	43.232.000 3'5	59.444.000 3'5	83.762.000 3'5
CARTOYCA	40.656.000 3'2	43.500.800 2'90	59.444.000 3'5	83.935.600 3'3
EILA PROYECTOS	42.100.000 +0'23	42.963.200 4'1	59.012.800 4'2	84.109.200 3'1
ESTOSA	41.160.000 2	43.000.000 4'01	59.135.000 4	82.890.000 4'5
GEOMAP - RHEA CONS.	41.202.000 1'9	43.948.800 1'90	60.429.600 1'9	85.150.800 1'9
CARTOFOTO DEL SUR	39.816.000 5'2	42.470.400 5'2	58.396.800 5'2	82.286.400 5'2
CARTOGESA	37.300.000 11'19	39.800.000 11'16	54.762.000 11'10	77.200.000 M 06

ADJUDICADO: \_\_\_\_\_

ASTOFO

## APERTURA DE PLICAS DE CONCURSOS PUBLICOS

Concurso : RESTITUCION DE 312 HOJAS DEL MTN 25  
 Organismo Convocante: Mº O. PUBLICAS Y TTE. (I.G.N.)  
 Fecha Publicación y Boletín Oficial: 18 de Marzo de 1.992 B.O.E.  
 Fecha Apertura de Plicas: 21 de Abril de 1.992  
 Plazo de ejecución: 6 meses

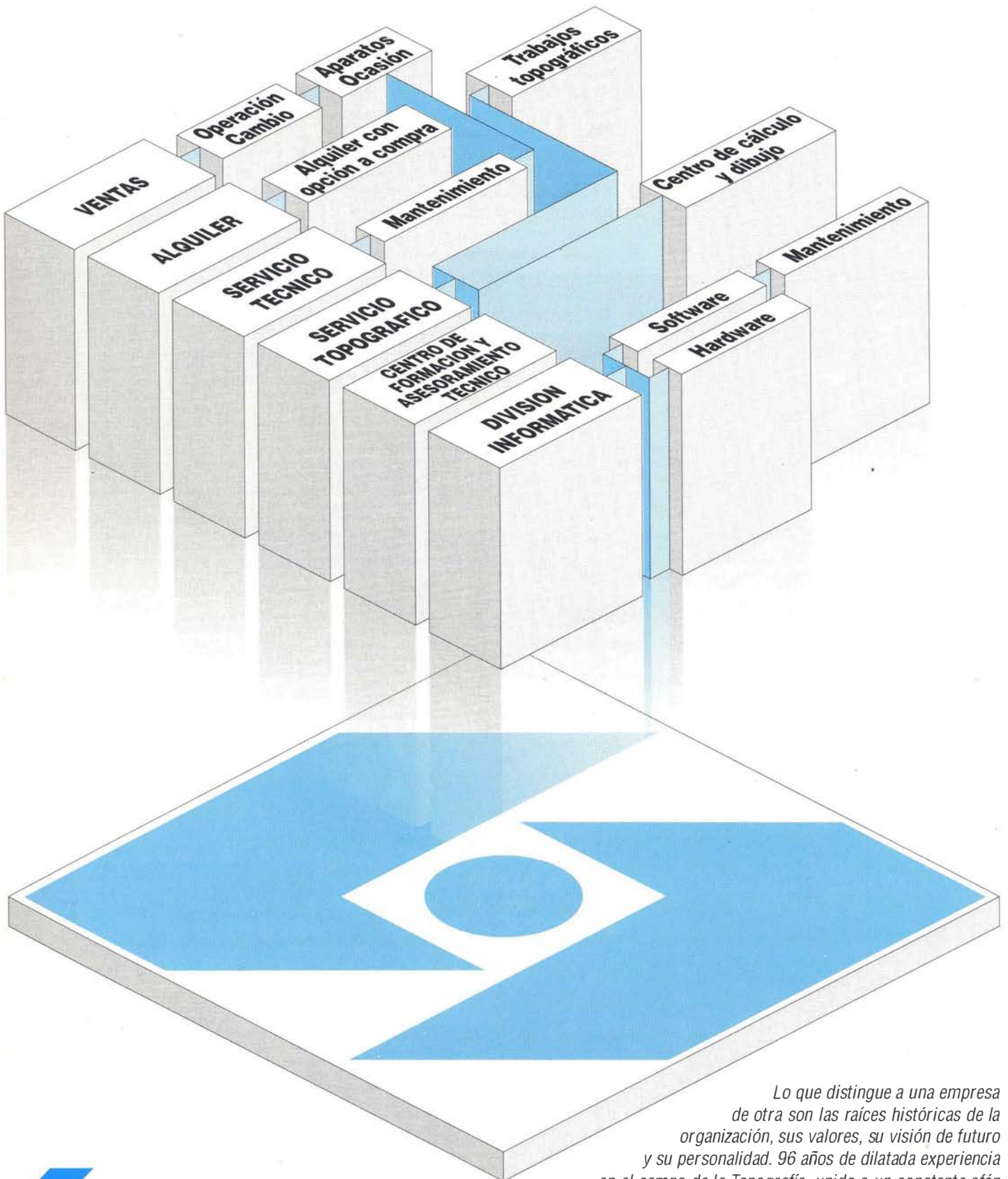
DATOS MEDIOS:	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3	LOTE 4	LOTE 5
Nº Empresas presentadas:	18	19	17	15	17
Precio Medio Ofertado:	25.065.800	27.402.800	43.445.900	50.670.100	32.200.800
% Medio de Baja:	5'05%	4'85%	4'72%	4'03%	4'16%
% Baja Excesiva:	> 10%	> 10%	> 10%	> 10%	> 10%

