TOPOGRAFIA y CARTOGRAFIA

TOPCART REVISTA DEL COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS TECNICOS EN TOPOGRAFIA

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

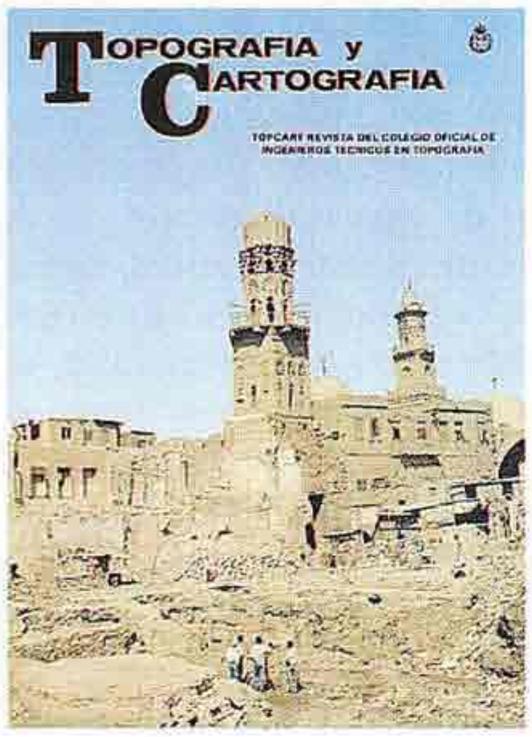
Ronda de Europa, 3
28760 Tres Cantos - Madrid
Tel. 803 90 00

Siemens Nixdorf
Sinergia en acción

Topografía y Cartografía

REVISTA DEL ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS EN TOPOGRAFIA

SUMARIO:



NUESTRA PORTADA

Fotografía de la Madraza-Mausoleo NAGM AL-DIM AYYUB correspondiente al artículo "Expedición española a El Cairo musulmán", publicado en este número.

Vol. IX - N.° 56
Mayo-Junio 1993

CONSEJO DE REDACCION:

Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía

*

DIRECCION, REDACCION, ADMINISTRACION Y PUBLICIDAD

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

Depósito Legal: M-12.002-1984
ISSN: 0212-9280
Título clave: TOPCART Topografía y Cartografía

Fotocomposición e impresión: COMPRINT, S.L.

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

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

Esta revista ha sido impresa en papel ecológico

	Pág.
EDITORIAL	2
DESARROLLO DE LA CARTOGRAFIA DIGITAL EN EL INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL .. **Angel Arévalo**	9
EXPEDICION ESPAÑOLA A EL CAIRO MUSULMAN ..... **José Manuel López Lodeiro**	16
NUEVAS TENDENCIAS Y DESARROLLOS EN CARTOGRAFIA DIGITAL Y SIG ..... **Carlos G. Ochoa**	25
EL TRATAMIENTO ANALITICO DE LA FOTOGRAMETRIA DE PEQUEÑO FORMATO ..... **A. Sanjuán Hernán-Pérez** **J. Iglesias Moscoso**	46
DESCRIPCION, APLICACIONES Y PRECISION DE UN EQUIPO BASICO DGPS EN TIEMPO REAL ..... **Luis García-Asenjo Villamayor**	53
VIDA PROFESIONAL	64
BIBLIOGRAFIA	67
LEGISLACION	68
INDICE COMERCIAL.....	72

EDITORIAL

Estamos viendo con satisfacción, que se habla nuevamente del Catastro español y se pronuncian sobre el Catastro, principalmente en su coordinación con el Registro de la Propiedad, profesionales destacados del Derecho en sus diversas ramas y altos cargos de la Administración en cometidos catastrales.

Entendemos, que el diálogo y estudio de soluciones entre profesionales del Derecho, Registradores, Notarios, Jueces, Administración e Ingenieros Topógrafos es el único camino para resolver esta cuestión, que ya está resuelta en otros países de Europa.

Nuestra opinión, de principio, que damos graciosamente, es que las propuestas deben ser prácticas y pragmáticas, que satisfagan a las necesidades reales de nuestra sociedad actual, contrastadas por los que han vivido prácticamente en su trabajo catastral estas necesidades y posibilidades, pues se puede producir la situación que ya hemos vivido, de eruditos escritos más propios de una tesis doctoral sobre la materia, sin soluciones prácticas, esquivando las situaciones interesantes, pero delicadas para algún grupo afectado, o que se detienen ante la imposibilidad que determine alguna Ley, sin tener en cuenta que las Leyes se cambian en lo que haga falta, olvidando "los derechos adquiridos" que pueden ser perdidos o cambiados por otros más modernos y justos socialmente, y de esta situación el antiguo Cuerpo de Topógrafos sabe bastante.

La exposición escueta y clara, de los puntos que requieren un reajuste o una nueva definición y estructura, la mencionamos a continuación y su breve ampliación en las llamadas:

• ***El Catastro, es un inventario de bienes inmobiliarios descritos inequívocamente, uno de sus múltiples usuarios y posiblemente el más importante es el fiscal. (1)***

• ***El único método racional y de acuerdo con la técnica actual, es describir las parcelas por las coordenadas de los puntos de inflexión de sus lindes, apoyadas en la Red Geodésica Nacional. El plano gráfico es únicamente orientativo. (2)***

• ***El Catastro es una operación larga y costosa por lo que es imprescindible iniciar ya el comienzo de un Catastro con base jurídica cuya base siempre podrá estar al día aunque cambien las técnicas. Para este Catastro no se puede obviar el deslinde contradictorio entre propietarios colindantes y levantamiento del Acta correspondiente con amojonamiento. (3)***

• ***La parcela catastral tanto en rústica como en urbana es la unidad de propiedad catastral con demostrada eficacia en nuestro país y otros europeos y la del Registro de la Propiedad es la Finca que puede estar constituida por una parcela o varias. (4)***

• ***La coordinación del Catastro y Registro de la Propiedad es a un plazo más o menos largo, inevitable. No se puede seguir registrando una propiedad con determinación diferente a la que figure en otro documento oficial como es el Catastro, ni éste la puede asignar a un propietario no reconocido como tal legalmente. Será necesario poner de acuerdo a todos los interesados para modificar lo que impida esta Coordinación. (5)***

• ***Estamos totalmente de acuerdo en que la inscripción de las fincas en el Registro de la Propiedad debe ser obligatoria, pero con tasas lo suficientemente bajas como para no obstaculizar la voluntaria aceptación de esta obligación. (6)***

• ***Tenemos colegiados en nuestro colectivo, que conocen perfectamente el tema catastral por haber trabajado muchos años en el Catastro Topográfico Parcelario del IGC, y estamos dispuestos a colaborar de forma práctica y eficiente en la modernización del Catastro con el que como Institución, estamos vinculados para la labor técnica desde hace más de un siglo, así como la competencia jurídica la han tenido siempre los profesionales del Derecho. (7)***

NOTAS:

1.—No se debe confundir el Catastro, inventario, con los usuarios de este inventario, porque el Catastro jurídico sería el Registro de la Propiedad, el Catastro fiscal la recaudación de impuestos inmobiliarios, etc. Este inventario, el Catastro debe satisfacer las necesidades de todos los posibles usuarios del mismo.

2.—La determinación de la parcela (y en consecuencia de la finca) debe efectuarse por las coordenadas de los mojones (oficiales) de su linde referidas a la Red Nacional, recientemente finalizada por el IGN, inversión efectuada para que sea utilizada. Con los equipos topográficos modernos esto es elemental y los cálculos de superficies son obtenidos directamente por esas coordenadas, el plano gráfico fuente de errores, es únicamente orientativo, de forma que todas las mediciones repetidas que se puedan hacer, darán siempre los mismos resultados y un mojón perdido es repuesto con toda exactitud y rapidez. La parte geográfica que no sean lindes puede ser obtenida por fotogrametría con la rapidez y economía consiguiente.

3.—Para delimitar la parcela con garantías, no existe evidentemente otro procedimiento que el deslinde contradictorio con levantamiento de acta, que desde luego, no puede ser contratado por el Gobierno, sino efectuado por persona con carácter funcionarial.

No ha de olvidarse que después de la Ejecución hay una Conservación catastral sin la cual se perdería todo el trabajo, como ya sucedió en dos buenos catastros españoles.

4.—Como aclaración, pues la confusión en el lenguaje empleado es cada vez mayor, al llamar Registro Fiscal a lo que es Catastro, finca a la parcela, etc. diremos que según las Instrucciones del Catastro Topográfico que hizo el Instituto Geográfico Catastral, Art. 24: "Se entenderá por *parcela catastral de rústica* la porción de terreno cerrada por una línea poligonal que pertenezca a un solo propietario o a varios proindiviso, dentro de un término municipal". La parcela catastral está determinada por la uniformidad del propietario y no del cultivo, pues para eso se entenderá: "Por *subparcela topográfica de rústica* la parte de una parcela separada del resto por líneas físicas, fácilmente apreciables y de carácter permanente, como edificaciones o cultivos que tengan aquel carácter y se diferencien entre sí a simple vista"

No parece exista ninguna incompatibilidad, si se respeta esta norma, para inscribir la finca en el Registro de la Propiedad por las parcelas que la integran.

En urbana, la parcela es el solar, determinado por sus coordenadas.

5.—La coordinación solo puede ser efectuada con economía, por polígonos o términos municipales completos y más cara pero a costa del propietario cuando solicite una alteración catastral, siempre con el deslinde contradictorio para que puedan tener los datos parcelarios efectos fehacientes y evitar que un colindante se encuentra con sorpresas desagradables que terminan en los juzgados.

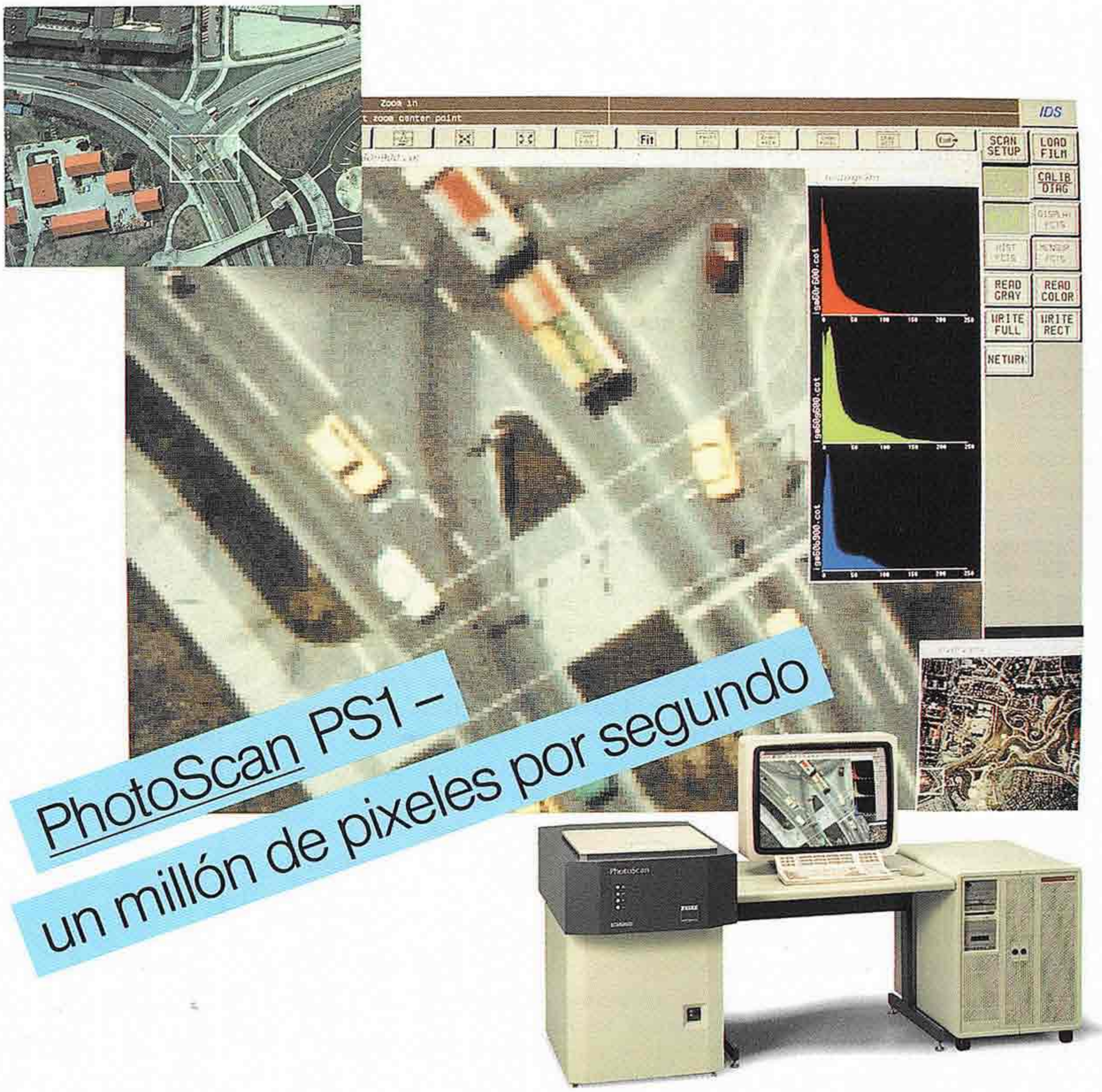
6.—Lo expuesto anteriormente conlleva la necesidad de inscribir obligatoriamente todas las fincas en el Registro de la Propiedad, los datos catastrales exactos y garantizados en su base jurídica; esto pone al Registro en parecida situación que el Catastro que es gratuito y obligatorio para los propietarios, aunque en el caso del Registro el propietario obtendría, aunque forzado, unos beneficios.

7.—Conocemos los resultados y dificultades de las pruebas que efectuaron los Topógrafos del Instituto Geográfico para la coordinación del Catastro-Registro en algunos términos municipales, y consideramos que pueden ser resueltas, naturalmente con las modificaciones oportunas, pues si no hay modificaciones, jurídicas y técnicas, la situación será la misma que actualmente.

Si al parecer, están todos de acuerdo en que, el que tiene la última palabra en la determinación del propietario de la parcela es el Juez ¿Por qué no darle la primera palabra en lugar de la última y que un juez especial determine a quién corresponde la propiedad?, y posteriormente, pasar estos datos al Registro para la coordinación, aunque sería más lógico y barato el sistema alemán, donde el Registrador es un Juez (funcionario) especial para la propiedad.

Los Geómetras franceses han propuesto para solucionar estos problemas, hacer el deslinde contradictorio y seguir con la actuación técnica de sus colegiados, con el carácter de funcionarios, en los cometidos de Ejecución y Conservación del Catastro.

MIGUEL ANGEL GARCIA BARBERO
Decano-Presidente



El fotograma aéreo, no superado en cuanto a su calidad y precisión geométrica, constituye la base de la fotogrametría aplicada. Transformar de manera rápida y sin pérdidas en valores digitales el contenido y la geometría de este fotograma aéreo es la función de PhotoScan PS1, el scanner de alto rendimiento producido por las empresas Carl Zeiss, Oberkochen/Alemania, e Intergraph Corporation, Huntsville/EE.UU.

Sus características destacadas

- Flatbed scanner con sistemas medidores de precisión y sensor de líneas CCD giratorio, de 2048 pixeles
- Resolución geométrica 1 µm, resolución radiométrica 256 niveles de gris, dimensiones de pixel 7,5 µm, 15 µm, 30 µm, 60 µm, 120 µm
- Tiempo necesario para el barrido de un fotograma de 230 mm × 230 mm inferior a 10 minutos, con resolución de 15 µm
- Ordenador de alto rendimiento InterServe Serie 6000, que permite ampliar la memoria de trabajo hasta 208 MBytes, con pantalla de 19 ó 27 pulgadas, varias memorias de masa y posibilidades de interconexión.

Carl Zeiss, S.A.
Dpt° de Fotogrametría
Avda. de Burgos, 87
28043 Madrid
Tel. (91) 767 00 11
Fax (91) 767 04 12

PhotoScan PS1 – El scanner de precisión para el tratamiento digital de imágenes

ZEISS Germany
Carl Zeiss
Geschäftsbereich Vermessung
7082 Oberkochen,
República Federal de Alemania
Tel. (7364) 20-3702
Fax (7364) 20-2376

TS 16988 Film 2 CZ/Anzeige – PS1 (spanisch) – 2/17.4.1991

Isidoro Sánchez, S.A.

SOKKIA

OCASION ALQUILER
MEDIDA INDUSTRIAL
MANTENIMIENTO GP
FOTOGRAMETRIA LA
TRABAJOS CAMPOS
APARATOS DE OCASI
OPERACION CAMBIO
TOS TOPOGRAFICOS
LQUILER CON OPCIO
PS SOFTWARE LASER
FOTOGRAMETRIA GP
ORMACION VENTAS
VENTAS DATACOM
PARATOS TOPOGRA
EPARACIONES SOK
ANTENIMIENTO GPS

RATOS DE OCASION
PS REPARACIONES
ANOS SOKKIA CONSULTIN
ABAJOS DE CAMPO
OPCION A COMPRA
LASER CONSULTING
SOFTWARE AUGUSTA
DATACOM ALQUILER
APARATOS TOPOGRA
REPARACIONES LASE
TRABAJOS DE CAMPO
FOTOGRAMETRIA GPS
FORMACION AUGUSTA
SOKKIA CONSULTING
SOFTWARE ALQUILER
TRABAJOS DE CAMPO

25

UN EQUIPO QUE FUNCIONA

Ronda de Atocha, 16 28012 MADRID Tel: 467 53 63 Fax: (91) 539 22 16

Un programa con vistas.

Cartomap

EL ÚNICO PROGRAMA DE TOPOGRAFÍA, DISEÑO DE OBRA LINEAL, MINERÍA Y URBANISMO DEL MUNDO, DESARROLLADO SOBRE EL ENTORNO WINDOWS. POR ELLO ES EL PROGRAMA SENCILLO DE UTILIZAR, PERO AL MISMO TIEMPO DE GRANDES PRESTACIONES QUE USTED NECESITA.

EL PROGRAMA HA SIDO DESARROLLADO POR COMPLETO EN NUESTRO PAÍS POR ANEBA.

SOPORTA WINDOWS EN TODAS SUS FACETAS, TANTO ACTUALES COMO FUTURAS (WINDOWS 3.1, PEN WINDOWS, RED LOCAL, WINDOWS 32 BITS, WINDOWS NT).

SERVICIO: INSTALACIÓN IN-SITU, FORMACIÓN, AMPLIA DOCUMENTACIÓN EN CASTELLANO, AYUDA EN LINEA, CONSULTAS TELEFÓNICAS Y OPCIÓN DE TELE-MANTENIMIENTO.

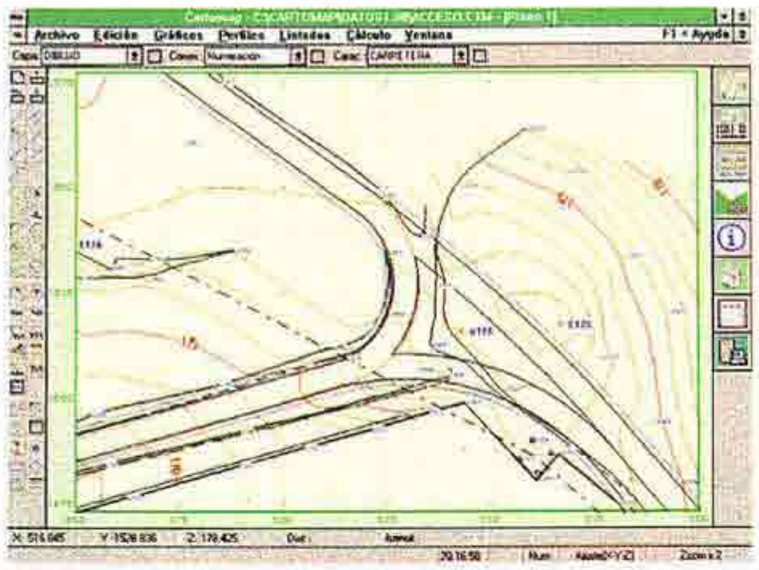
MICROSOFT® WINDOWS™

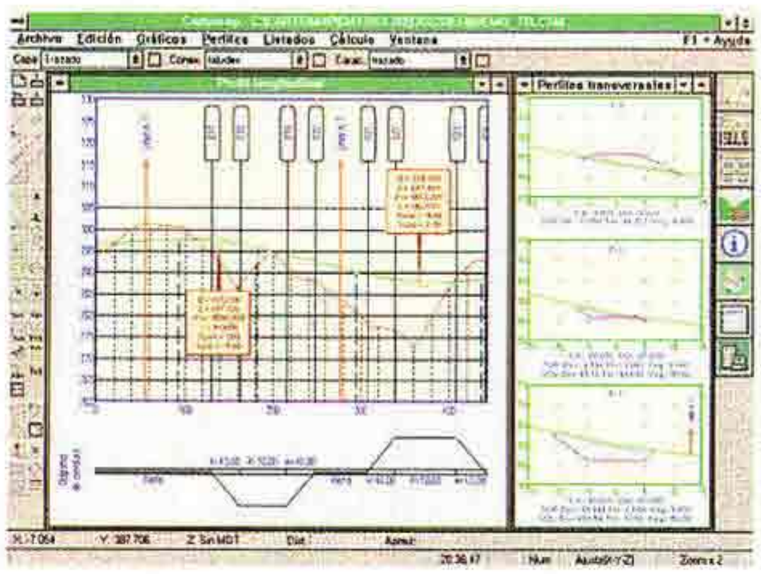
CARTOMAP

MANUALES DEL USUARIO Y DE REFERENCIA EN CASTELLANO.

SOCIETAT DE DISSENY

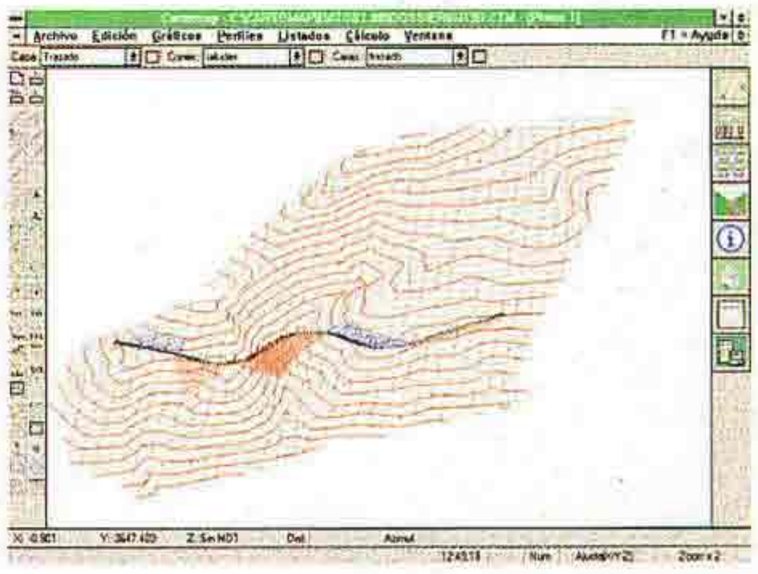
- Visualización en 2D: Con indicación de puntos, curvado y todo tipo de dibujo (Rectas, Arcos, Clotoides, Marcas, Textos, Símbolos, Taludes).

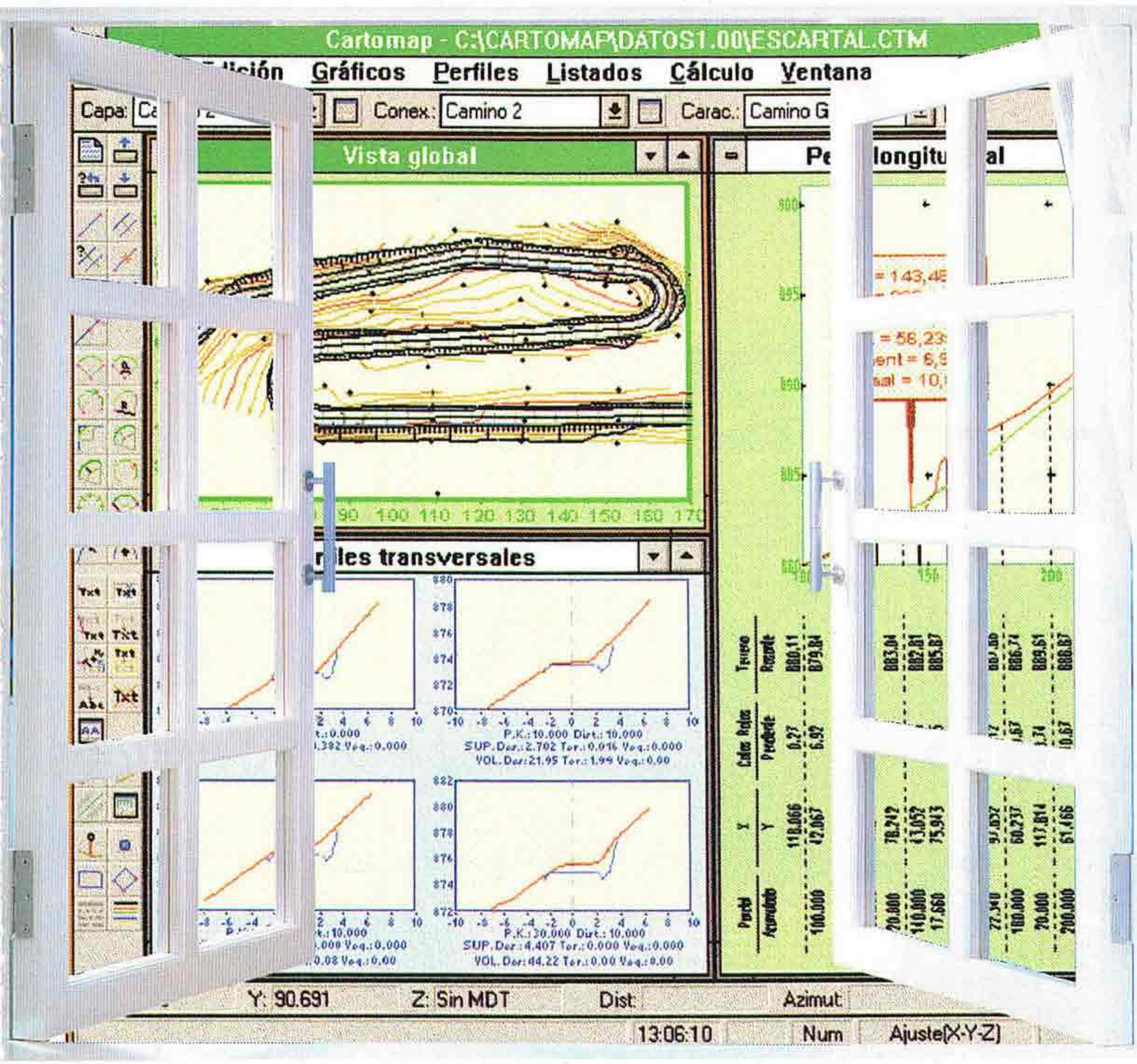




- Perfiles longitudinales y transversales: Definición de varias rasantes y secciones tipo multicapa con peraltes y anchos variables.

- Visualización en 3D: Para realizar estudios de impacto ambiental.





- Topografía analítica: Compensación de poligonales, cambio de sistemas de coordenadas, cálculo de coordenadas UTM...

- Autocroquis: Generación automática del croquis en base a la codificación de datos realizada en campo.

- Trazado: Resolución gráfica y analítica de más de 50 tipos de enlaces entre alineaciones rectas, curvas y recta-curva.

- Volúmenes: Cálculo por cualquiera de los métodos, perfiles transversales, malla reticular o prismatoides.

- Módulos: Programa modulado para escalonar s inversión en función de su crecimiento.

- Listados: Vista preliminar de los listados con salida hacia cualquier periférico u otros programas del entorno Windows.

- Comunicaciones: Libretas electrónicas, mesas digitalizadoras, ficheros (ASCII, DXF, Restitución)

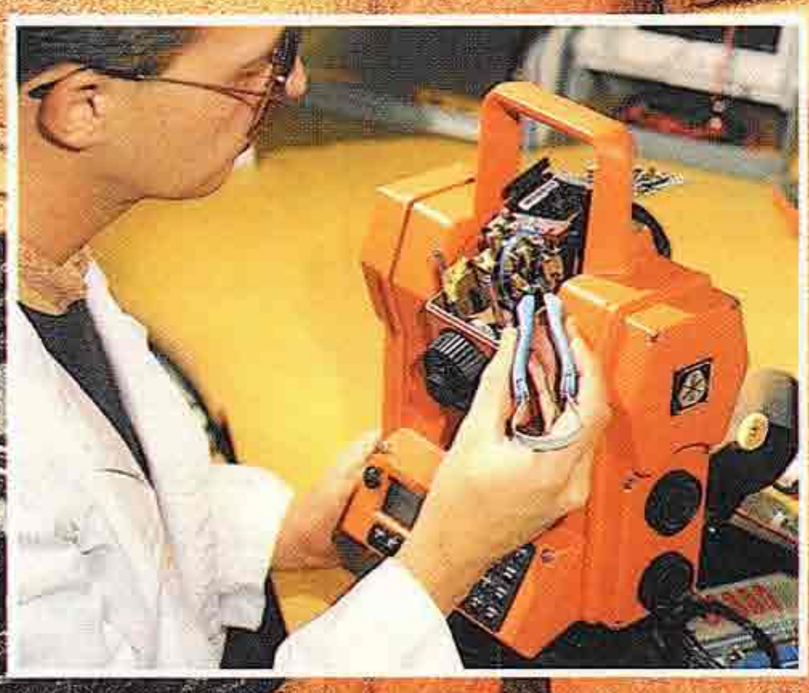
ANEBA

Abrimos ventanas al futuro.

C/ París, n.º 46 Esc. Dcha. 1.º 2.ª - 08029 BARCELONA
Tel: (93) 410.39.14 - Fax: (93) 430.27.69

Geodimeter®

EN BUENAS MANOS



¡AHORA EN ESPAÑA!
NUEVO SERVICIO TECNICO
Y DE MANTENIMIENTO

Como cualquier otro instrumento de precisión, el GEODIMETER necesita un mantenimiento regular.

Como usuario de GEODIMETER y de GEODOLITE, tiene usted acceso a este servicio dirigido exclusivamente por la casa matriz, con la experiencia y el reconocimiento, a nivel internacional, que nos ha dado un papel preponderante en el mundo de la técnica de la topografía durante más de cuatro décadas.

Le podemos ayudar a instalar su nuevo software y podemos proporcionarle instrumentos para reemplazar el suyo en caso de emergencia; incluso motorizados, según existencias.

Geotronics

Geotronics, S. A.
Avda. Camino de lo Cortao, 24 - Nave 4
Pol. Ind. Sur. 28700 S. Sebastián de los Reyes (Madrid)
Tel. (91) 654 82 22. Fax (91) 654 40 41

EL MÁS ALTO NIVEL PROFESIONAL

CUPON RESPUESTA

- ☐ Soy usuario GEODIMETER. Envíeme un contrato de mantenimiento.
- ☐ Envíeme información respecto al SERVOMANDO.
- ☐ Envíeme información respecto al GEODIMETER sistema 500.
- ☐ Envíeme información respecto al GEODIMETER sistema 4000 (Unipersonal).

Además, una calculadora solar para los USUARIOS GEODIMETER que nos envíen sus datos con el número de serie de su(s) instrumento(s).

Nombre _____

Empresa _____

Dirección _____

Ciudad _____

Provincia _____ C. Postal _____

Teléfono _____

Modelo	N.° de Serie
400	☐☐☐☐☐
500	☐☐☐☐☐

RECORTE O FOTOCOPIE

DESARROLLO de la Cartografía Digital en el Instituto Geográfico Nacional

V Congreso Nacional de Topografía y Cartografía

59 Reunión del Comité Permanente de la FIG 30-9-1992

ANGEL AREVALO
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Director General del Instituto Geográfico Nacional
Presidente del Centro Nacional de Información Geográfica
Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Madrid, España

En los momentos actuales, cuando avanzamos ya por la última década del siglo de la tecnología, carecen de novedad nuestras reiteradas conversaciones sobre la Cartografía digital. Todos nos referimos con suma naturalidad a las bases de datos cartográficos, a los sistemas de información geográfica y a sus innumerables y ventajosas aplicaciones para la actualización cartográfica, los desarrollos temáticos, la planificación territorial, la gestión medio ambiental del transporte o de tantas otras materias relacionadas con el territorio. Hemos integrado estas modenas tecnologías en nuestro acervo profesional y nadie discute su idoneidad ni su futuro.

Debemos recordar, no obstante, cómo la Cartografía digital nos parecía a casi todos algo muy lejano, hace tan sólo cinco o seis años. Y me parece importante recordarlo, no tanto por aludir a la rapidez del cambio conceptual y tecnológico que hemos vivido en tan corto plazo, ni por el justo reconocimiento que deben merecernos los méritos de aquellos que les concibieron y confiaron en las técnicas cartográficas numéricas, sino principalmente, porque considero imprescindible tener muy presentes los primeros pasos de los avances en esa materia, a fin de entender sus fundamentos causales, evitar errores como los lógicamente cometidos y, ¿por qué no?, para analizar la evolución y el progreso logrado.

Por lo que se refiere al Instituto Geográfico Nacional, Organismo del Estado que tengo el honor de dirigir desde 1985, la reciente historia de la Cartografía digital merece, a mi modo de ver, una breve alusión al pasado inmediato que sirva como introducción al análisis de sus desarrollos actuales y, al tiempo, como justificación de un proyecto y de la decisión de llevarlo a cabo.

Supongo que todos Vds. comprenderán y estarán de acuerdo conmigo en que adoptar la decisión institucional de emprender la producción de la Cartografía básica de un país de las dimensiones que tiene España, en forma exclusivamente digital, hacerlo en 1986 y , además, plantear todo el proyecto bajo el objetivo final de unas bases de datos cartográficas numéricas y de un Sistema Nacional de Información Geográfica, era entonces, al menos, una decisión arriesgada y probablemente precipitada.

Muchos de los aquí presentes, y yo entre ellos, recordarán las frecuentes expresiones, explícitas o implícitas, de escepticismo que acompañaban las charlas o las discusiones de trabajo, en las que algún miembro de nuestro Instituto Geográfico hablaba del entonces nuevo proyecto cartográfico del mismo, asegurando que todo el Mapa Topográfico Nacional iba a ser restituido numéricamente, que su formación cartográfica sería realizada digitalmente y que su trazado se realizaría por medios automáticos. Se decía, además, que ese proyecto iba a desarrollarse en un plazo muy corto, pues debería finalizarse a mediados de los noventa, y que los necesarios períodos iniciales de inversión, formación y rodaje, se iban a aprovechar para realizar una Base de datos sobre la cartografía a escala 1:200.000 y para producir un nuevo y ambicioso Atlas

Nacional, al tiempo que se desarrollarían las técnicas de teledetección y tratamiento de imágenes.

El ambicioso proyecto provocaba escepticismo (bastante lógico en relación con un Instituto que pocas veces se distinguió por su pragmatismo) y críticas, sobre todo internas, basadas en supuestas probables pérdidas de una calidad cartográfica acuñada por décadas.

Allá por 1986, los técnicos preferían hablar de Cartografía asistida por ordenador, como tendencia hacia la progresiva automatización de algunas fases del proceso productivo, en un enfoque de pretendido progreso, pero cuyo conjunto debería mantenerse en su integridad, incluido el producto convencional del Mapa impreso como único resultado.

Eran fechas aquellas en las que en España apenas se llegaba a disponer de un diez por ciento de su Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000, ese Mapa que debería haber poseído hacía muchas décadas. Pero, con ser grave esa carencia, peores aún, eran las previsiones que podían realizarse a tenor de los antecedentes, con ritmos de restitución fotogramétrica de unas ochenta hojas anuales, con plazos de formación de dos, tres o más años por hoja y con fases de esgrafiado que se demoraban por años, con fondos retenidos que solamente permitían la publicación de unas ochenta hojas anuales. En tales condiciones, una hoja que entraba en restitución podía tardar de ocho a diez años en ver la luz su edición cartográfica y, de ochenta en ochenta hojas, podíamos tardar treinta o cuarenta años en ver el Mapa completo.

Mientras tanto, los países europeos y norteamericanos apenas habían pasado de planteamientos teóricos e incipientes sobre los modos numéricos de producir cartografía básica; se hablaba de actualización futura sobre mapas digitalizados, se restituía analíticamente, pero casi con carácter experimental y se apuntaban métodos de edición automática basados en técnicas de la producción textil. Nadie tenía especial prisa por su cartografía digital, pero es que todos los países avanzados habían finalizado sus mapas topográficos cuando menos en los años cincuenta.

Sea como fuere, el IGN español debía afrontar su mapa pendiente a escala 1:25.000, cuando ya habíamos ingresado en el Mercado Común europeo, y debía finalizarlo, como máximo, en los diez años próximos. Se hacía necesario un proyecto del que se pudiera esperar el producto cartográfico del año 2.000 y éste no era, evidentemente, el mero mapa convencional MTN-25.

La cartografía del final de siglo sería aquella que permitiera una consulta rápida, integrada y tratada por periféricos informáticos. Esa cartografía digital básica debería ser capaz de incorporar datos sectoriales y temáticos georreferenciados, mediante sencillas y rápidas operaciones de carga y edición y sin necesidad de confeccionar los penosos y complejos mapas temáticos clásicos. Para ello, los componentes de nuestro mapa habían de extenderse más allá de cada hoja, adquiriendo una continuidad geográfica a lo largo de toda su extensión; pero, además, cada entidad o elemento cartográfico debía dotarse de topología completa, mediante la cual había de ser posible su jerarquización relativa, su interrelación mutua y su identidad integrada o separable del resto, según las necesidades potenciales de su utilización.

Esos objetivos, junto con los adicionales que debían permitir su actualización rápida y sencilla, su generaliza-

ción automatizable y su edición e impresión eficiente y automática, conformaban un producto cartográfico nuevo que, llamárase como fuere, era una Base de Datos Cartográficos y ésa era la denominación que debía recibir nuestro proyecto.

Comenzamos, pues, a hablar de BCN-25 como proyecto a acometer sistemáticamente para la década 1987-1997. En su realización se hacían necesarias varias etapas de implantación y producción que, de manera muy resumida y simplista, se compendian como sigue:

a) Formación de un núcleo inicial de personal y medios con sensibilidad y capacidad técnicas para la planificación, definición y comienzo del proyecto, así como para extender la mentalidad del mismo y el proceso formativo necesario.

b) Aprovechamiento de la cartografía analógica disponible hasta entonces (unas 800 hojas del MTN-25), mediante su digitalización e integración en el proyecto de BCN-25.

c) Adquisición, instalación y desarrollo del sistema de restitución numérica, optimizando las inversiones disponibles, así como del sistema de edición y trazado automático.

d) Avance intensivo de las labores de apoyo fotogramétrico del vuelo (el disponible de 1986 y complementos posteriores) y de aerotriangulación.

e) Proceso formativo interno de carácter extensivo a los seiscientos funcionarios y empleados de misión cartográfica en el IGN.

f) Dimensionamiento adecuado de la plantilla a las necesidades productivas y de plazo establecido.

g) Adquisición e instalación de los sistemas de formación y actualización cartográfica del mapa restituido y/o digitalizado.

Todas estas etapas (presididas por la no mencionada, pero fundamental, de la consolidación precisa del Presupuesto del Instituto) fueron acometidas progresivamente con arreglo a una estrategia posibilista que (sin hacerse explícita por parte de la Dirección más allá de lo estrictamente necesario en cada momento) ha dado resultados que me permito calificar de muy satisfactorios.

Particularmente satisfactorio ha resultado, en mi opinión, el proceso interno de formación y adiestramiento del personal del Instituto, gracias al auténtico entusiasmo con que sus funcionarios y empleados asumieron la necesidad del cambio tecnológico, una vez superadas las fases de inicial recelo esperable. Considero que debe destacarse como excelente el esfuerzo docente del núcleo inicial de funcionarios que, sólidamente asentado en su dominio técnico, supieron afrontar la preparación de sus compañeros hasta extenderla progresivamente a todas las unidades, centrales y regionales, que habían de incorporarse a la producción de la nueva Cartografía del I.G.N.

El caso es que se fueron superando fases ciertamente críticas y francamente difíciles de resolver en el contexto administrativo del Instituto, no especialmente bien dotado presupuestariamente y, sobre todo, no demasiado reconocido por sus funciones prioritarias. Lo cierto es que hemos tenido bastante suerte y, espero, algo de acierto. Suerte, porque las condiciones del mercado informático han venido evolucionando muy favorablemente desde 1987 y suerte y acierto en el personal especializado del Instituto, capaz de integrar rápidamente en producción todos los sistemas y equipos adquiridos, asumiendo y resolviendo serias fases de desarrollo técnico

hasta configurar una metodología propia en importantes procesos de la producción.

Gracias a estos desarrollos fue posible iniciar, ya en 1988, la transferencia tecnológica necesaria para emprender la contratación de servicios de restitución fotogramétrica digital con un amplio conjunto de empresas nacionales, con el excelente resultado que nos permite hoy asegurar la finalización total de esta fase crítica durante el próximo año de 1993. Al tiempo que el buen hacer fotogramétrico, fue necesario un enorme esfuerzo de los técnicos del Instituto en la delicada e ingente tarea de apoyo del vuelo, a la que se incorporaron los compañeros de provincias, finalizando casi tres mil hojas del mapa en tan sólo tres años, junto con la última fase de la observación de la red geodésica de orden inferior. Conviene recordar ahora las mejores previsiones posibles con los medios disponibles en 1985, cuando pensábamos en restituir de cien a ciento cincuenta hojas al año, con una tarea de tres mil hojas por delante; aquellos veinte o treinta años previsibles han quedado reducidos a cinco.

En este plazo, además, se digitalizaron las mil hojas restantes, ya editadas analógicamente, y se inicia la formación cartográfica digital de todo el mapa, para la que ya se encuentran en servicio cuarenta estaciones de trabajo, en una organización regionalizada, en la que los servicios centrales restan como subsidiarios de la responsabilidad descentralizada de formar y mantener el Mapa.

Otro factor importante en el desarrollo y producción coherente de nuestro mapa es el denominado sistema de edición y trazado. Adquirido en 1989 tras el objetivo inmediato de edición del Atlas Nacional (que, iniciado en 1987, había de culminar en 1992), este sistema aparece hoy como uno de los más claros y productivos ejemplos de desarrollo técnico eficiente y práctico, entre los que se llevan a cabo en el Instituto, sobre todo si tenemos en cuenta el modesto grado de desarrollo productivo con que llegó a nuestras manos. Gracias a la esforzada labor del equipo que lo atiende, el sistema ha demosstrado ya su capacidad para editar el MTN-25, al tiempo que se han editado el Atlas y numerosas realizaciones temáticas y derivadas.

Como no puedo entrar en mayores detalles productivos, ni merecerá la pena que lo haga, limitaré mi exposición a la aportación de algunos datos e ideas sobre características y significaciones que la producción cartográfica digital del IGN puede proporcionar al desarrollo cartográfico actual, en lo que yo considero un enorme salto cualitativo obtenido en nuestro país.

Como muchos de Vds. saben, y yo dije antes de pasada, el fuerte y largo paso transitorio de 1987 a 1990 (necesario para la formación e inversión en BCN-25), se concibió apropiado para la realización de un proyecto de corto plazo, al tiempo piloto de aquél y, también, operativo y fructífero en sí mismo. Se trataba del que denominaremos BCN-200, base de datos cartográfica numérica formada sobre la cartografía digitalizada de nuestra serie de Mapas Provinciales a escala 1:200.000.

La digitalización se realizó entre 1987 y 1989, solapándose penosas y arduas tareas de comprobación del producto digital, codificación, formación tipológica y cartográfica, case de hojas y continuidad de entidades geo-

gráficas. En 1989 comenzaron tareas paralelas de captación e incorporación de atributos geográficos y las de edición de la base de datos y de cálculo y formación del Modelo Digital del Terreno.

Al tiempo, pero en otra línea de producción totalmente independiente, el Atlas Nacional de España avanzaba en su ingente labor de captura y tratamiento cartográfico de datos relativos a toda la realidad socio-económica y geográfica del país. La formación cartográfica temática se realizó sistemáticamente en soporte digital, así como su edición, lograndose un producto subsidiario en archivo digital, que hoy se manifiesta en su justo y muy elevado valor informativo.