Ppto. Salida	1	2	3	4	5
	26.400.000 % BAJA	28.800.000 % BAJA	45.600.000 % BAJA	52.800.000 % BAJA	33.600.000 % BAJA
ORTOFOTO	23.733.600 10'1	25.891.200 10'1	-	-	-
DIGESA	EXCLUIDA	28.500.000 1'04	45.100.000 1'09	-	33.200.000 1'19
GEOCART	26.140.000 0'98	28.500.000 1'04	45.100.000 1'09	52.200.000 1'13	33.250.000 1'04
TOPOLEV, S.A.	21.938.400 16'90	24.220.400 15'90	38.714.400 15'1	-	28.593.600 14'9
CARIBERSA, S.L.	24.024.000 9	26.208.000 9	38.304.000 16	45.936.000 13	30.912.000 8
TRACASA	25.960.000 1'66	28.320.000 1'66	44.840.000 1'66	51.900.000 1'70	33.040.000 1'66
INTOPSA	25.600.000 3'03	27.900.000 3'12	44.300.000 2'85	51.200.000 3'03	32.600.000 2'97
FOYCAR, S.A.	25.740.000 2'5	27.950.000 2'95	44.200.000 3'07	51.200.000 3'03	32.750.000 2'52
NEURRI	26.000.000 0'15	28.000.000 2'77	44.500.000 2'41	52.000.000 1'51	33.000.000 1'78
LEM, S.A.	25.647.600 2'85	27.979.200 2'85	44.300.400 2'85	51.295.200 2'85	32.642.400 2'85
GRAFOS	25.476.000 3'5	27.792.000 3'5	44.004.100 3'49	50.952.200 3'49	32.642.400 2'85
CARTOYCA	25.740.000 2'5	27.964.800 2'9	44.232.000 3	51.110.000 3'2	32.600.000 2'97
EILA PROYEC.	25.291.200 4'2	27.907.200 3'1	44.140.800 3'2	51.110.400 3'2	32.558.400 3'1
ESTOSA	25.600.000 3'03	27.936.000 3	44.230.000 3	51.215.000 3	32.590.000 3
GEOMAP-RHEA CONS	25.898.400 1'9	28.252.800 1'9	44.733.600 1'9	51.216.000 3	32.592.000 3
CARTOFOTO SUR	25.608.000 3	27.936.000 3	44.232.000 3	51.216.000 3	32.592.000 3
CARTOGESA	23.750.000 10'03	25.900.000 10'06	40.900.000 10'30	47.400.000 10'22	30.200.000 10'11
TECNOGART	24.750.000 6'25	27.000.000 6'25	42.750.000 6'25	49.500.000 6'25	31.500.000 6'25
SERVITEX	24.288.000 8	26.496.000 8	-	-	-
GENECAR (GLOBAL)	-	-	184.392.000	-	1'5

ADJUDICADO: \_\_\_\_\_



# Topografía



*Lo que distingue a una empresa de otra son las raíces históricas de la organización, sus valores, su visión de futuro y su personalidad. 96 años de dilatada experiencia en el campo de la Topografía, unido a un constante afán de superación, hacen que Isidoro Sánchez pueda ofrecer a sus clientes la más completa estructura a fin de proporcionarles el servicio que más se ajuste a sus necesidades.*



Isidoro Sánchez, S. A.