Con esos componentes de la producción cartográfica (sobre los que tan rápidamente he pasado en su descripción) se conforma el actual momento de la información geográfica y cartográfica que el Instituto comienza ahora a ofrecer a la sociedad y que resumiré brevemente:

a) **Cartografía Digital del Mapa Topográfico Nacional,** de alta resolución geométrica, propia de una escala convencional 1:12.000 en sus 3.500 hojas, de obtención numérica y extendida a todo el territorio del Estado.

- A nivel de datos, esta información cubre ya el 65% del territorio y estará completa a finales de 1993.
- A nivel de base de datos, su formación se inicia en 1992 y debe culminar en1996, como producto completo e integrado para todo el país.
- A nivel de su publicación convencional, el Mapa cubre ahora 1.400 hojas (algo más de un tercio del total), iniciándose su edición industrial en 1993 (una vez finalizado el Atlas) para estar completo en 1997.
- El Modelo Digital del Terreno se produce ya a un ritmo de 1.200 hojas anuales, por lo que estará finalizado y completo en 1996, en malla de veinticinco metros de lado y resolución altimétrica de cinco metros.

b) **Base Cartográfica Numérica BCN-200,** ya descrita, cuya actualización planimétrica está ya sistematizada para garantizar su vigencia trianual, e incluye:

- Modelo Digital del Terreno en malla de doscientos metros y resolución altimétrica de cincuenta metros.
- Base de datos completa, con resolución propia de escala 1/200.000 y generalizaciones a escalas 1/400.000 y 1/1.000.000, plenamente actualizadas.
- Mapa de ocupación del suelo a escala 1/100.000, integrado en BC-200.
- Geometría y topología totalmente realizada; atributos relacionados de red viaria, comunicaciones, base de datos de entidades de población y líneas límite de municipios, etc.
- Aplicaciones de usuario en desarrollo: Mapa Oficial de Carreteras, SIG de gestión de carreteras, encuesta de infraestructuras, SIG de gestión medioambiental, etc.
- Base de datos de ortoimágenes espaciales (escalas 1/100.00, 1/250.000 y 1/500.000) relacionadas.

c) **Atlas Nacional de España,** cuya

edición y formación cartográfica esá siendo realizada, totalmente, en modo digital, constando de unos 1.000 mapas temáticos con toda su información alfanumérica asociada, así como de un mapa general a escala 1/500.000. Próxima edición en CD-ROM.

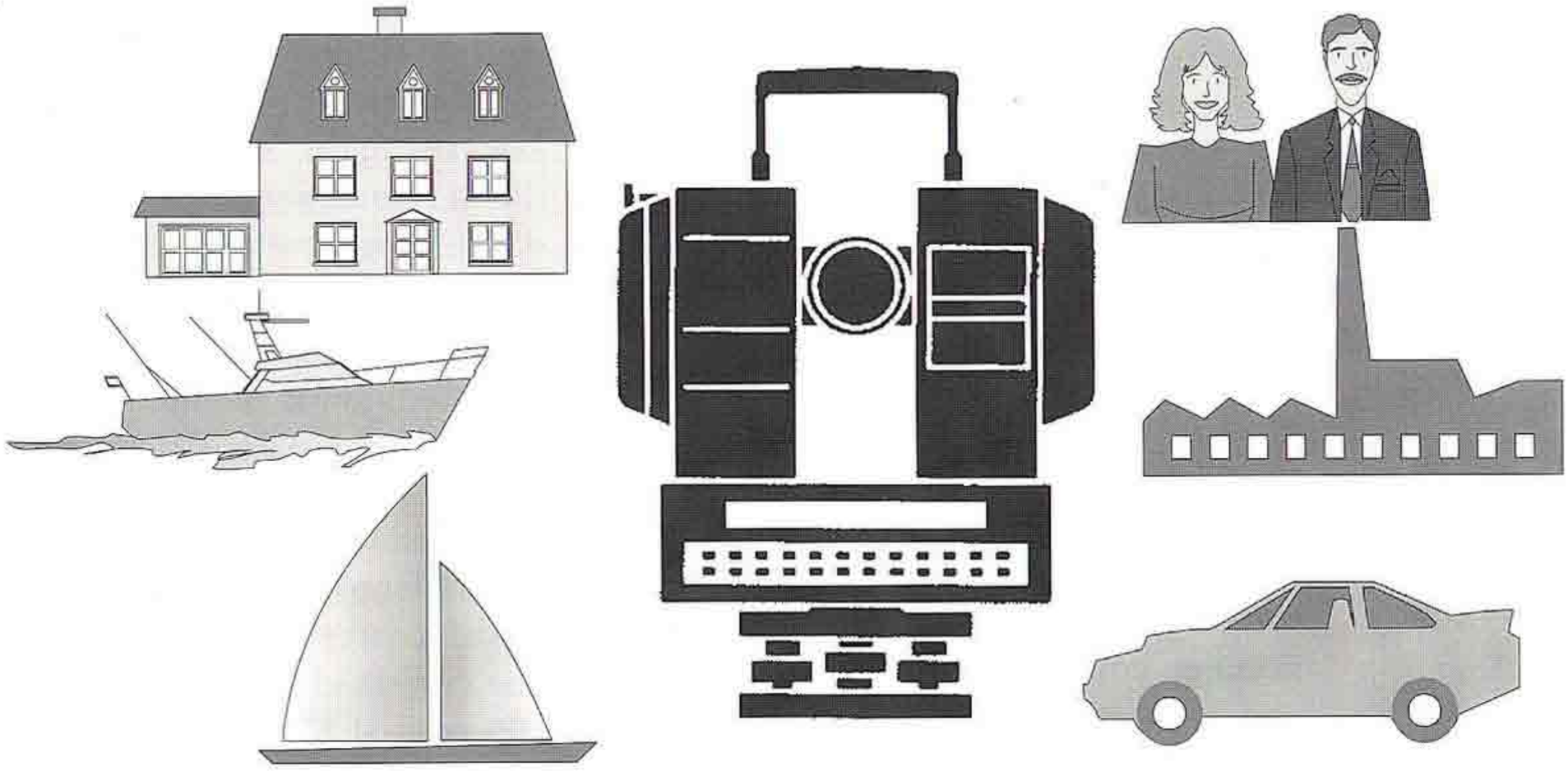
Así, a muy grandes rasgos, he intentado presentar el conjunto de la información geográfica digital que el IGN viene ralizando. No hablé detenidamente de la planificación que debe conducirnos a la finalización de todos estos proyectos, pero concluiré afirmando la seguridad de que la gran tarea de BCN-25 podrá completarse en 1996.

AVISO

Geotronics

Comunica a todos sus distinguidos clientes y público en general que la empresa **CANOSTRA, S.A.** ha cesado como distribuidor de sus productos Geodimeter® a partir del 19 de marzo de 1993

LA MAYOR SEGURIDAD, EN LAS MEJORES CONDICIONES.



ES EL OBJETIVO DE **BROKEMAR**, ANTES **EATS**, QUE SE RENUEVA FORTALECIENDO SU ORGANIZACION PARA LA DISTRIBUCION DE SEGUROS INCORPORANDO NUEVOS PROFESIONALES, NUEVOS PUNTOS DE SERVICIO EN TODA ESPAÑA Y UNA OFERTA MAS AMPLIA. AHORA, A TRAVES DE **BROKEMAR**, SE MANTIENE LA ESPECIAL ATENCION DE **EATS** AL MUNDO DE LA TOPOGRAFIA, OFRECIENDO SU SEGURO ESPECIAL PARA ESTACIONES DE TRABAJO CON COBERTURA DE AVERIAS, ROTURAS Y ROBO DE EQUIPOS.

ASI COMO UN SEGURO DE ACCIDENTES COLECTIVOS Y UN SEGURO DE VIDA TEMPORAL RENOVABLE PARA PROFESIONALES. TODO EN LAS MEJORES CONDICIONES DE EFICACIA Y SOLVENCIA DENTRO DE UNA OPTIMA RELACION CALIDAD/PRECIO. POR ELLO, DESDE HACE AÑOS, EL ILUSTRE COLEGIO DE INGENIEROS TECNICOS TOPOGRAFICOS NOS CONFIA LA SEGURIDAD DE SUS COLEGIADOS. DESDE AHORA, NO CORRA RIESGOS. VAYA A LO MAS SEGURO EN LAS MEJORES CONDICIONES.

LLAME A **BROKEMAR**.

BROKEMAR

CORREDURIA DE SEGUROS, S.L. (PARTICIPADA POR MURIMAR), ANTES EATS.

CENTRAL: CAPITAN HAYA, 23 - ESC. 2ª / 6.º-4ª - TEL. (91) 555 03 42 - FAX (91) 555 82 77 - 28020 MADRID

EXPEDICION española a El Cairo musulmán

JOSÉ MANUEL LODEIRO PÉREZ
(Ing. Téc. Topógrafo)
CARLOS JIMÉNEZ CUENCA
(Arquitecto Restaurador).
Fotos: JOSÉ PUY.
Restitución: ALEJANDRO ALMAZAN
JOSÉ SANDOVAL.

El pasado 12 de Octubre de 1992 se produjo un importante terremoto en la ciudad de El Cairo, que afectó a diversos edificios, algunos de ellos de gran interés artístico e histórico. Con este motivo, el Gobierno Egipcio solicitó ayuda internacional, tanto para la valoración de los daños sufridos,como para la realización de informes técnicos para una restauración o consolidación posterior.

Atendiendo a esta solicitud, el Ministerio de Cultura Español, y más concretamente el Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, envió un equipo de sus profesionales, constituido por dos Arquitectos Restauradores, un Ingeniero Técnico Topógrafo, un Restituidor y un Fotógrafo.

A la expedición española se nos encomendó el estudio e informe de una veintena de edificios islámicos sitos en la ciudad de El Cairo en su mayoría Mezquitas y Madrazas. El artículo incluye un resumen del informe.

Para realizar un estudio lo mas exhaustivo posible, el equipo español pensó en la conveniencia de realizar levantamientos por fotogrametría de objeto cercano, de aquellos edificios, o partes de ellos, que se encontrasen en peor estado, lo que permitiría dos cosas: Primera, obtener un documento gráfico y/o numérico donde medir deformaciones, inclinaciones, grietas, etcétera, y segunda, tener dicho documento en previsión de deterioros sufridos en estos edificios en el período de tiempo transcurrido entre la toma de datos y su restauración.

Por desgracia esta previsión se cumplió, ya que el remate del Alminar de la Mezquita de SHAYKHU (figura 1), ya destruido en una tercera parte a causa del terremoto, se desplomó en su totalidad a los 8 días del regreso de la expedición. La reconstrucción de dicho remate será factible gracias a los datos fotogramétricos obtenidos.

Ante el desconocimiento de los trabajos a realizar y sus condiciones, se planteó la duda del material de trabajo a trasladar. Aparte del equipo topográfico (Taquímetro, distanciómetro, nivel, etc.), imprescindible en todo levantamiento, había que decidir entre las diferentes cámaras y focales con las que cuenta el Instituto, como U.M.K. 100 o U.M.K. 65, de gran formato (180x130) y precisión, o las que podía aportar la Escuela de Estudios Arabes de Granada, la Rolleiflex semimétrica, de formato pequeño (60x60) y menor precisión que las anteriores.

En primer lugar, no era factible trasladar las dos U.M.K. a El Cairo, con lo que la utilización de una focal larga (100) plantea problemas si los elementos a registrar se encuentran en lugares estrechos, produciéndose el problema recíproco con focales cortas (65), ya que si la distancia entre cámara y objeto es grande, el elemento a restituir queda muy pequeño en el negativo, perdiéndose el detalle.

En segundo lugar, el planteamiento por parte de los arquitectos era el levantamiento de los planos a E=1/100 lo que permite la utilización de las cámaras Rolleiflex, si bien menos precisas, pero con la ventaja de disponer en un mismo cuerpo de focales diferentes, en nuestro caso de 40 y 80 mm, fa-

cilitando el trabajo en cuanto al rango de distancias.

Sopesados los pros y los contras se optó por las semimétricas. No puede decirse que fuese una mala elección, ya que de los 10 levantamientos realizados, sólo en dos de ellos la focal y el formato resultaron insuficientes, debido a la gran distancia. Como puede verse en la figura 3, en la foto métrica no es posible apreciar los detalles decorativos del alminar.

Figura 1. Restitución Alminar de SHAYKHU

Una vez presentado el informe, que incluye los planos obtenidos por restitución, el Ministerio de Cultura Egipcio, ha solicitado al Ministerio Español el levantamiento sistemático, no sólo de las Mezquitas afectadas por el terremoto, sino de la totalidad de su Patrimonio Musulmán. Un levantamiento de estas características conlleva la toma de pares y el apoyo de todas sus fachadas y las de los Alminares, pozo de abluciones, alzados de patios y, al menos, un par de secciones, una longitudinal y otra transversal.

Con el conocimiento que hemos podido adquirir, en este primer viaje, de los diferentes edificios, es posible asegurar que la cámara más adecuada para estos levantamientos exhaustivos es la U.M.K. 100, ayudada de la Rolleiflex para la obtención de decoración, bóvedas, etc.

De los 20 edificios visitados sólo se obtuvo fotogrametría de los 10 que estaban más deteriorados o eran más interesantes.

Se realizó una visita rápida a los 20 edificios, que sirvió de primer contacto, en la que los arquitectos determinaron los daños sufridos y su importancia, si se levantaría o no por fotogrametría, los elementos a levantar y el orden de trabajo. Esta primera visita nos permitió conocer el objeto y su entorno, poder estudiar el lugar más adecuado para obtener los pares, el número de ellos, el método topográfico para obtener los puntos de apoyo(PA) y la situación de los vértices. Una vez finalizada la visita, y por el orden marcado por los arquitectos, se comenzaron los levantamientos.

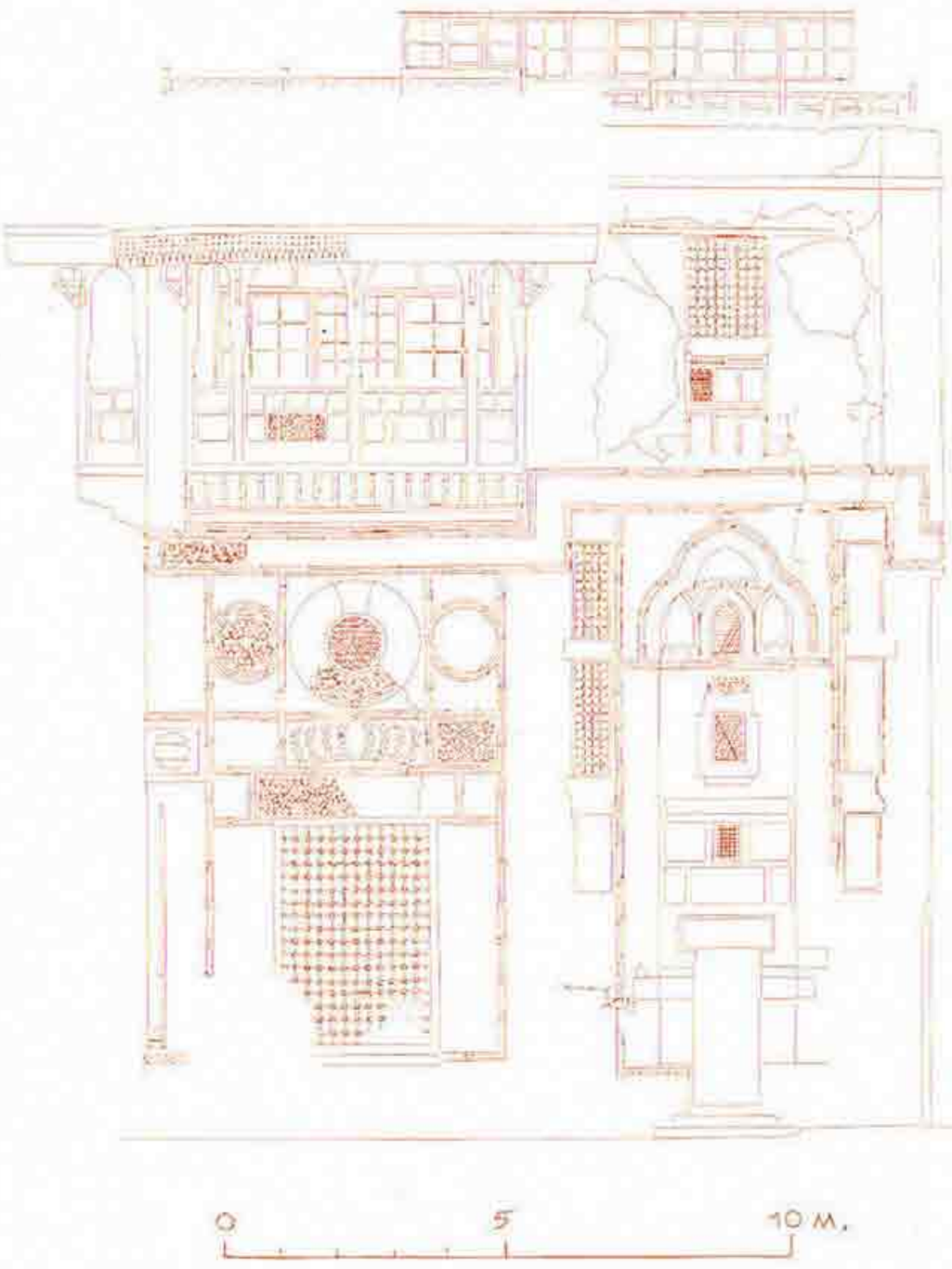


Figura 2. Restitución SABIL-QUAYTBAY

Pasaremos a exponer tanto los trabajos topográficos realizados, como un resumen del informe técnico de alguno de los edificios visitados, comenzando por un informe general para pasar a analizar cada edifico en particular.

Si bien el terremoto ha causado importantes daños, se ha constatado que gran parte de las lesiones existían antes del mismo, como consecuencia de

una prolongada falta de conservación y mantenimiento. En general, los edificios que habían sido bien restaurados no han sufrido graves daños con el seísmo, lo que pone de manifiesto la importancia de las labores de mantenimiento de los edificios frente a acciones de este tipo. De forma genérica, se observaron dos tipos de lesiones: unas que afectan a muros y estructuras generales (en su mayoría existentes antes del seísmo y agravadas por éste), y otras que afectan a las partes altas de los alminares (elementos frágiles).

Del análisis de los edificios se apreciaron lo que parecen soluciones antisísmicas antiguas, como es la introducción de elementos de madera dentro de los muros de forma lineal o como apoyo de otras estructuras: tirantes (entre columnas), zapatas (sobre columnas que soportan arcos), etc., como puede apreciarse en la figura 4. Estos elementos flexibles de madera parecen muy adecuados para absorber las vibraciones provocadas por un terremoto.

Como idea general, de cara a la reparación de los daños, pensamos que las intervenciones a realizar deberían intentar restablecer las condiciones generales con que los edificios fueron concebidos, recomendando utilizar los mismos materiales y técnicas constructivas empleados originalmente, pues esto permitirá un comportamiento estructural más homogéneo del conjunto de la edificación. El empleo de técnicas y materiales modernos (pilotaje, inyección de cemento o resinas, cosido con barras de acero, etc.), deberá estar muy justificado.

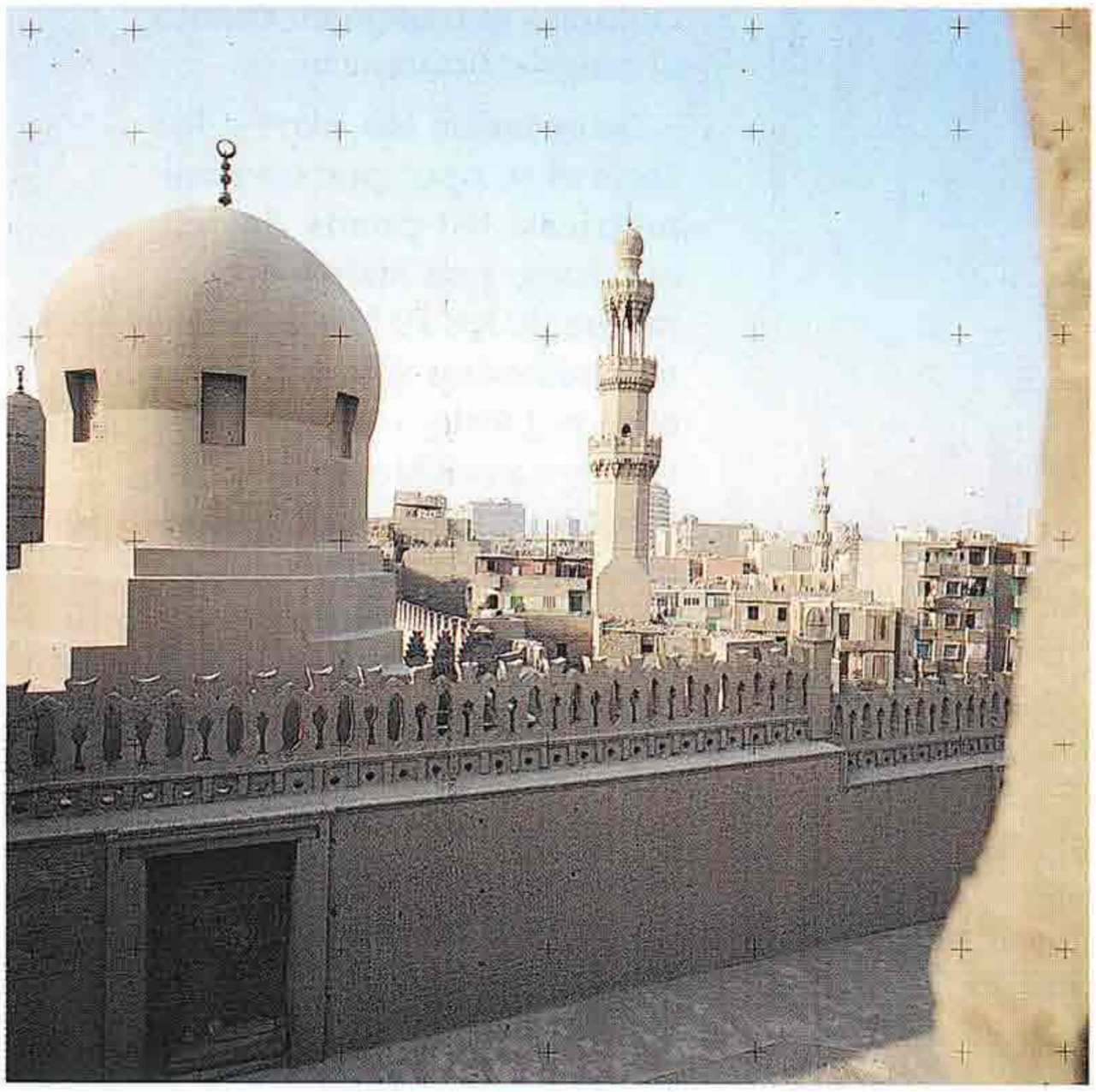


Figura 3. Fotografía Métrica Alminar Mezquita de SARGHATMISH

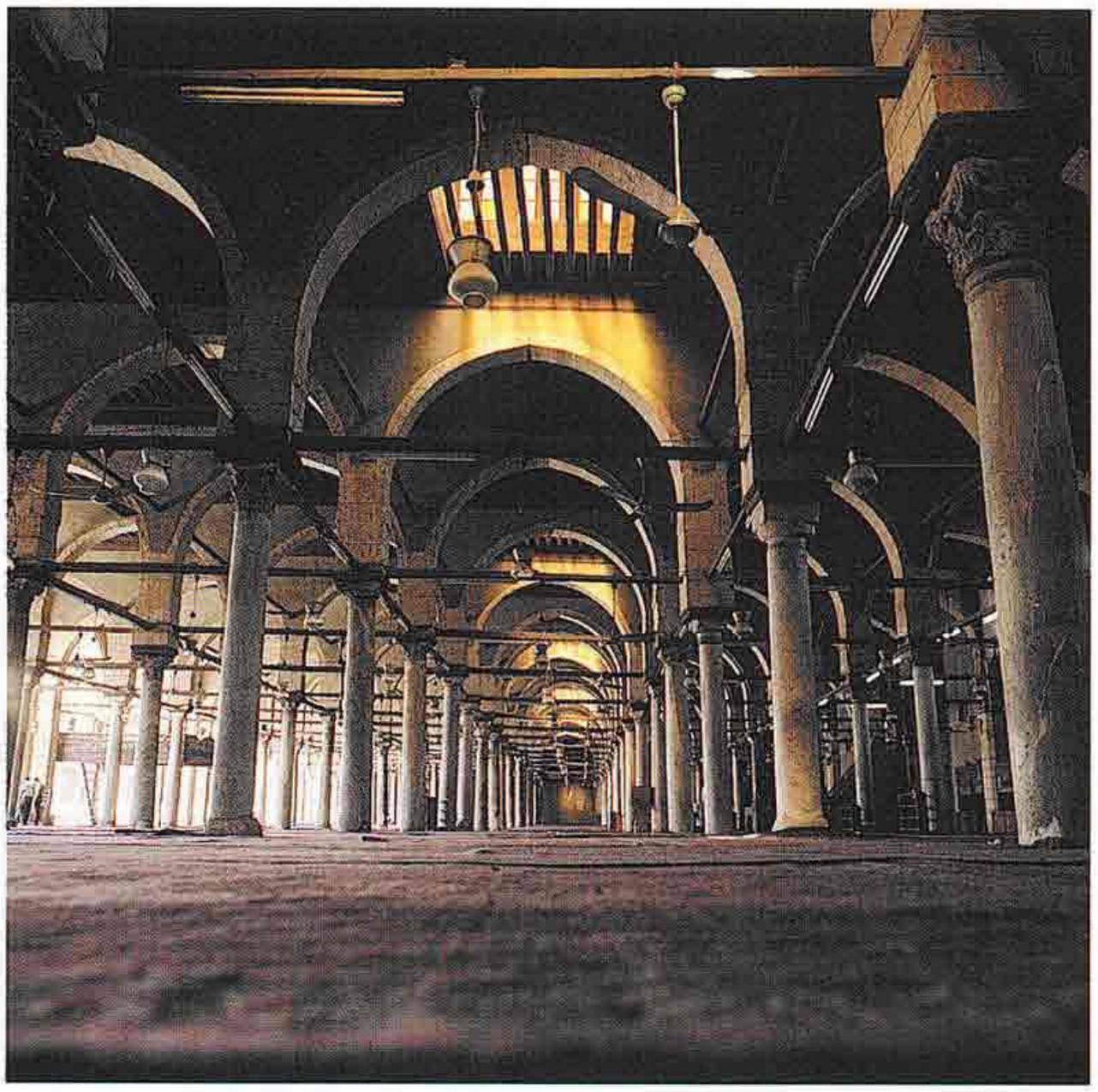


Figura 4. Mezquita de AMR IBN AL-AS

Sabil-Kuttab del Sultán QUAYTBAY (1479)

Edificio que albergaba en su planta baja un pozo público (sabil) y en su

Figura 5. Vista alminar
Mezquita HASAN PASHA
TAHIR

Figura 6. Detalle alminar
Mezquita IBN-TULUM

parte alta una escuela coránica (Kuttab). Ocupa una manzana, con dos fachadas principales de sillería en su mayor parte, con decoraciones en mármol y galerías voladas de madera.

Sufrió una restauración inadecuada, con la sustitución de los forjados por otros de hormigón armado, en lamentable estado de conservación, aunque la existencia de estos elementos horizontales rígidos ha debido minimizar los efectos del temblor. Se aprecia una falta de mantenimiento general del edificio.

En el ángulo del inmueble inmediato a la portada de acceso, aparecen grietas verticales en ambas caras de la esquina, así como en el óculo y otras ventanas de esta misma fachada, indicando el desplazamiento de la citada esquina.

Se comprobará el estado del terreno y la cimentación de la zona afectada de grietas para constatar si es éste el origen inicial de las lesiones. Subsanado el problema de los cimientos y el de las humedades del saneamiento, o del terreno, se realizará un cosido de grietas, la sustitución de los forjados de hormigón armado en mal estado y el tratamiento de la madera de las galerías voladas.

Para el levantamiento de los tres alzados del edificio se dispuso una poligonal de precisión con 4 vértices, desde los que se obtuvieron los PA, tanto por intersección directa como por radiación. El total de PA fue de 24.

La distribución de los pares fue la siguiente: los alzados N y S se registraron en un par cada uno, mientras que para el alzado W se tomaron dos pares, uno general que cubría toda la fachada y otro más próximo, que permitió levantar con mayor detalle la zona agrietada, que coincide con la más decorada e interesante del edificio.

Mezquita-Mausoleo de HASAN PASHA TAHIR (1809)

Como se aprecia en la figura 5, el cuerpo de coronación del alminar ha sido desmontado por la peligrosa inclinación que adquirió la torre. La causa del desplome puede deberse a problemas en la fábrica del cuerpo bajo o en la cimentación, a causa de la construcción de una nueva edificación adosada al alminar. Las partes altas no presentan grietas imputables al seísmo. Se encuentra totalmente andamiado.

En estas condiciones era imposible una restitución convencional, optándose por la restitución punto a punto por el método de las intersecciones y ajuste de haces. Se tomaron 12 fotografías semimétricas, que no formaban pares, oblicuas. El número de PA con los que se calculará el ajuste es de 11, obtenidos todos por radiación desde una sola estación. Para asegurar la veracidad de los datos, se repitieron las observaciones en cada punto. Como se ha dicho, el plano que se obtenga no será de línea continua, sino una serie de puntos, tratando el plano posteriormente con CAD.

Mezquita y Khanqah del Emir SHAYKHU (1349 - 1355)

La Mezquita forma conjunto con el Khanqah (convento de anacoretas musulmanes) del otro lado de la calle. El alminar, rematado con un bulbo sobre una escocia, había sufrido el desprendimiento de una tercera parte del remate, como se ha mencionado.

La fachada, en su esquina más próxima al alminar, presenta importantes grietas y desplome hacia la calle. Se recompondrán los muros de esta zona del edificio, trabándolos entre sí y protegiéndolos de la intemperie (en la zona de medianería) mediante revocos tradicionales.

Sólo se levantó el alminar por ser la zona más afectada; para ello se tomaron 4 fotografías y 11 PA, obtenidos por intersección directa desde los extremos de una base situada en las cubiertas del edificio opuesto, lo que permitió la restitución del alminar desde su arranque.

Madraza Mausoleo del Emir SARGHATMISH (1356)

El alminar tiene una base cuadrada que se transforma en octogonal, rematado con un pabellón de ocho columnas coronadas por un ovoide. Una de las columnas se encuentra totalmente quebrada y desplazada, y otras dos, al menos, están fisuradas como consecuencia del seísmo, con claro peligro de derrumbe del remate. Se ha propuesto la colocación de unos apeos para poder sustituir posteriormente las columnas sin capacidad resistente.

En el mausoleo existe una lesión antigua agravada por el terremoto. Una nave, cubierta por cuatro pequeñas cúpulas, sufre un vuelco hacia la calle como consecuencia de sucesivos seísmos y el fallo de la cimentación y parte baja de los muros, agravado por un problema de humedades que asciende del subsuelo por capilaridad. Se ha propuesto la consolidación de la cimentación y muros, así como la eliminación de humedades mediante drenaje perimetral con la introducción de barreras impermeables. Para detener el movimiento del vuelco, se ha propuesto atirantar la fachada mediante barras metálicas tensadas desde el muro que sostiene la cúpula.

Los planos del alminar se utilizarán en los trabajos de consolidación. Ya se

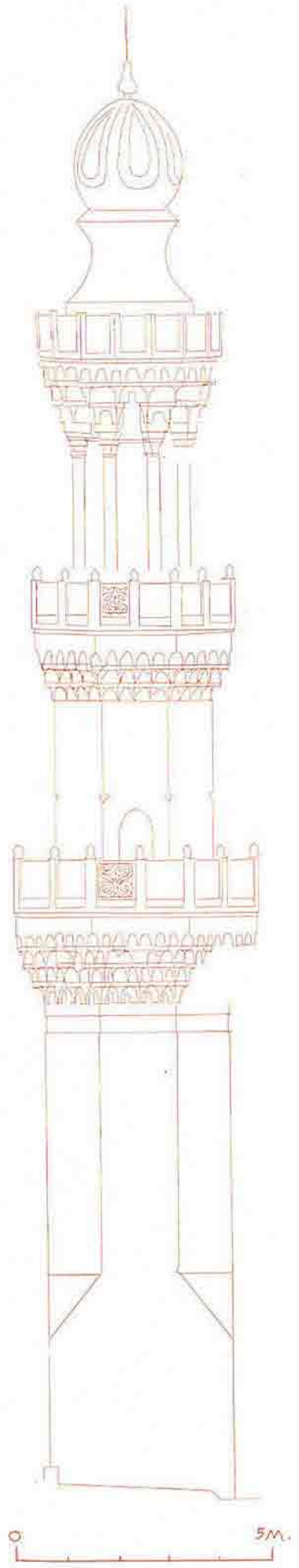


Figura 7 . Restitución alminar Mezquita SARGHARTMISH

citó que las tomas se obtuvieron desde una posición muy alejada, lo que provocó una falta de detalle, fácilmente apreciable en la figura 7. El levantamiento se realizó con 4 pares y 9 PA obtenidos por intersección directa desde los extremos de una base.

En todos los casos, el cálculo de los PA y vértices se realizó en El Cairo, para tener la certeza de que sus coordenadas eran correctas.

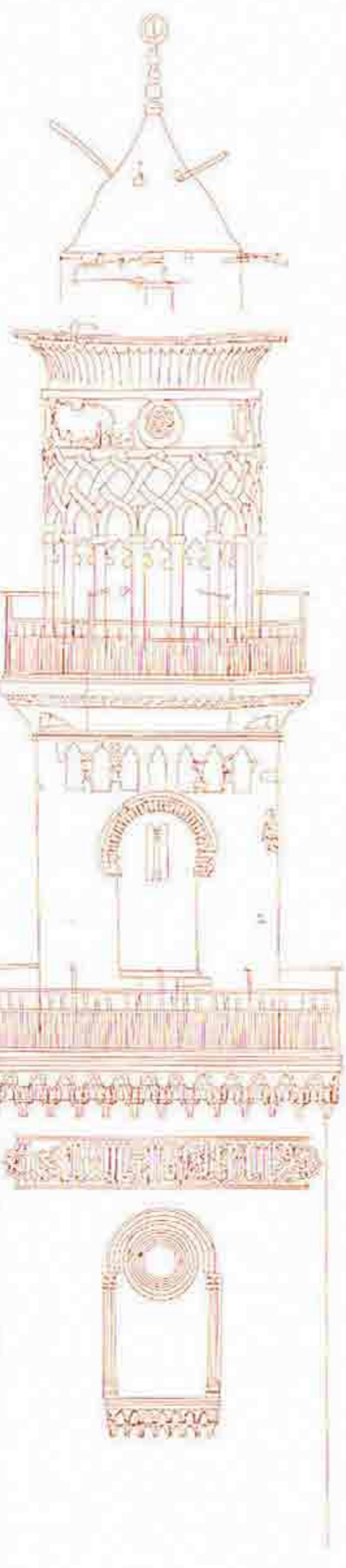


Figura 8. Restitución alminar QUALAWUN

Mezquita de IBN-TULUM (876) (1296)

Si bien la gran Mezquita de Ibn-Tulum apenas ha sufrido daños, su singular alminar, con escalera exterior y remate de época mameluca, que arranca con base cuadrada transformándose en cilíndrica, construido enteramente de piedra, ha sufrido movimientos de los sillares del cupulín en su remate, desplazándose entre sí hasta 1 cm en algunos casos, habiéndose disgregado el mortero de las juntas. Se ha recomendado recolocar los sillares en su posición original, introduciendo un nuevo mortero de cal entre las piezas. Como medida de seguridad se puede colocar en el exterior del octógono del remate un anillo de cable de acero tensado que comprima los sillares entre sí y mejore el estado tensional de la estructura, quedando oculto entre las molduras exteriores.

Madraza-Mausoleo de AL-SALIH NAGM AL-DIN AYYUB (1242)

El apoyo de las cuatro caras del alminar resultaba muy complicado a causa de su situación, debiendo emplear mucho tiempo y, teniendo presente que sólo disponíamos de 7 días para realizar todos los levantamientos, se optó por dar PA en dos caras, obteniendo el resto del apoyo por ajuste de haces. Para lograr un mejor ajuste se realizaron los pares correspondientes a sus 4 caras y otras tomas formando 50^g con las anteriores. El número de fotografíass totales es de 36 y el de PA de 17, 6 de los cuales eran visibles en las otras dos caras. Todos los PA se obtuvieron por intersección directa múltiple desde los vértices de un triángulo.

Madraza-Mausoleo del Sultán QALAWUN (1284)

El alminar de este conjunto presenta fisuras antiguas y una reciente causada por el terremoto, en el apoyo de los arcos ciegos con que se organiza la fachada al pie del alminar.

Además del mal estado de conservación del edificio, existen otros problemas graves como son las grietas existentes en el mausoleo, en las claves de los arcos, y la separación y movimiento de vuelco de la esquina noroeste del patio. Se hace necesaria la realización de un estudio minucioso de la situación estática del edificio, debiendo realizar un drenaje perimetral del muro de fachada para evitar el deterioro en las partes bajas del mismo, producido por la ascensión de humedad desde el suelo.

Por su gran interés artístico, se levantó el conjunto de fachada y alminar, aunque en una primera fase sólo se han restituido los 4 alzados del alminar.

Madraza del Sultán BARQUQ (1384)

Sólo se levantó el alminar, que se realizó conjuntamente con el anterior,

Figura 9. Fotografía métrica de la Ceca

ya que su posición y proximidad así lo permitían.

El número de PA dados para los dos alminares y la fachada fue de 46, mientras que el de fotografías ascendió a 24, 8 para este alminar y 16 para el anterior y la fachada.

Para la obtención de los PA se dispuso una poligonal de precisión de 6 vértices, desde los que se radiaron 2 PA y el resto se obtuvo por intersección directa múltiple.

En este caso, como en todos los alminares, los PA se situaron en los extremos de las caras, de forma que fueran útiles en la orientación de dos caras del alminar.

Madraza del Sultán AL-GHURI (1503)

Este edificio presenta serias lesiones anteriores al seísmo, localizándose las más importantes en la partes altas de los muros, que han sufrido desplazamientos. Se ha constatado, en muchos casos, la inexistencia de conexión de los muros a nivel de azotea e incluso la desaparición de forjados, lo que provoca la falta de rigidez y de funcionamiento conjunto de toda la estructura.

Por contra, el alminar se encuentra en buen estado debido a la rigidez de su propia estructura, de sillería de piedra, lo que ha provocado grietas entre él y los muros que a él acometen, debido a la menor rigidez de estos últimos. Otros problemas aparecen en la zona basamental del edificio por la descomposición de las partes bajas de los muros, debido a la ascensión de humedad por capilaridad y a las agresiones provocadas por las tiendas adosadas a dichas partes bajas, que han ido socavando el propio del basamento.

Se hace precisa una restauración integral del monumento, consolidando y drenando las partes bajas y restableciendo la trabazón de los muros superiores mediante llaves de piedra , piezas de madera, nuevos forjados, etc.

De este edificio se realizaron dos levantamientos, uno del alminar, que parecía estar inclinado, y los 4 alzados del patio cubierto de la Madraza, donde se aprecian importantes grietas.

Para apoyar el alminar se dispuso una base, desde cuyos extremos se bi-

grafinta
SOCIEDAD ANONIMA

RTK

Competir en el mercado topográfico de hoy día significa encontrar procedimientos innovadores para optimizar la productividad.
El sistema Site Surveyor de

Trimble

Trimble introduce en la topografía una tecnología revolucionaria. Empleando satélites GPS, el sistema permite obtener las coordenadas de los puntos con precisión centimétrica en tiempo real y su display gráfico le ayuda a encontrar fácilmente los puntos de replanteo.
El sistema Site Surveyor es el único sistema topográfico, en su clase, basado en GPS y diseñado para trabajos topográficos, de apoyo, de replanteo o cartográficos; el sistema proporciona precisión centimétrica en tiempo real.
El Site Surveryor se basa en la técnica **RTK,** cinemático en tiempo real. Utilizando los receptores **Trimble**

de tecnología digital, una o dos frecuencias, dotados del logical residente RTK, podrá realizar los trabajos descritos en tiempo real, como precisión centimétrica.
El sistema gráfico de orientación del Site Surveyor facilita el

replanteo aumentando la productividad. La indicación gráfica de azimut y distancia le permite alcanzar el punto que necesita ocupar sin necesidad de intervisibilidad o comunicación con otro operador.
RTK. El método de trabajo que empleará en el futuro. No lo olvide. RTK.
Si desea información adicional, llámenos. GRAFINTA, S. A.
Avda. Filipinas, 46
MADRID 28003
Tel. (91) 553 72 07
Fax (91) 533 62 82

secaron y radiaron los PA. Desde estos vértices eran visibles las 4 aristas del alminar, con lo que se apoyaron sus 4 caras con sólo 19 PA. El número de fotografías tomadas fue de 12. En una de las caras, al ser la base muy pequeña, hubo de realizarse el par en vertical, lo que dificulta la labor de restitución, ya que los movimientos de los pedales .están cambiados.

En cuanto al patio, el apoyo se realizó por intersección directa múltiple desde los vértices de un triángulo, con 21 PA. El número de pares fotográficos ascendió a 4.

CECA y Palacio SARAY AL-ABD

Ambos edificios están situados en la Ciudadela de El Cairo. Tienen abundantes grietas, desplomes y movimientos de vuelco como el del cuerpo de la escalera de acceso. Se están colocando andamios de emergencia para apuntalar muros con claros síntomas de ruina. Para la reparación de estos edificios es posible que sea necesario desmontar algunos de sus elementos, por lo que se realizó el levantamiento por fotogrametría.

El apoyo se realizó de forma conjunta desde los extremos de una base, tanto por radiación como por bisección. En la Ceca se tomaron 13 PA, mientras que en el palacio 11. En cuanto a las tomas fotográficas fueron de 4 pares para la Ceca y 2 para el palacio.

Figura 10. Restitución AL-GHURI

NUEVAS tendencias y desarrollos en Cartografía Digital y SIG

V Congreso Nacional de Topografía y Cartografía

59 Reunión del Comité Permanente de la FIG 30-9-1992

CARLOS J. OCHOA
Ing. Tec. en Topografía
Dtor. Centro de Cartografía y Geosistemas
Siemens Nixdorf Sistemas de Información

1. INTRODUCCION

A lo largo de estos últimos años, hemos asistido a una auténtica explosión de los llamados sistemas de información geográfica y de la cartografía automática. Según se deduce de los datos aportados por asociaciones de usuarios y fabricantes (DATAQUEST, ASCAD), la tendencia a la vista del mercado, y de forma particular en España, se va a mantener en los próximos años.

Sin embargo, a pesar de las importantes inversiones llevadas a cabo por los usuarios, salvo en casos notables y muy puntuales, los resultados obtenidos hasta la fecha no son los que cabría esperar, quedándose muchas veces estos proyectos en fases piloto y apreciándose una falta de integración de aplicaciones notable, lo que afecta de forma importante a la totalidad de la organización en donde se pretende poner en marcha un proyecto de estas características.

Desde los inicios de los años sesenta, con el nacimiento de la cartografía digital, hasta nuestros días, conceptualmente los cambios no han sido tan grandes como los acontecidos en el ámbito de la tecnología, revolucionada por una metamorfosis informática constante.

Los sistemas de información geográfica, o geosistemas de información, hacen presencia en nuestro país de forma destacable en la pasada década, impulsados con fuerza por los distintos fabricantes y suministradores de herramientas informáticas.

Con la puesta en marcha de los primeros proyectos SIG, aparecen los primeros problemas: escasez de un personal cualificado, así como de datos de calidad estructurados convenientemente, ralentizando de forma importante las puestas en marcha.

Qué duda cabe que el mercado cartográfico está de moda y que esto es positivo para el sector, pero seamos serios y prudentes ante las expectativas y promesas producidas por los diversos participantes del sector, que de no verse cumplidas de una forma satisfactoria, pueden llevarnos a una situación crítica.