***En su justa medida.***

Ronda de Atocha, 16 - 28012 MADRID Fax: (91) 539 22 16



Tel: (91) 467 53 63

Es bien sabido que nuestra compañía se ha esforzado desde su nacimiento en ofrecer a su clientela potencial los productos más modernos, siguiendo los avances de la tecnología y manteniendo siempre una información actualizada de los instrumentos, técnicas o consumibles más aconsejables en cada momento para las actividades que atendemos: Cartografía, Topografía, Fotogrametría y Geodesia. Como ejemplo podemos recordar los sistemas de rotulación Leroy, únicos en su tipo después de casi 30 años; la película de poliéster Herculene, que significó un cambio radical en las técnicas de dibujo comunes en Fotogrametría, etc.; más recientemente, fuimos otra vez pioneros en técnicas GPS con los receptores Trimble de Topografía y Geodesia.

Y es en esta línea donde nuestra compañía ha hecho un esfuerzo singular. Dado que las técnicas GPS son de aplicación en campos diversos, distintos a los de Topografía y Geodesia, nuestra compañía creó otra filial, la S.A. General de Posicionamiento Simplificado y Navegación, GPS-NAV S.A., que se ocupase de todas las aplicaciones GPS distintas a las cartográficas. GPS-NAV S.A. fue dotada del personal técnico y de ventas necesario para realizar su cometido. Dispone asimismo de los medios adecuados para realizar el mantenimiento y reparación de equipos GPS y cuenta con dos especialistas, diplomados por Trimble Navigation Ltd., para realizar los trabajos de mantenimiento y puesta al día. Y en uno

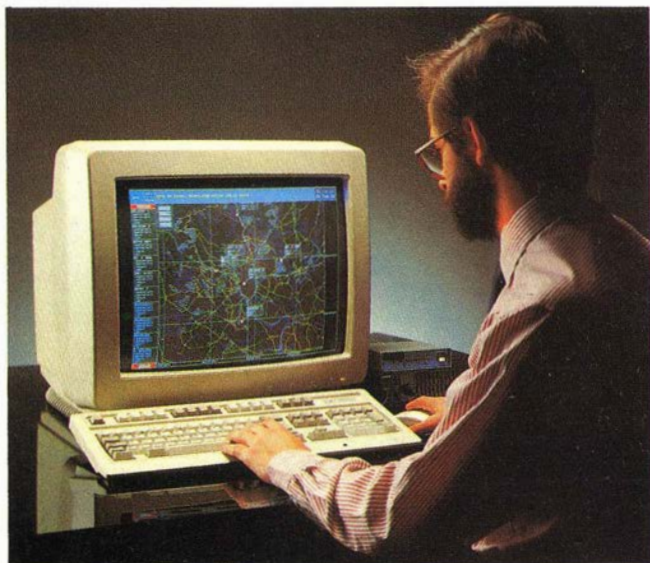
de estos campos, el seguimiento de plataformas móviles, GPS-NAV S.A. ha visto compensados sus esfuerzos al haber sido elegida por el COOB'92 como empresa colaboradora para aportar el sistema de control, vigilancia y navegación de las embarcaciones que marcan y regulan los triángulos de las Regatas Olímpicas.

GPS-NAV S.A., especialistas en GPS. Con técnicos en navegación, sistemas de seguimiento de plataformas móviles, aplicaciones militares y tiempo. Su éxito en la colaboración con los Juegos Olímpicos COOB'92 es una muestra más de la dedicación y esfuerzo que tanto GPS-NAV S.A. como GRAFINTA S.A. ponemos en el servicio de nuestros clientes.

# GPS NAV

**La única compañía de España dedicada, exclusivamente, a técnicas de posicionamiento y navegación GPS.**

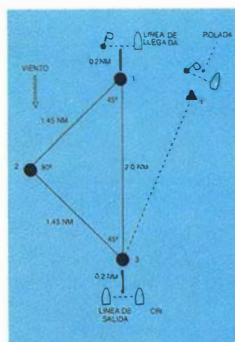
## CONTROL Y SEGUIMIENTO DE PLATAFORMAS MARITIMAS (CSPM)



Desarrollo informático que se apoya en equipos GPS y le permite seguir el movimiento de una flota completa de vehículos y embarcaciones a lo largo del país. GPSNAV ha sido seleccionado por el comité olímpico como suministrador oficial del equipamiento para el control y seguimiento de plataformas marítimas.



**EQUIPOS PARA SEGUIMIENTO Y CONTROL DE PLATAFORMAS MARITIMAS**  
Material deportivo Oficial de los Juegos Olímpicos de Barcelona '92



Receptor GPS empleado en el diseño de los triángulos olímpicos, ya que sus características nos permiten obtener posiciones, en tiempo real, entre 2 y 5 metros.