Figura 1. Evolución de los geosistemas de información

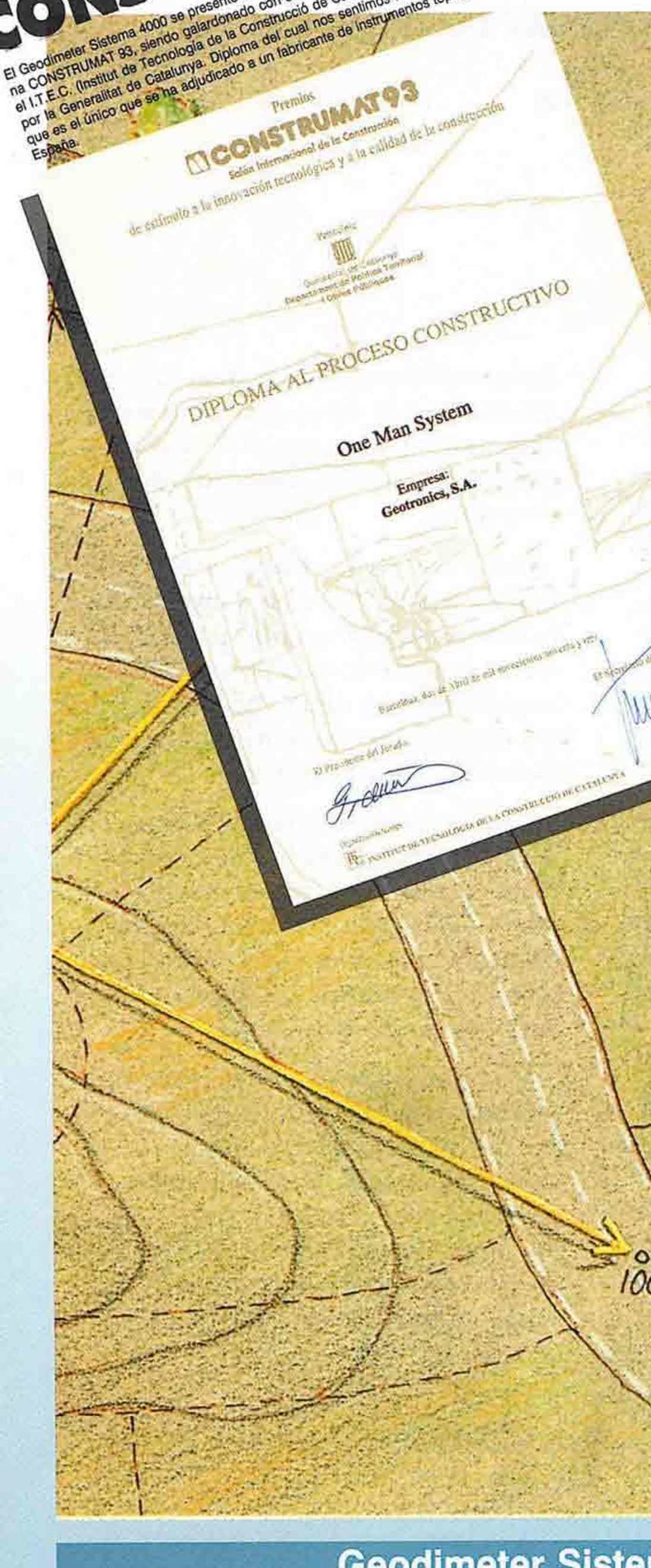
2. EL MERCADO ESPAÑOL DE LOS SIG

A lo largo de estos últimos años, las inversiones en infraestructuras y equipos por parte de los usuarios han sido importantes, no produciéndose, por otro lado, el ajuste obligado en cuanto al volumen de datos disponible, calidad, precisión y precio. Siendo estos aspectos algunos de los temas a los que pasaremos revisión posteriormente, pero que inciden directamente en

GEODIMETER®

CONSTRUMAT 93

El Geodimeter Sistema 4000 se presentó oficialmente en España en la Fira de Barcelona CONSTRUMAT 93, siendo galardonado con el diploma al proceso constructivo por el I.T.E.C. (Institut de Tecnología de la Construcció de Catalunya), premio patrocinado por la Generalitat de Catalunya. Diploma del cual nos sentimos muy orgullosos dado que es el único que se ha adjudicado a un fabricante de instrumentos topográficos en España.

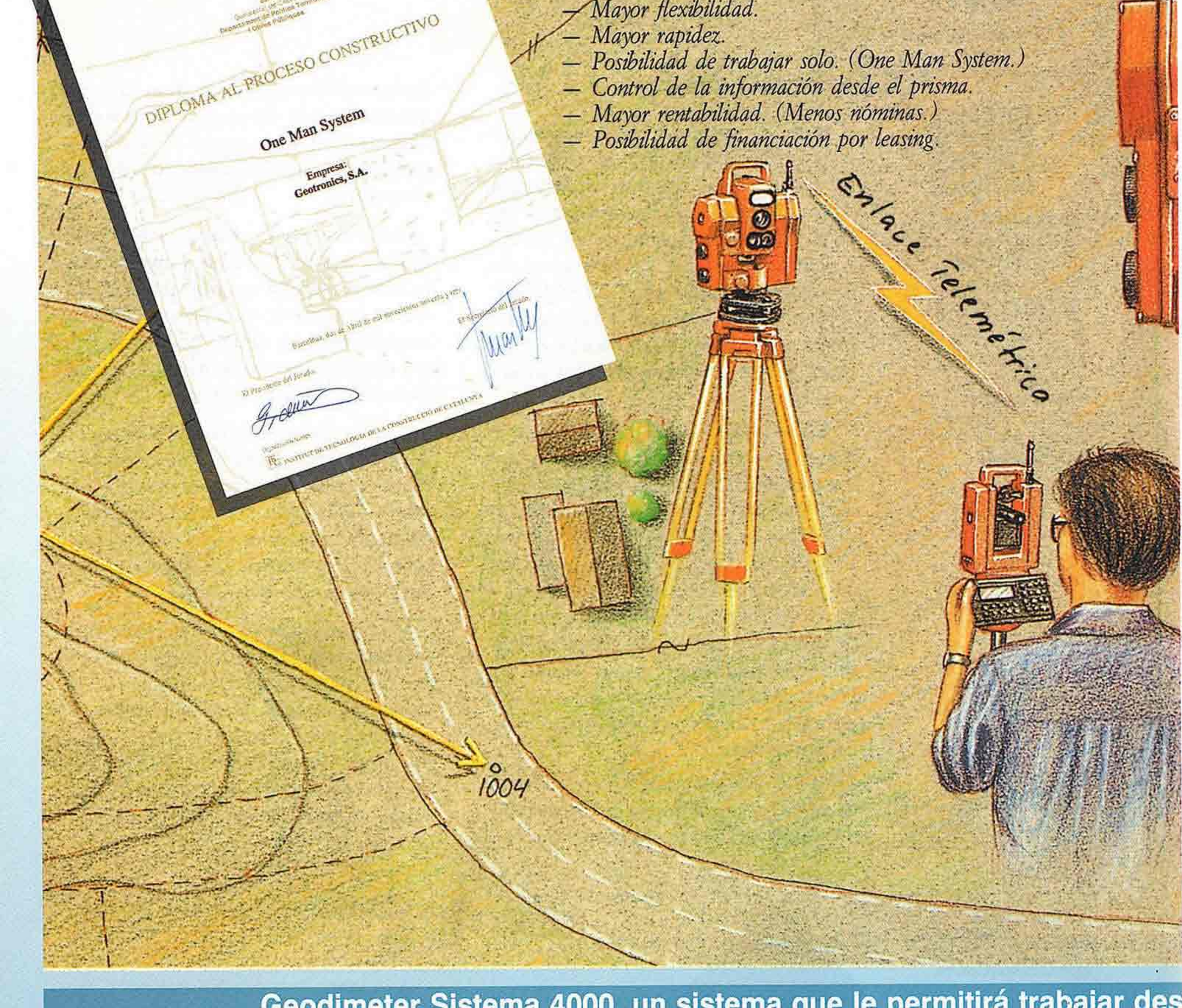


CAMBIE *AL GEODIMETER SISTEMA 4000*

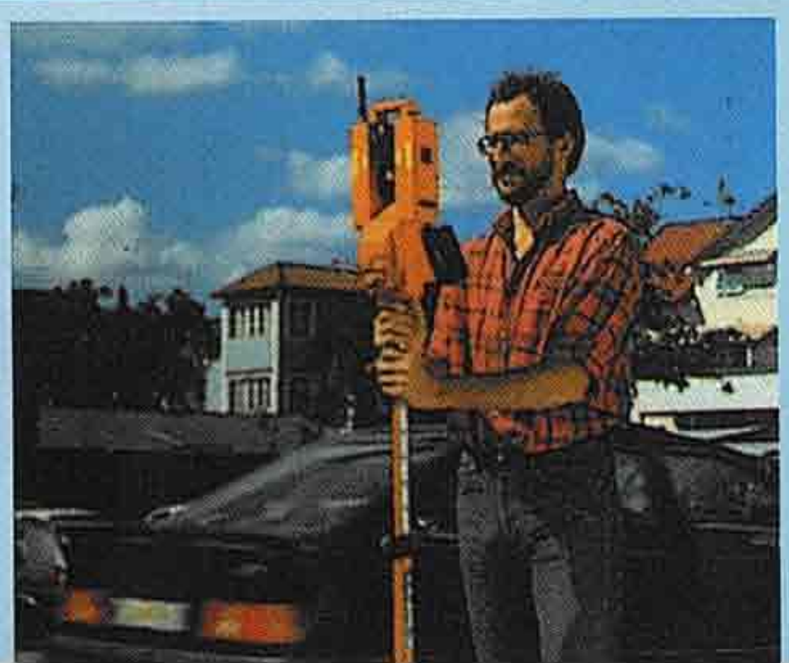
— *Estación total motorizada programable.*
— *Unidad de Posicionamiento Remoto.*

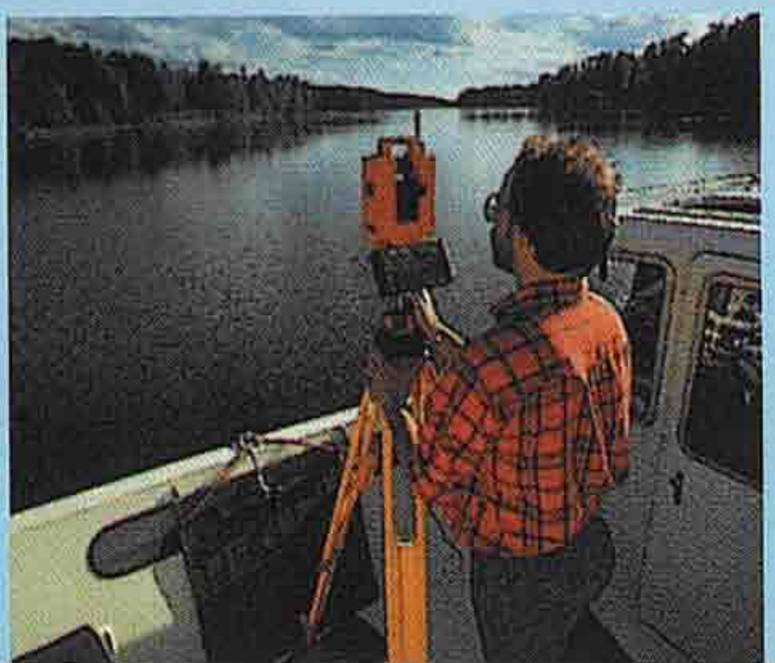
Y GANE

— *Mayor flexibilidad.*
— *Mayor rapidez.*
— *Posibilidad de trabajar solo. (One Man System.)*
— *Control de la información desde el prisma.*
— *Mayor rentabilidad. (Menos nóminas.)*
— *Posibilidad de financiación por leasing.*

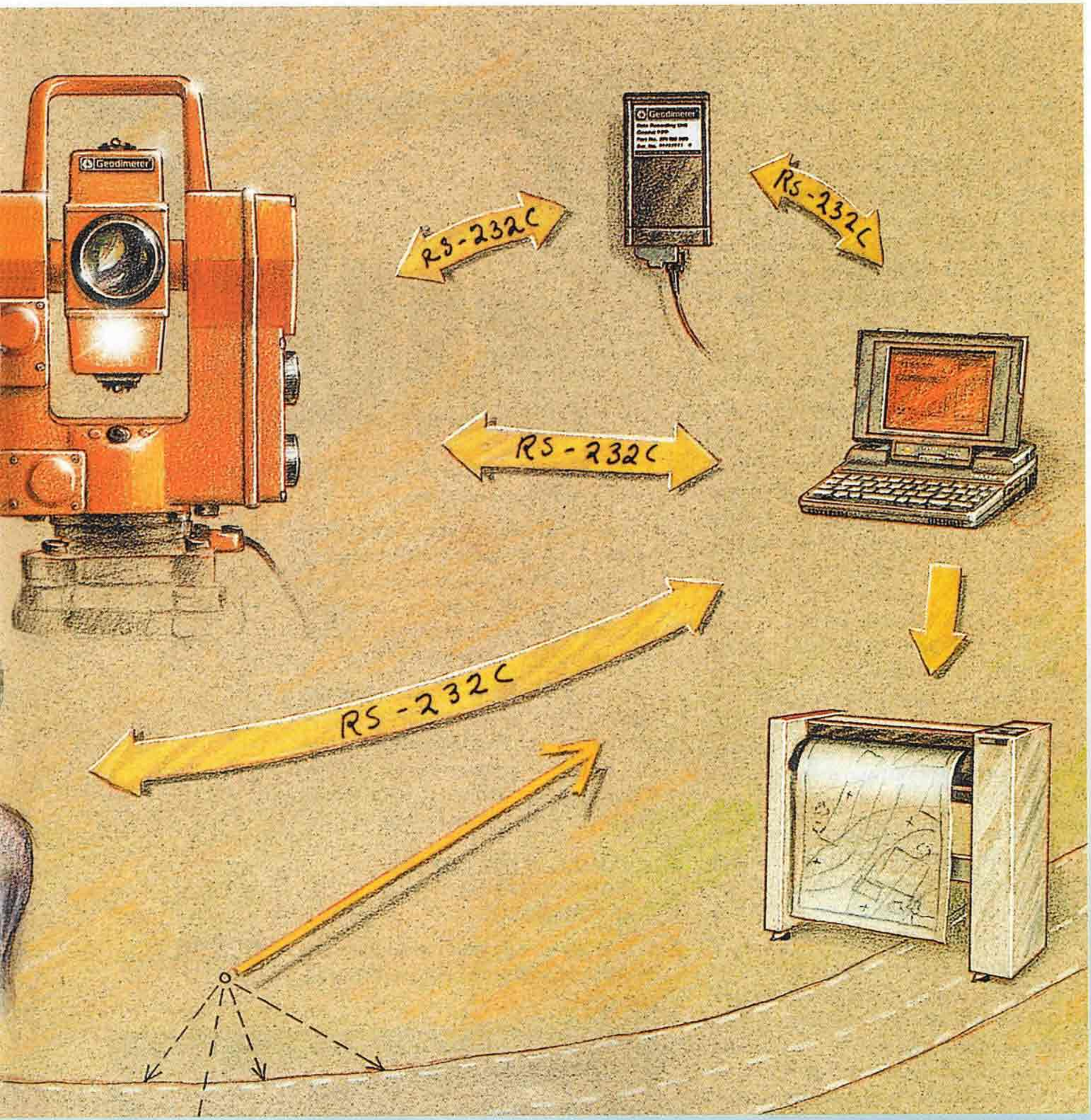


Geodimeter Sistema 4000, un sistema que le permitirá trabajar des

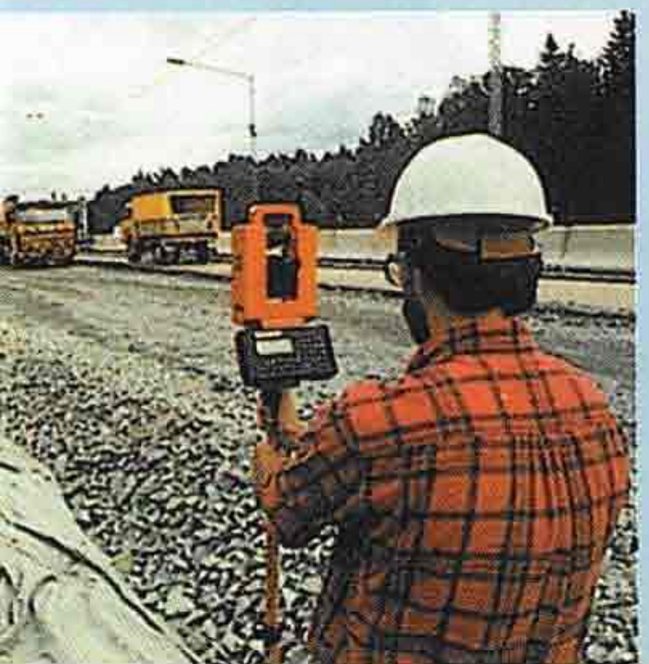


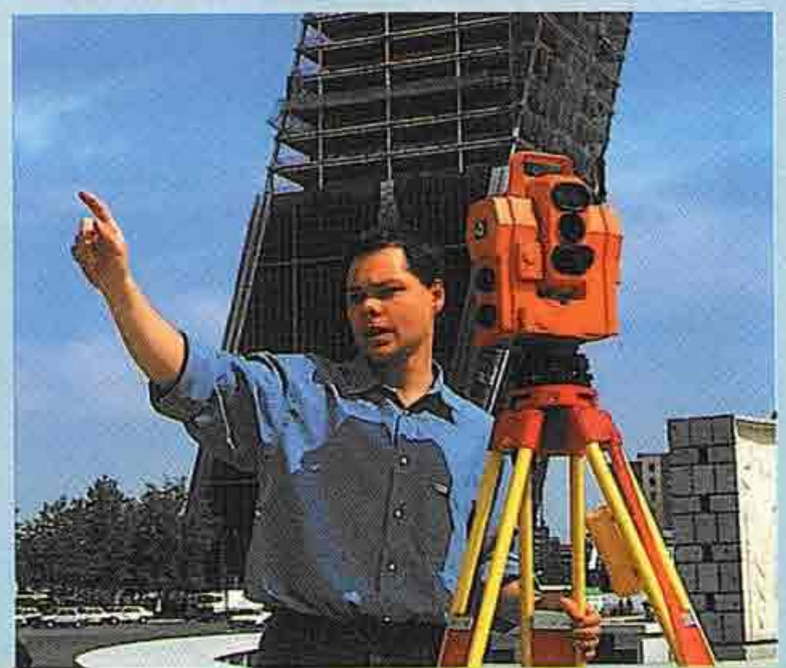


SISTEMA 4000



de el prisma (R.P.U.) o desde la estación, con el ayudante o sin él.





Geotronics

Av. Camino de lo Cortao, 24, Nave 4, Polígono Industrial Sur,
28700 San Sebastián de los Reyes (Madrid). Telf.: 654 82 22. Fax: 654 40

las expectativas de crecimiento del mercado.

Desde el punto de vista de fabricantes y suministradores de sistemas (SIG, CAO) podemos decir que estamos en unos años de crecimiento del sector, que viene a ser un balón de oxígeno en el maltrecho y cambiante mundo informático.

Según los datos de DATAQUEST, para el año 1995, el mercado SIG moverá casi 4.500 millones de dólares a nivel mundial, correspondiendo a Europa más de un tercio de esta cifra.

Así pues, vemos que será el mercado europeo el que de alguna manera marcará la pauta y esto hemos de considerarlo de una manera positiva, ya que supone el poder establecer tendencias y estándares conforme a un criterio europeo. Añadiendo a esto la importancia de disponer de fabricantes europeos que podrán ajustar sus herramientas de una forma más dinámica y legal, con una clara repercusión social en cuanto a mano de obra experta.

Dentro de Europa, el mercado está encabezado de una forma clara por Alemania, que es prácticamente un tercio del total, seguida de Inglaterra, Francia, Italia, etc.

Según esta misma fuente (DATAQUEST), España viene a suponer apenas un 3% del total europeo, lo cual quiere decir que somos un país con un potencial importante pero con escasos proyectos en la Administración, que tiren con fuerza del mercado para aumentar de esta manera la demanda.

Por otro lado, el mercado español del CAD-CAM está en crecimiento, siendo un sector estratégico para muchos fabricantes de hardware y software, con un valor anual del 25% de promedio, aunque el sector cartográfico concretamente supera el 50%, lo cual nos dice que, además de ser un crecimiento espectacular, el sector está prácticamente en pañales.

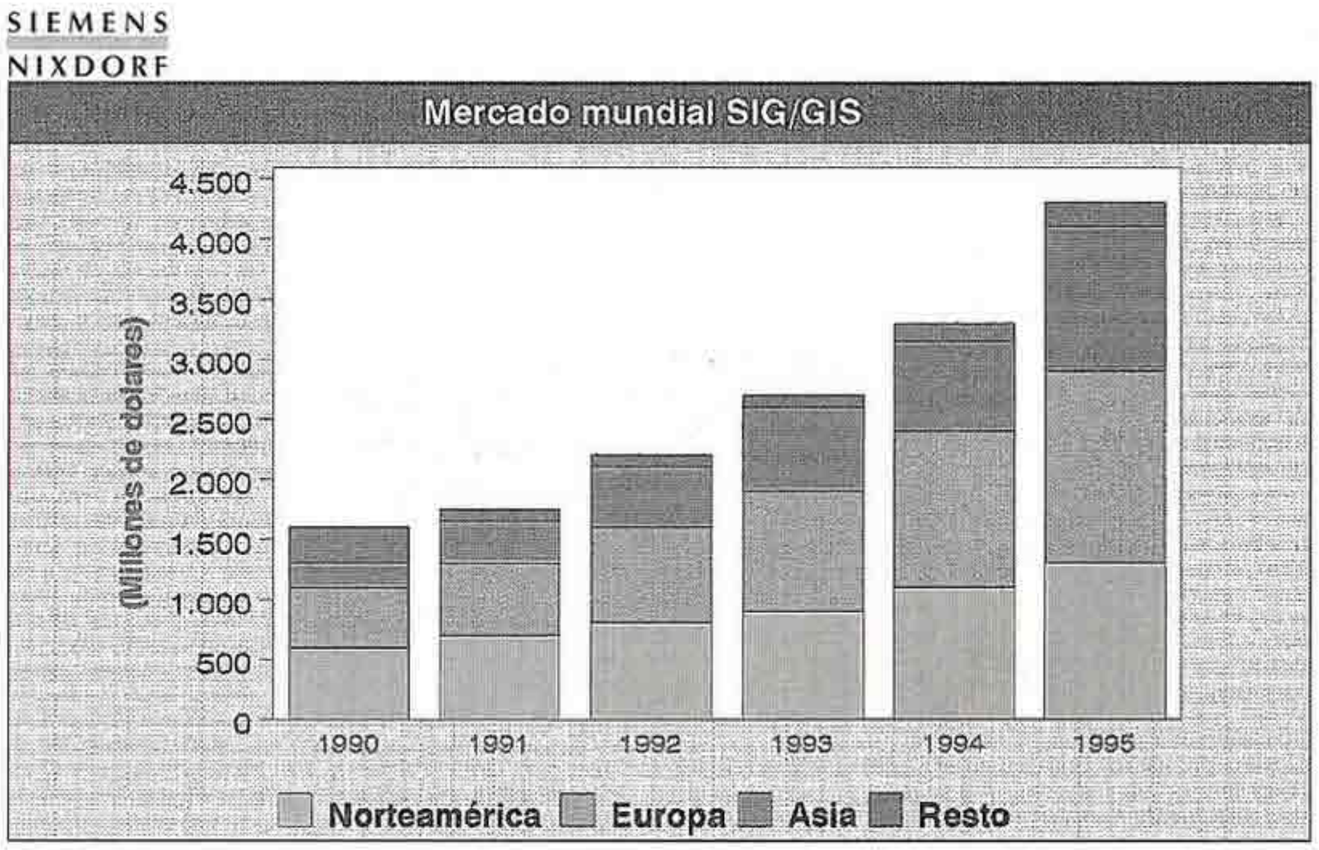


Figura 2. Mercado mundial SIG/GIS

Las previsiones para el año 1995 vienen a ser de unos 10.000 millones de pesetas, lo cual sigue siendo una cifra relativamente pequeña en comparación con las previsiones de los países de la Europa Comunitaria.

En cuando a los sectores o disciplinas que se verán más afectados en cuanto al crecimiento en un futuro serán: el medio ambiente, las empresas de energía (agua, gas, electricidad, teléfono) y la Administración (central y local).

3. COMPONENTES DE UN GEOSISTEMA DE INFORMACION

Cuando se describen generalmente los componentes de un geosistema de

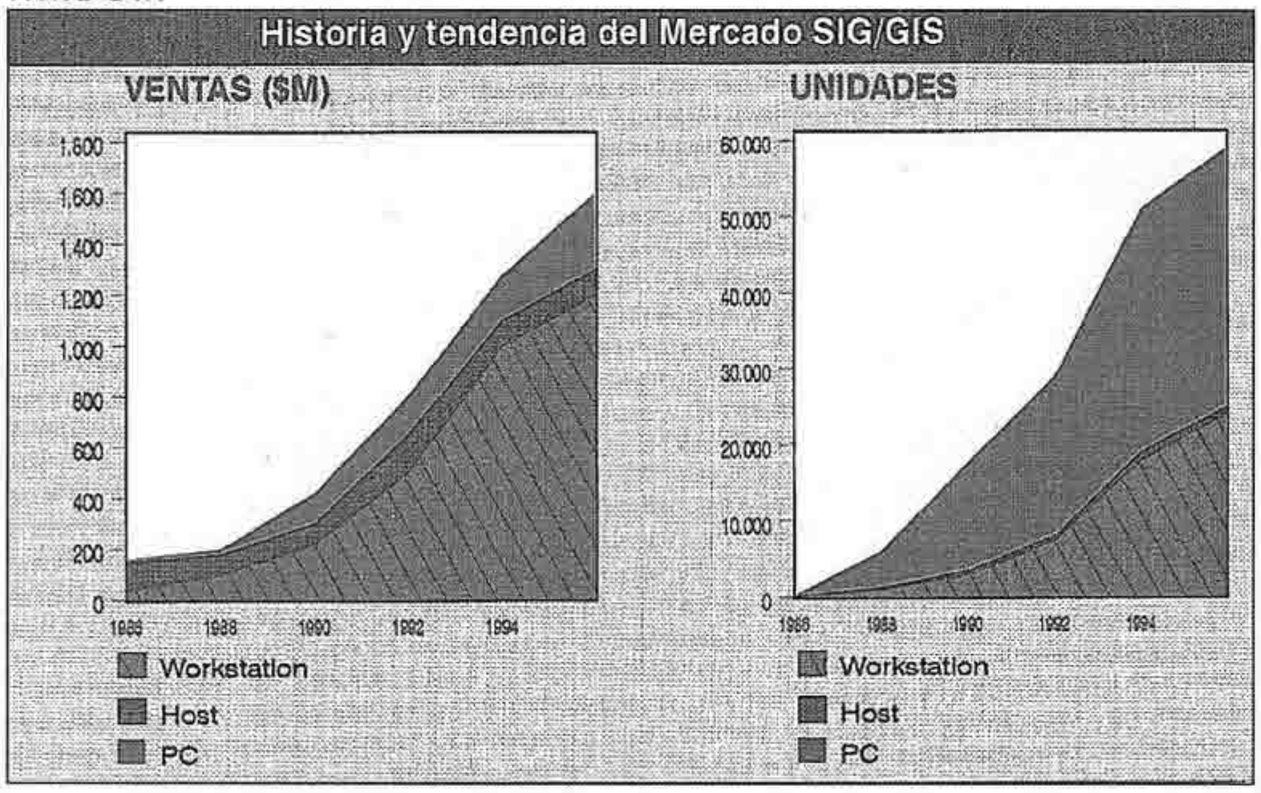


Figura 3. Historia y tendencia del Mercado SIG/GIS

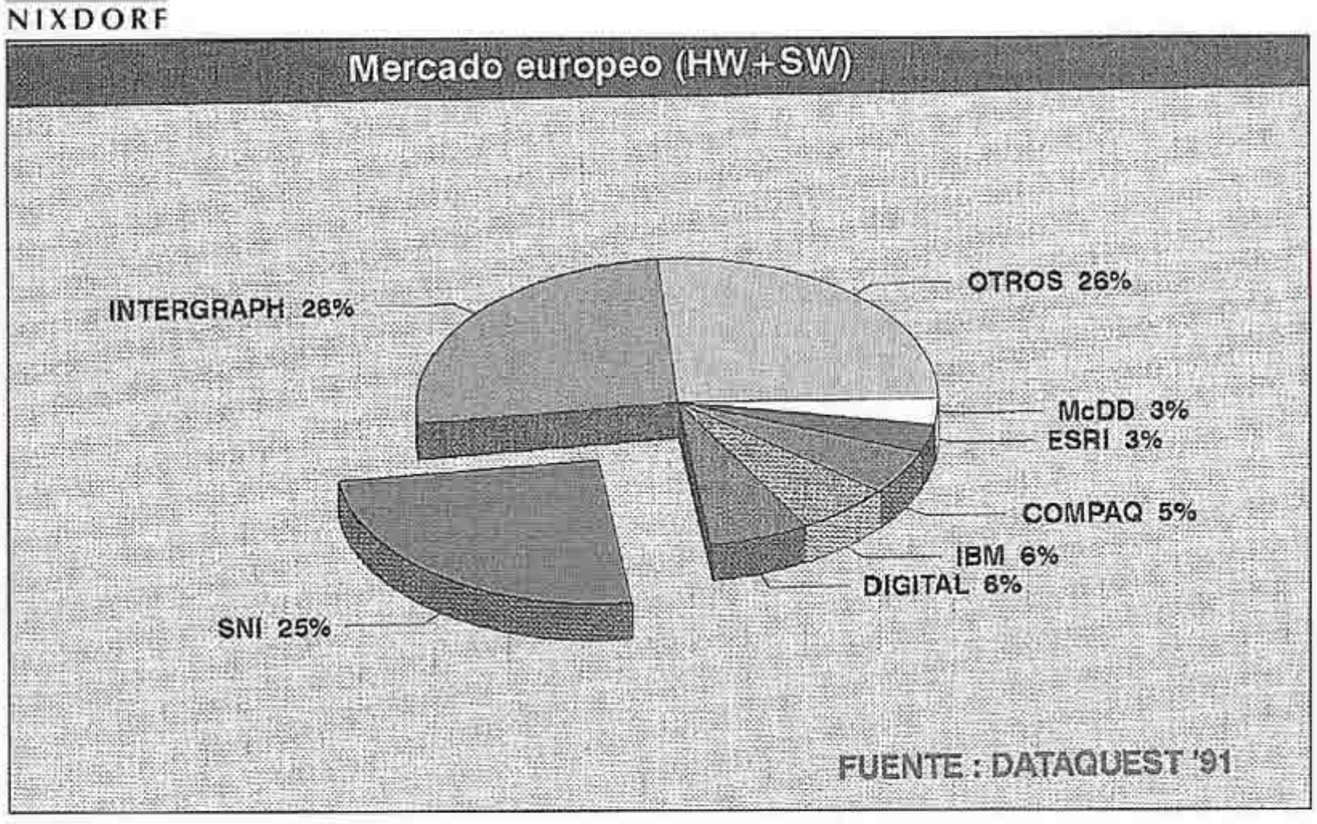


Figura 4. Mercado europeo (HW+SW)

información, se hace referencia al hardware, al software, a las bases de datos y aplicaciones, pero muy poco se dice o casi nada referente a los datos y al personal, por lo que vamos a definir los componentes de un geosistema de información en función de un orden de prioridades.

Lo primero que hemos de preguntarnos es: qué es realmente lo que pretendemos resolver o hacer y cuál es el fin, esto es:

¿Para qué? y ¿Por qué?

¿Es algo realmente necesario o esta decisión obedece a una moda pasajera? Hemos de definir en primer lugar una estrategia clara y concisa, basada en una decisión de voluntad política.

Analizado el tema y tomada una decisión favorable a la puesta en marcha del proyecto, hay que estudiar detenidamente los datos con los que vamos a operar, sus fuentes y su calidad.

3.1. Los datos (el gran ausente)

Los datos son el primer y fundamental elemento de cualquier geosistema de información, siendo en muchos casos el gran ausente.

"Un geosistema de información sin datos es como un libro sin texto y si éste es malo, no podremos llamarlo ni libro."

Los factores que inciden de una forma más directa en un SIG son:

1.– fuente de datos
2.– precisión y resolución
3.– homogeneización
4.– actualización
5.– formatos de intercambio (portabilidad).

3.1.1. Fuentes de datos

Los datos, según sus características, los podemos dividir básicamente en geográficos y alfanuméricos.

Los datos geográficos son aquéllos que proceden de la localización de las cosas y pueden georreferenciarse por sus coordenadas.

Los datos alfanuméricos nos describen alguna cualidad o característica de la información geográfica y pueden ser obtenidos por estadísticas, encuestas, interpretación, etc.

El SIG se encargará de almacenar esta información de una manera conjunta en forma de geometría y atributos.

Las fuentes de los datos pueden ser muy diversas y en función de las mismas tendremos una precisión y una resolución.

Entre los métodos directos de obtención de datos tenemos: la Topografía, Fotogrametría, Teledetección y los métodos GPS; y entre los métodos indirectos (datos existentes) la Digitización, Scaners y conversión de formatos.

3.1.2. Precisión y resolución

Evidentemente, dentro de un SIG no cabe hablar de escalas y sí hablaremos de resolución y precisión, si bien una va implícita en la otra.

Al hablar de resolución, estamos hablando tanto a nivel gráfico como

alfanumérico y entre ambos existirá una relación que debe ser coherente y homogénea.

Por ejemplo, a la hora de definir un geosistema de información para transportes, si la información cartográfica de base es el mapa a escala 1/1.000.000 no tiene sentido el cargar información del estado de la red viaria cada 100 metros.

3.1.3. Homogeneización

El concepto de homogeneización en muy importante y se ve muchas veces ignorado o despreciado. Al cambiar distintas fuentes de datos (bases cartográficas), se suele cometer el gran error de fundir información de distintas procedencias, con distintas resoluciones y con distinto estado de actualización, lo que es a todas luces inconsistente.

Para evitar esto, hay que homogeneizar los procesos de toma de datos, actualización, etcétera, de lo contrario estamos mezclando "tomates con bolas de billar".

3.1.4. Actualización

En lo referente a la actualización cabría reseñar la importancia vital que tiene en un SIG el trabajar con datos actualizados y conocer los datos referentes a las últimas modificaciones o variaciones de la información. Y nos estamos refiriéndo tanto a la información gráfica como a la alfanumérica, ya que de nada sirve tener un plano catastral con máximo detalle y precisión de reciente producción si la información concerniente a calles, propietarios, etcétera, está anticuada.

Todos estos factores quedan reflejados de una forma especial cuando se hacen procesos de análisis complejos en los que se intercambian distintos tipos de datos, produciéndose una situación grave de transmisión de errores.

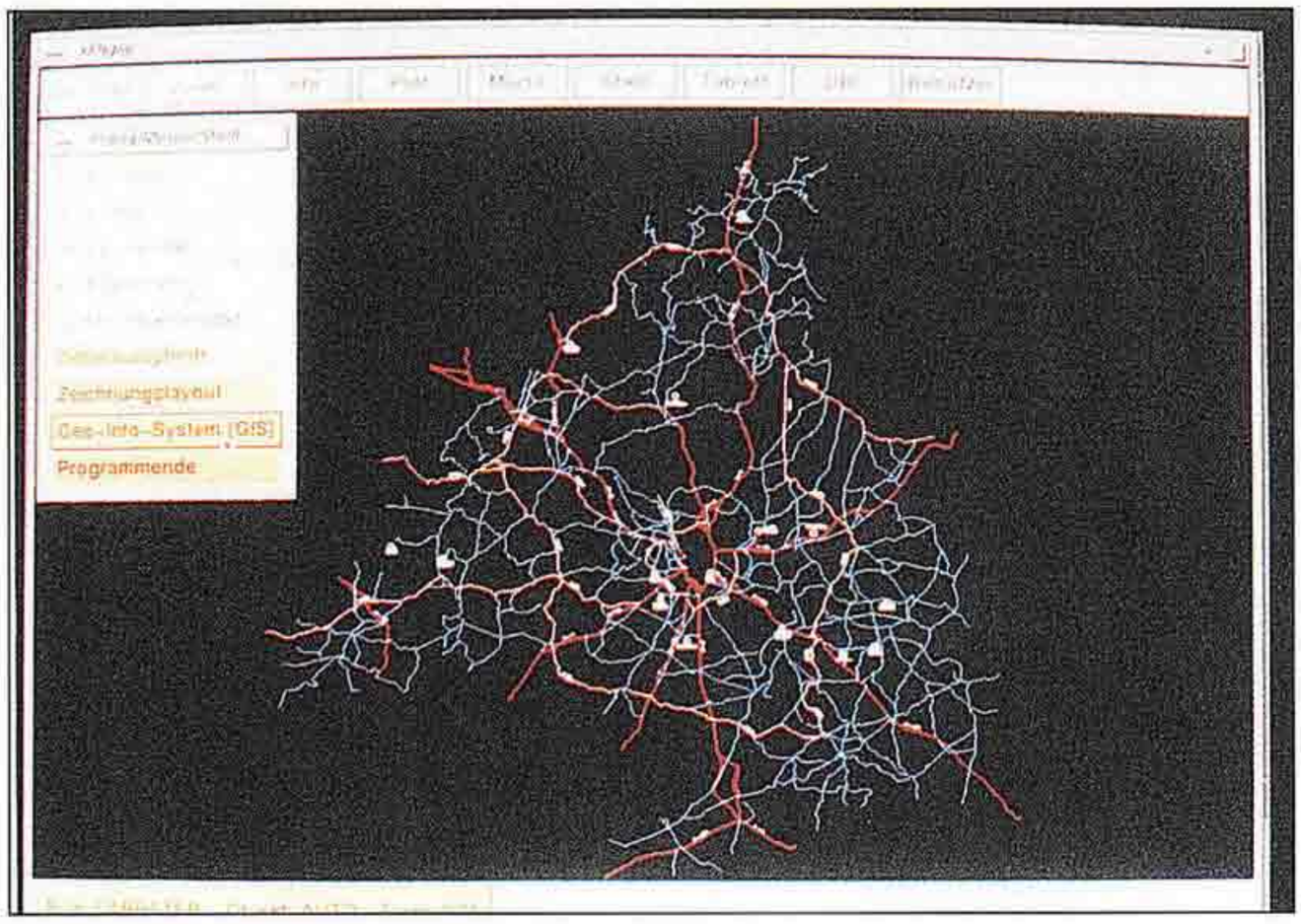


Figura 5. Generación de un mapa de carreteras de la Comunidad de Madrid

La transmisión de errores en un SIG sólo se considera cuando se produce y esto es peligroso ya que las decisiones a las que podemos llegar pueden ser equívocas.

Supongamos el caso en el que se quiere realizar un estudio sobre las áreas de regadío de una zona determinada, analizando factores tales como propietario, valor del suelo, rentabilidad, producción, etc.

Para ello se dispone de una imagen Landsat (TM) del año 1985, una hoja

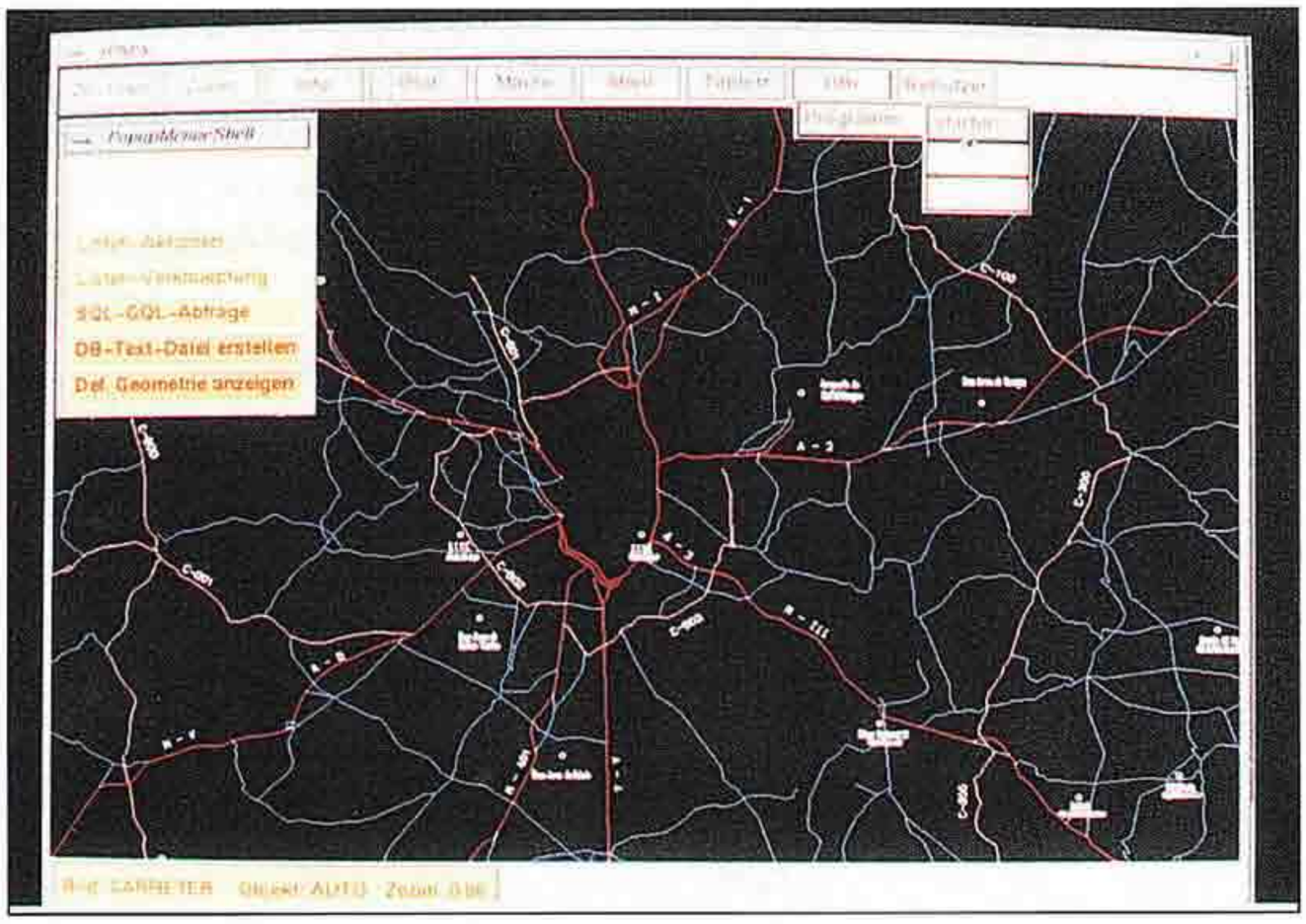
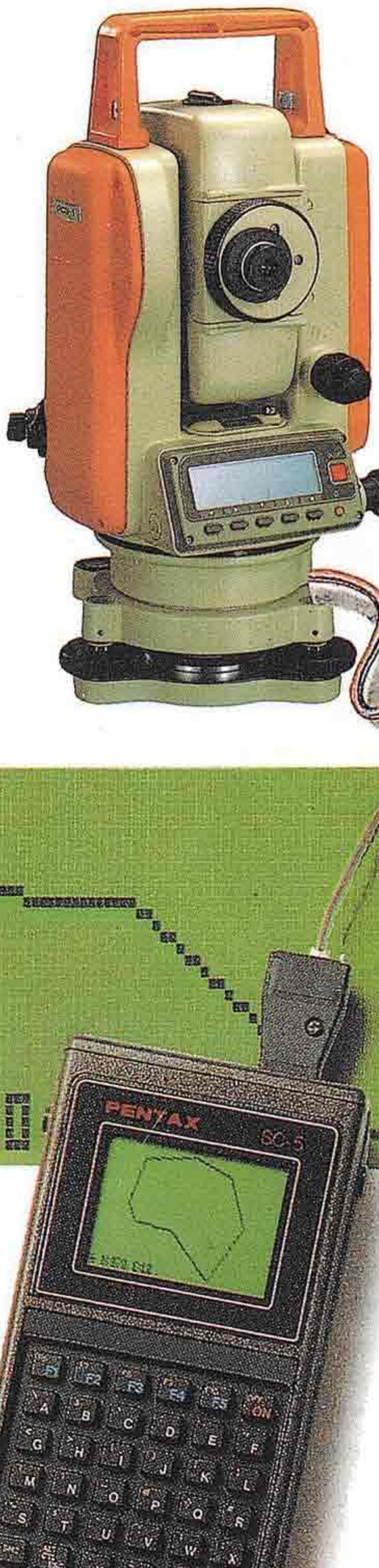
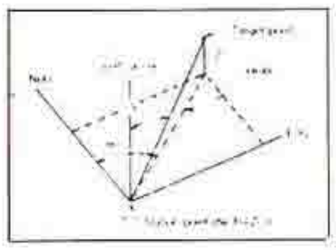
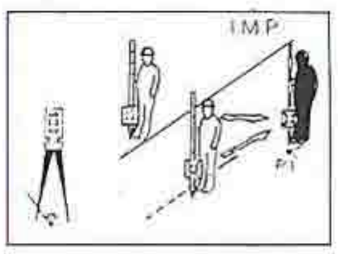


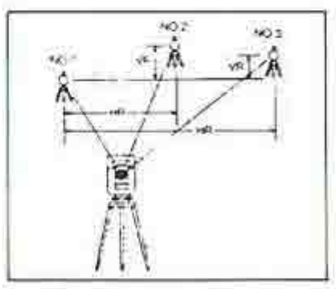
Figura 6. Detalle del mapa de carreteras de la Comunidad de Madrid

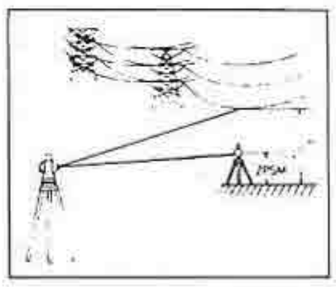
PENTAX®

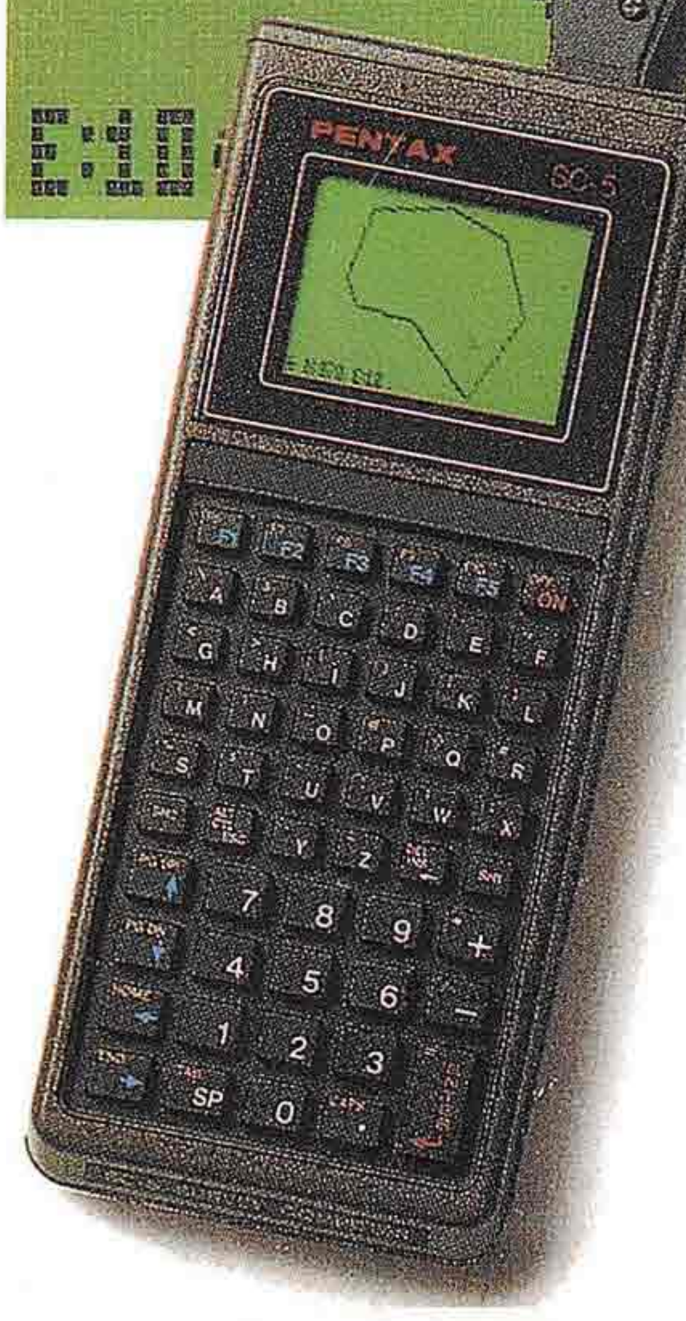












ESTACIÓN TOTAL PENTAX PCS.1

-Precisión angular: 20cc.
-Alcance distanciómetro: 1.000 metros.

FUNCIONES ESPECIALES

-Replanteo.
-Medición en coordenadas.
-Elevación remota (REM)
-Líneas ocultas (RDM)
-Retención del ángulo H.

ACCESORIOS

-Batería PENTAX MB01.
-Trípode aluminio PENTAX TS3.
-Bastón telescópico GSA 1800.
-Prisma con soporte basculante y señal de puntería.
-Juego de herramientas, cargador y estuche.

COLECTOR GRÁFICO PENTAX SC5 BÁSICO

-Colección de datos, poligonal, COGO.
(intersección, bisección y trisección directa e inversa),
replanteo 3D y edición gráfica.

TACOR

Programa topográfico TACOR, ver. 3.0,
para levantamiento de taquimétricos, incluyendo:
-Módulo de entrada de datos de campo (manual y automática)
-Cálculo y compensación de poligonales.
-Interface gráfico Autocad.
-Módulo de perfiles (longitudinales y
transversales del terreno existente).
-Módulo de planimetría.
-Módulo de curvado.

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.

ESTACIÓN TOTAL ACCESORIOS	*992.700 PTS.*
ESTACIÓN TOTAL ACCESORIOS COLECTOR GRÁFICO SC5	*1.099.050 PTS.*
ESTACIÓN TOTAL ACCESORIOS COLECTOR GRÁFICO SC5 TACOR	*1.234.400 PTS.*

Grafinta SOCIEDAD ANONIMA
Avda. Filipinas, 46
28003 MADRID
Tlf.(91) 553 72 07
Fax (91) 533 62 82

catastral del año 1990 y distintos boletines estadísticos de diversa procedencia. Al cruzar toda esta información en nuestro maravilloso SIG nos da una zonas de cultivo con una producción "x" pertenecientes a unos propietarios "y" que necesitan una cantidad de agua "z". ¿Verdadero o falso? Lejos de pretender frivolizar con este comentario, lo que pretendo es hacer ver cuáles son los peligros o las soluciones tan irreales a las que podemos llegar, cuando no somos conscientes de que lo que realmente tenemos entre las manos muchas veces son datos pocos exactos, anticuados, no contrastados ni homogéneos.

3.1.5. Formatos de intercambio (Portabilidad)

La portabilidad de los datos es hoy uno de los grandes enigmas de los SIG. Una vez que tenemos unos datos en formato digital, éstos han de poder ser leídos y tratados convenientemente estructurados por un geosistema de información. Para esto es condición elemental e indispensable el disponer o definir formatos de intercambio estándar.

Al respecto, se podría escribir un libro sólo haciendo referencia a este apartado y al final no llegaríamos a conclusión alguna, pues como dije al principio es uno de los temas más delicados y, desde mi punto de vista, apasionantes, que aún quedan por resolver.

La necesidad de definir formatos de intercambio es evidente y entiendo que es una obligación de las Administraciones el definir estos formatos con anterioridad a la contratación de cartografía en formato digital.

Como es sabido, para la elaboración de cartografía analógica, es condición previa el establecer normas en cuanto a principios, simbología, representación, etcétera, para que estos mapas puedan ser entendidos y leídos normalmente ¿Por qué no ha de ocurrir lo mismo con la información en formato digital?

La falta de criterio, acuerdo y, en muchos casos, de voluntad, lleva a que estos estándares de intercambio se conviertan en "estándares de facto" favorecidos por los fabricantes de software de moda en cada momento. Esta solución, además de mala, es una aberración, ya que es determinado fabricante, desde su particular punto de vista, el que dicta las normas sobre la información a intercambiar y cómo se hace este intercambio.

Sin embargo, países de la Europa Comunitaria, como Alemania, llevan años de experiencia en este tema, habiendo desarrollado prácticamente desde los años 70 el modelo ATKIS (Automatic Topographic Cartographic Information System) de prácticamente obligado cumplimiento tanto para usuarios como para fabricantes.

Podríamos nombrar otros formatos definidos por grupos de trabajo a nivel internacional: DIGEST (NATO), GDF, NTF (UK), TIGER (USA).

En Francia, en el año 1990 se creó un grupo, liderado por el Consejo Nacional de Información Geográfica (CNIG) y formado por más de 20 expertos de otros tantos organismos, con el fin de estudiar la necesidad de definir un formato estándar nacional, bien adoptando alguno de los existentes o creando uno nuevo. La necesidad de establecer un formato estándar para el intercambio de datos se definió como prioritaria, con el fin de optimizar la eficiencia en el intercambio de datos geográficos.

SIEMENS
NIXDORF

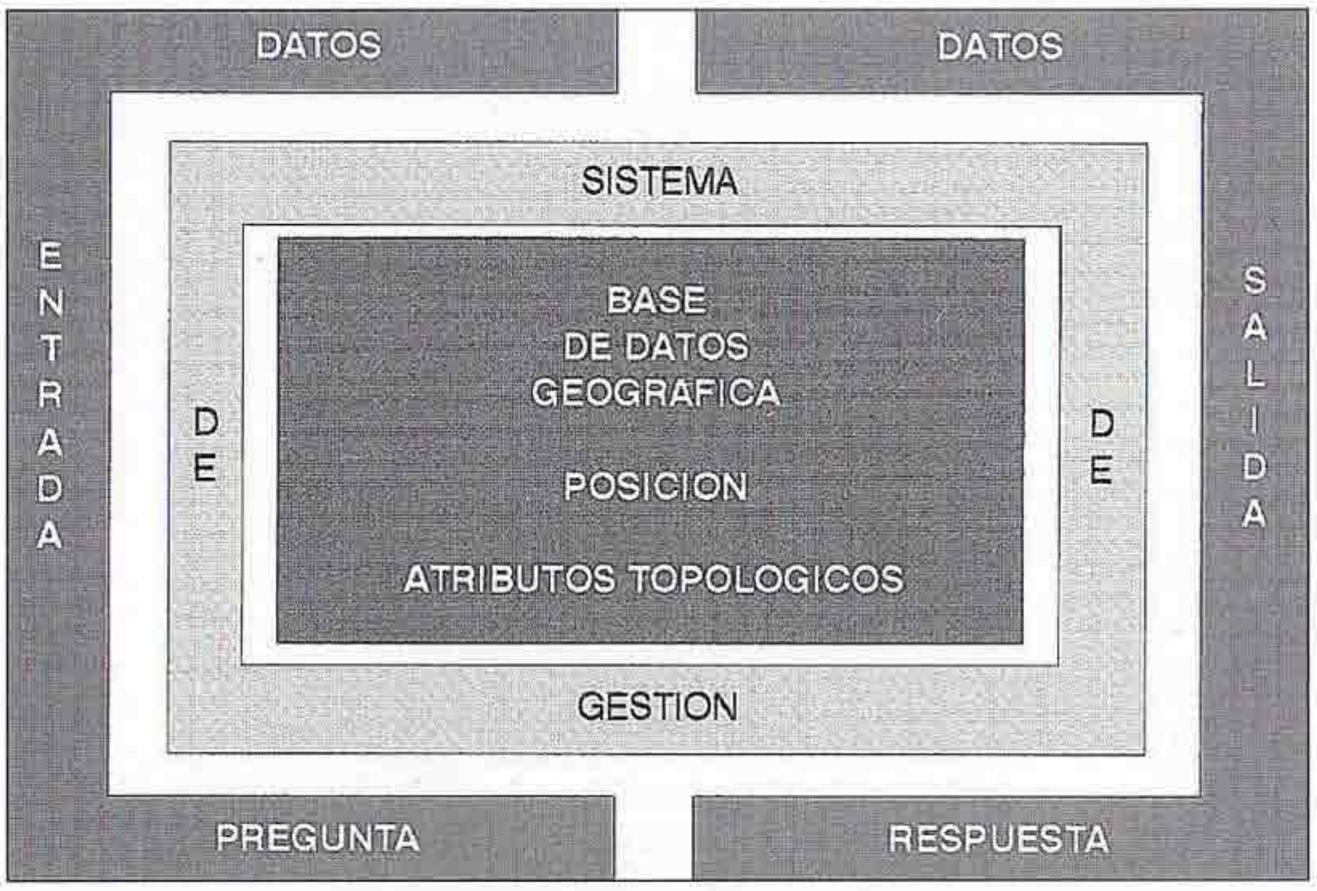


Figura 7. Definición de un geosistema de información

Para ello se definieron tres objetivos básicos:

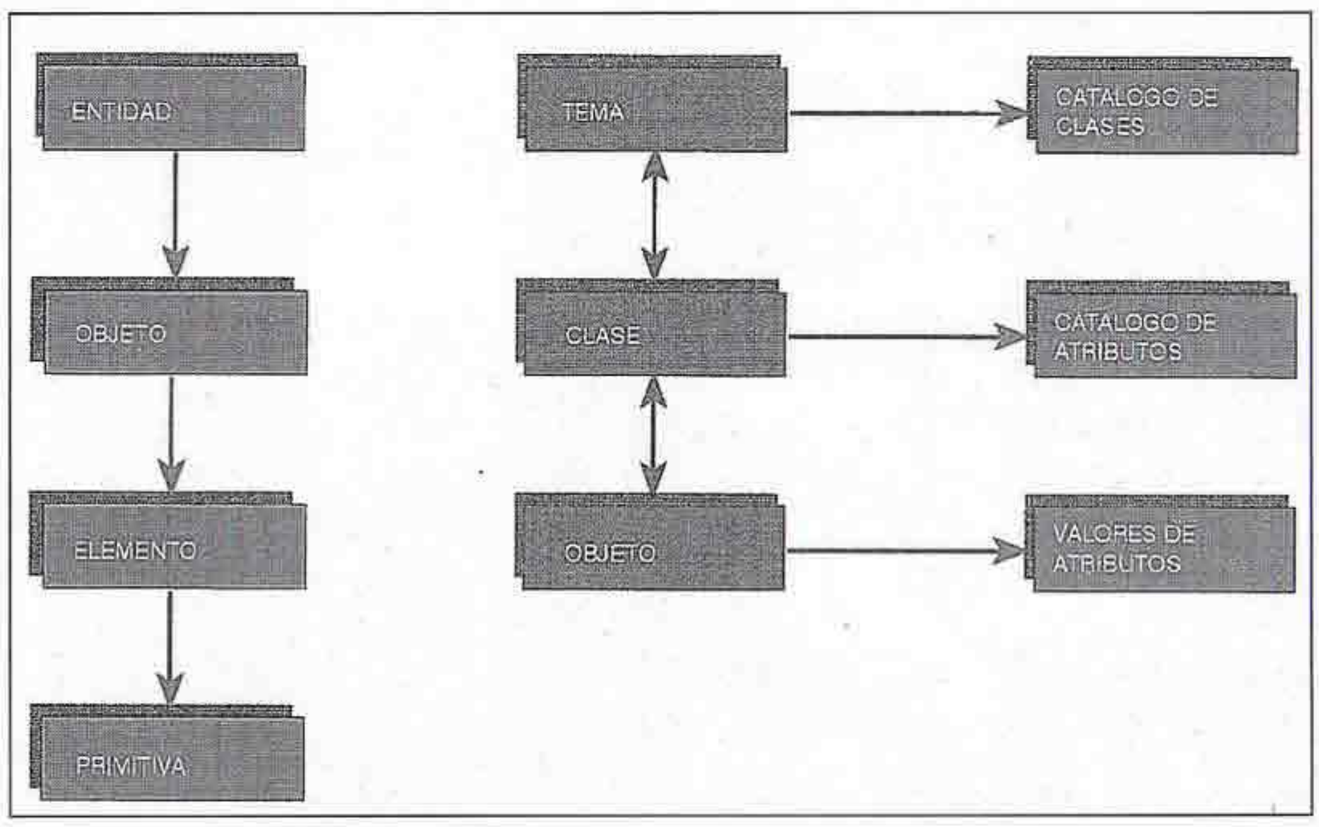
- legilibilidad del documento
- método común para la presentación de los datos (idénticos conceptos)
- integración tan pronto como se disponga de la información, de forma que se pueda interpretar la estructura de los datos de una forma automática y sin ambigüedades.

Sin embargo, y a pesar de los distintos grupos de trabajo, a la hora de definir formatos estándares, si es difícil definirlos a nivel nacional, mucho más lo es a nivel europeo.

En cualquier caso haré una consideraciones, que creo son importantes;

Figura 8. Estructura temática

SIEMENS
NIXDORF



en primer lugar, hay que definir un modelo teórico conceptual de común acuerdo con aquellos grupos de usuarios que demanden esta información. Y en segundo lugar, habría que definir los tres posibles niveles de intercambio, ya que no todos los sistemas son susceptibles de entender la misma información de la misma manera:

- Nivel 1: Geometría (coordenadas, posición)
- Nivel 2: Topología (relaciones topológicas)
- Nivel 3: Atributos (características)

En cualquier caso, al primer nivel debe tener acceso cualquier usuario, esto es, acceder a la información geométrica con un sistema gráfico interactivo o terminal de visualización.

3.2. Las bases de datos (el corazón del SIG)

Los dos principales componentes del geosistema de información son los datos y la forma de almacenar los mismos, estructurados en una base de datos geográfica o geobase.

Como se ha dicho anteriormente, los datos pueden ser de tipo vectorial, raster o alfanuméricos y pueden adoptar distintos tipos de estructura.

Vamos a ver a continuación algunos conceptos generales en cuanto a la definición de los mismos y los diferentes tipos de estructura bajo los que pueden ser almacenados en un SIG.

3.2.1. Definición del modelo topológico

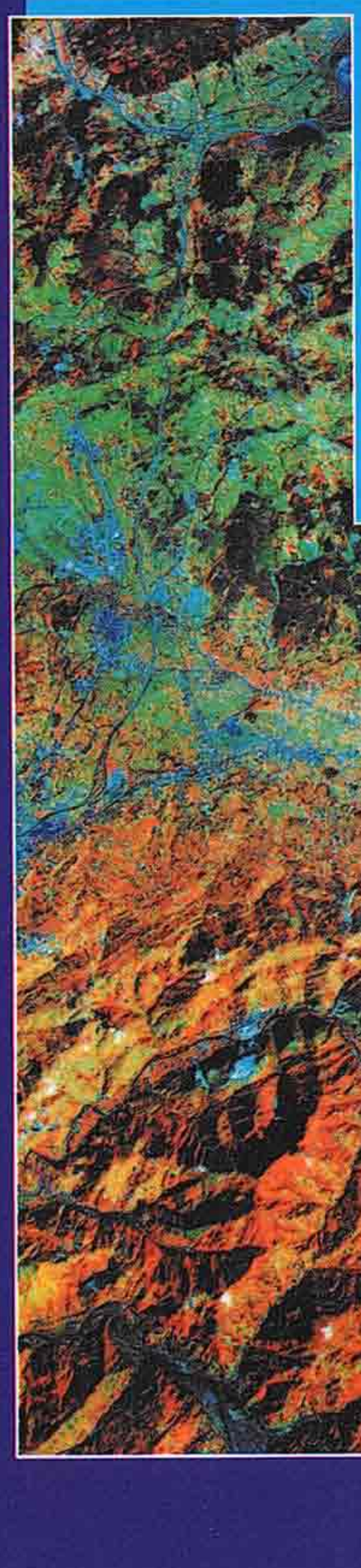
A la hora de definir el geosistema de información, debemos establecer unos acuerdos básicos en cuanto a terminología, por lo que se propone a continuación la siguiente definición:

- El territorio estará estructurado en entidades de información, convenientemente tratadas en

DESCUBRA EL TERRITORIO

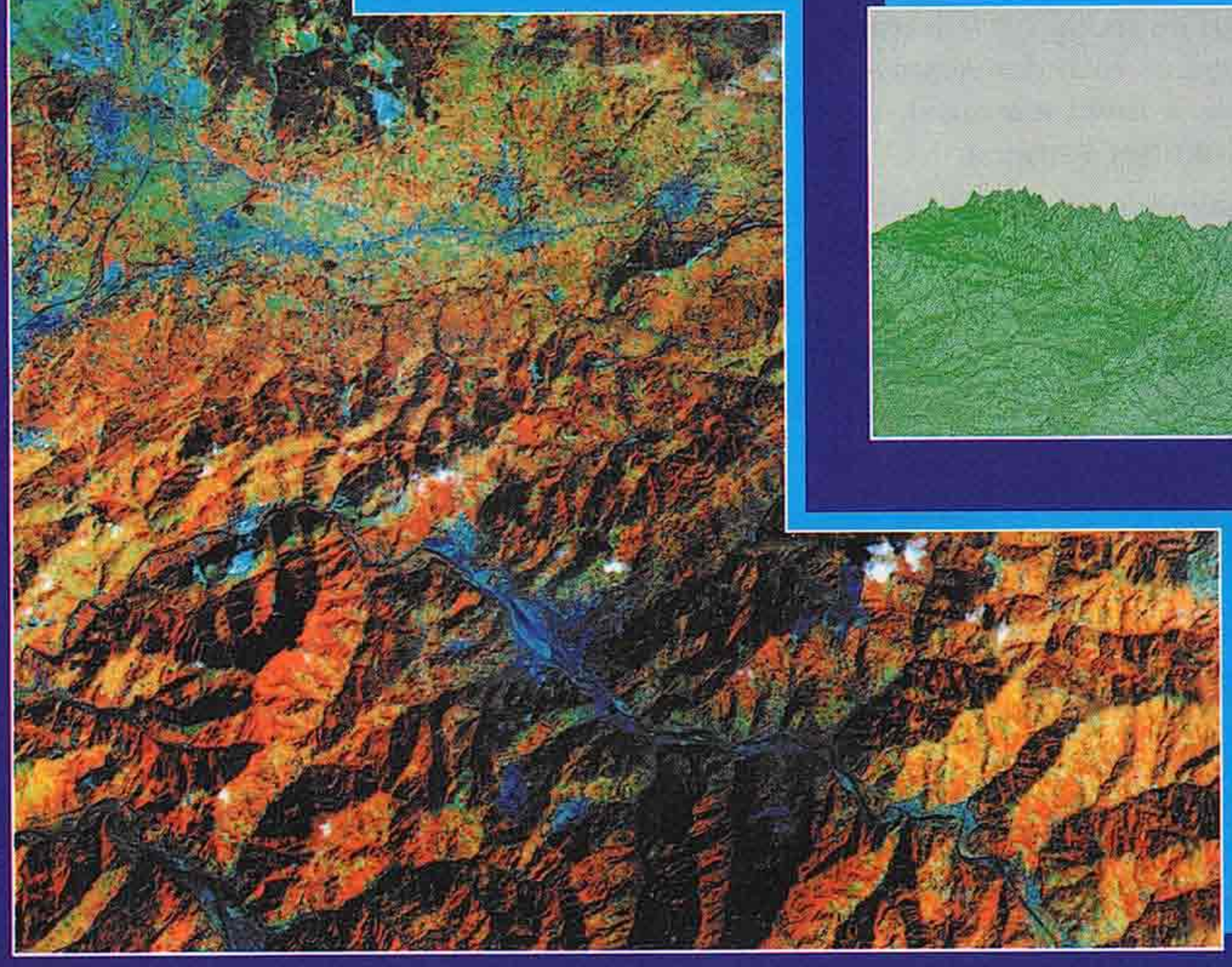
IMÁGENES DEL TERRITORIO

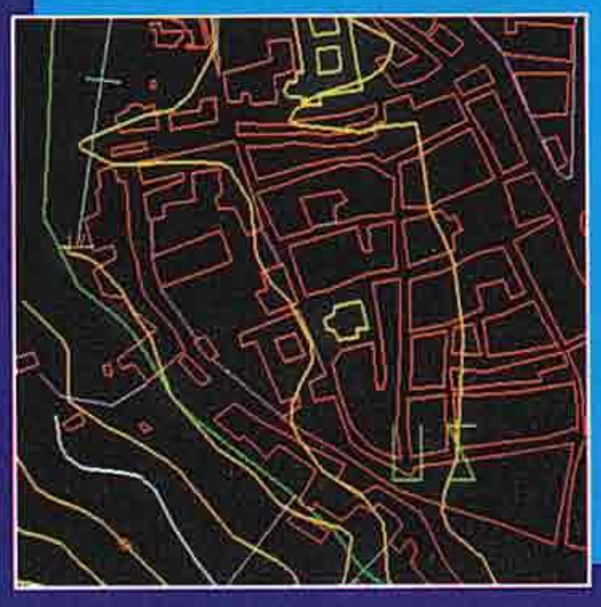
- Teledetección: Ortoimágenes impresas
  Información digital
- Fotografías aéreas



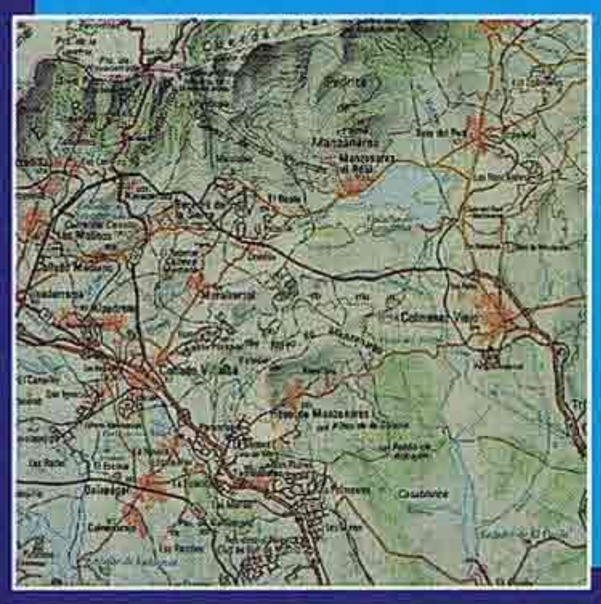
DATOS TERRITORIALES EN SOPORTE DIGITAL

- Base cartográfica numérica: BCN200
- Modelo digital del terreno: MDT200
- Mapa Topográfico Nacional 1/ 25.000
  Restitución numérica BCN25
- Desarrollo de aplicaciones específicas
  para sistemas de información geográfica
- Coordenadas geográficas de la Red
  Geodésica
- Datos de tipo sísmico, magnético
  o gravimétrico
- Datos de tipo estadístico, económico
  o temático, referenciables
  geográficamente



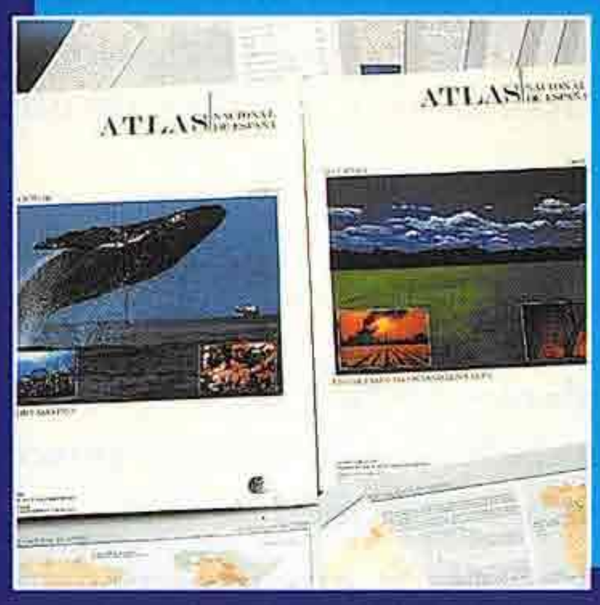


CON IGN-CNIG



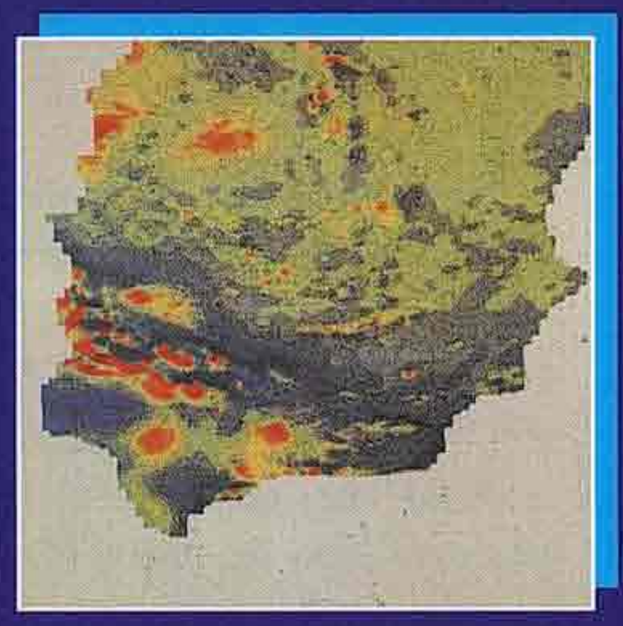
ATLAS NACIONAL

- Publicación impresa
- Versión informática PC (en proyecto)
- Versión informática CD-ROM (en proyecto)



CARTOGRAFÍA IMPRESA

- Cartografía histórica
- Cartografía de series básicas: Mapas Topográfico Nacional
- Cartografía derivada: Mapas Provinciales 1/200.000
- Cartografía turística o de espacios naturales
- Cartografía en relieve
- Cartografía temática
- Bases de tirada



Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente
MOPT
Ministerio de Obras Públicas y Transportes

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

cnig
CENTRO NACIONAL DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

General Ibáñez de Ibero, 3 - 28003 MADRID Fax: 553 29 13 - Tel. (91) 536 06 36

distintos temas y perfectamente georreferenciado.

- El territorio estará descrito con todo detalle, identificando cada una de las entidades y sus atributos, almacenándolas bajo un concepto de base de datos geográfica. Estas entidades pueden o no tener representación en un plano o mapa.

Vamos, pues, a definir el modelo topológico capaz de aceptar estos conceptos aquí definidos y la estructura lógica del modelo teórico.

Este modelo pretendemos que sea lo más abierto posible, con el fin de poder ser modificado o extrapolado fácilmente y a su vez nos permita definir unas reglas precisas y simples conforme a los formalismos de la representación geográfica.

3.2.1.1 Entidad

Entendemos por entidad cualquier fenómeno real que aparece en la Tierra (en su superficie o bajo ella) y que es susceptible de subdivisiones en unidades más pequeñas.

Este concepto está intrínsicamente ligado a la resolución, por lo que una ciudad podría considerarse en un momento una entidad puntual y en otra escala ó resolución podríamos tratar entidades con un grado de detalle mayor, esto es superficial.

Ejemplos de entidades: un río, una carretera, un puente, etc.

3.2.1.2. Objeto

Entendemos como objeto la representación numérica de una entidad o parte de ella. Esto es, una entidad puede estar formada por varios objetos o parte de ellos.

A su vez, un objeto está definido por tres tipo de datos fundamentales, referentes a la geometría, a la topología y a los atributos.

- La definición geométrica de un objeto queda representada por su posición absoluta (coordenadas x, y, z), por su representación gráfica (por medio de elementos geométricos: punto, línea, área, etc).
- La definición topológica queda reflejada en su posición relativa, en lo que se conoce por topología de objetos, inclusión, exclusión o pertenencia.
- La definición de los atributos de un objeto, características, descripción cualitativa, cuantitativa o temática, queda reflejada en lo que llamaremos catálogo de objetos.

3.2.1.3 Clase

Entendemos como clase un conjunto de entidades u objetos que poseen alguna característica en común.

Podemos decir que siempre que exista una característica definitoria existirá una clase y a la inversa, cuando exista una clase es que existe una característica propia y particular.

3.2.1.4. Relación entre objetos y clase. Pertenencia

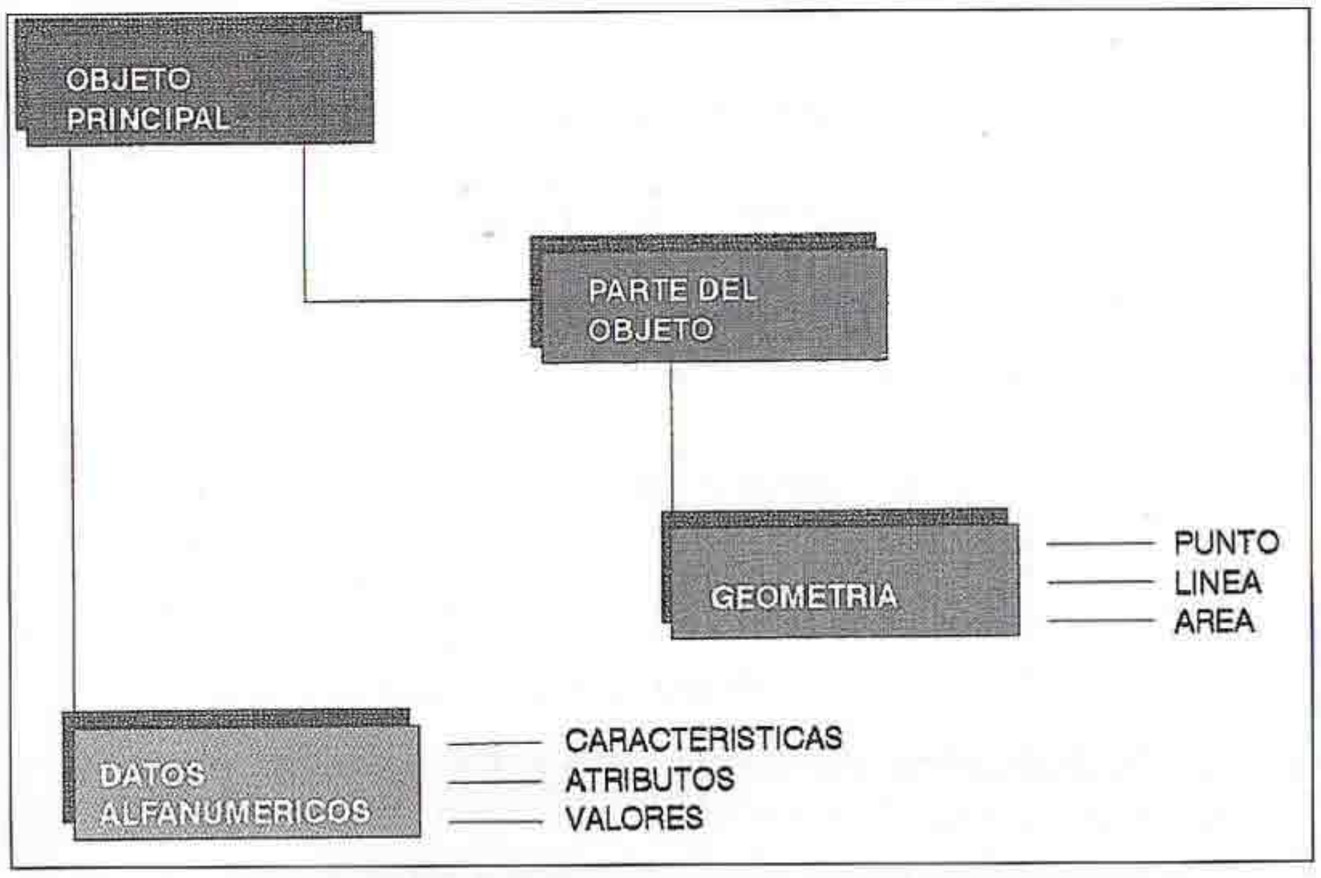
Un objeto pertenece, o no, a una clase; esto es la pertenencia o no pertenencia (exclusión), que relaciona objetos y clases.

En las relaciones entre objetos, podemos, a su vez, establecer relaciones topológicas y semánticas.

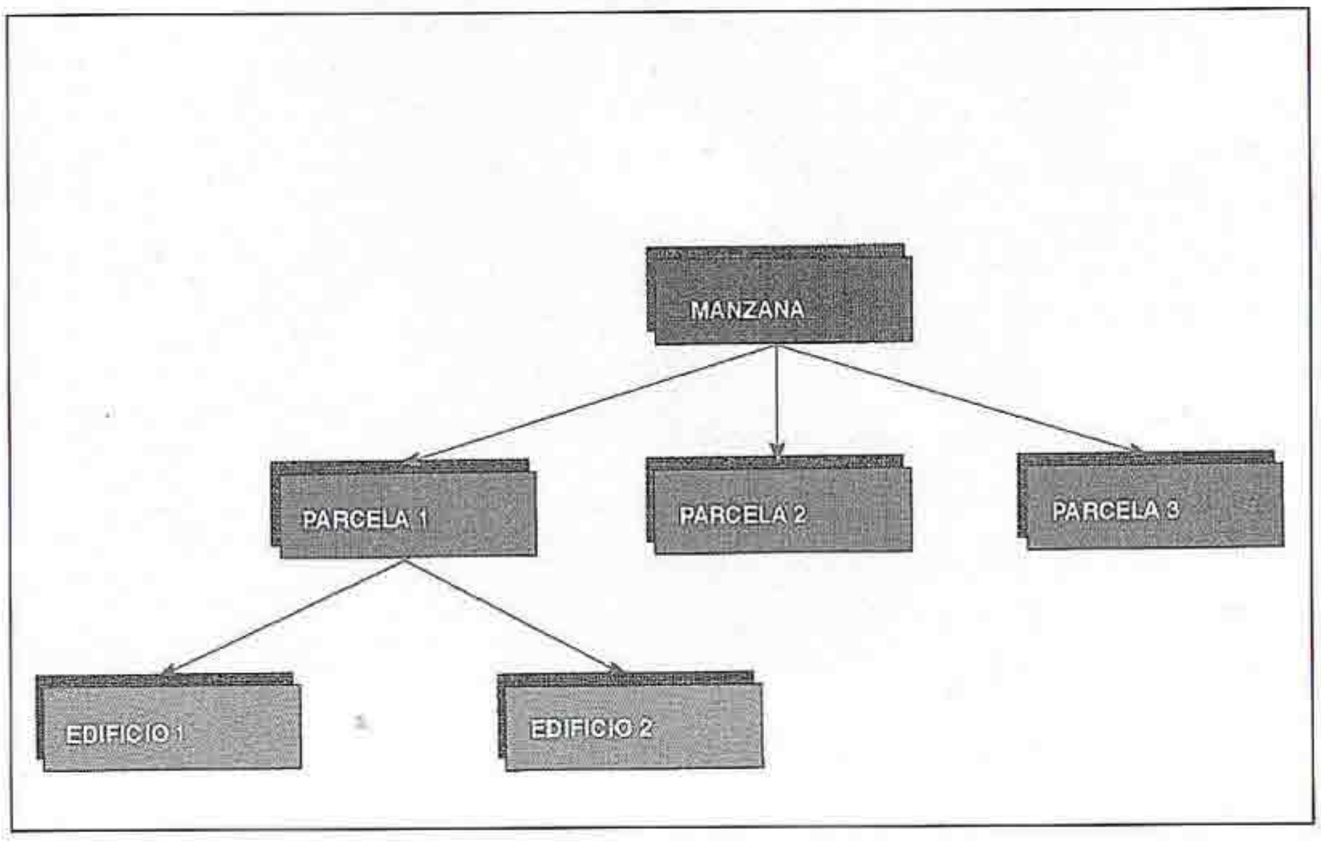
Así podríamos decir que un ejemplo de relación topológica podría definirse entre una línea límite de una calle y un edificio. La frontera es única, si bien pertenece a dos objetos distintos; parcela de vial y parcela de dominio privado.

SIEMENS
NIXDORF

Estructuras de objetos 1



Estructuras de objetos 2



Estructuras de objetos 3

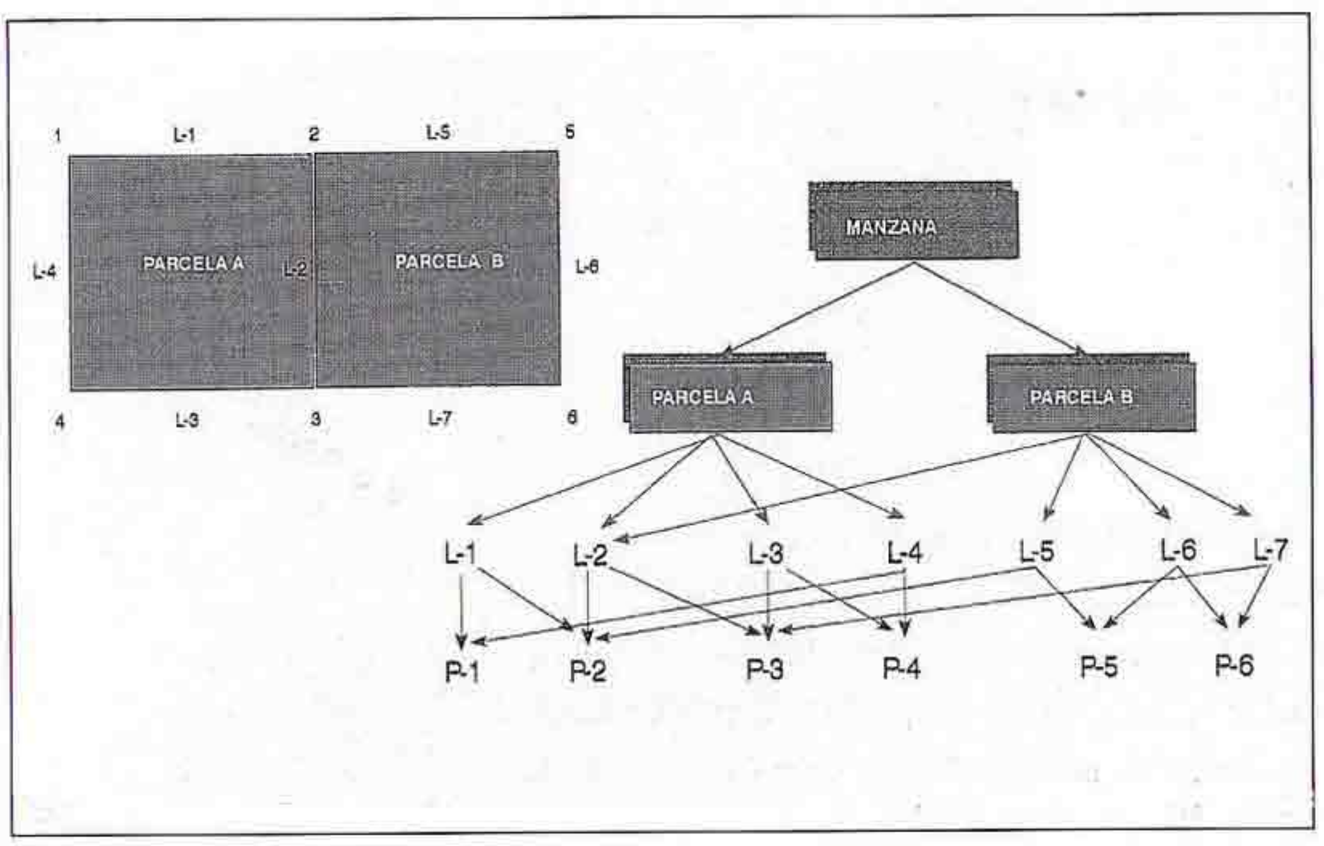


Figura 9. Estructuras de objetos

Por otro lado, el establecimiento de unos criterios, tales como "pertenece al barrio" o "pertenece al distrito" obedecen más a una relación de tipo semántico.

Por ejemplo, la calle López de Hoyos "pertenece al barrio" de Prosperidad. Tanto las relaciones de tipo topológico como las relaciones de tipo semántico pueden ser establecidas con criterios estandarizables por medio de convenios de búsqueda gráfica o alfanumérica.

Dentro de las selecciones entre clases, definiremos como más significativas a aquéllas que se establecen entre objetos pertenecientes a estas clases, tales como pertenencia, igualdad, inclusión, exclusión, etcétera. Por ejemplo, "El Tajo y el Ebro son ríos."

Como caso más complejo, podríamos tener objetos que pueden pertenecer a distintas clases en función de su definición, en el caso en el que objetos distintos tienen valores de atributos comunes. Por ejemplo, "María de Molina y López de Hoyos son calles" siendo ambas nombres de personas.

3.2.1.5. Representación gráfica. Geometría

La forma elemental de representar un objeto es mediante grafos, esto es, puntos (nodos), líneas (arcos) y superficies (áreas). A los que podemos añadir una representación temática consistente en textos, símbolos o atributos.

Las características de esta representación gráfica se pueden ajustar a criterios cartográficos (modelo cartográfico) o a criterios conceptuales (modelo topológico).

Como ya se ha explicado anteriormente, vamos a establecer tres tipos de representación gráfica, referentes a la geometría, a la topología y a sus características.

Veamos un caso concreto; la representación de una entidad parcela, en objeto localizado geográficamente por sus coordenadas, en un lugar único e irrepetible (x, y, z en su proyección cartográfica, p. e. UTM).

La posición relativa de la parcela nos permite identificar el entorno, cuáles son las parcelas contiguas y en qué grado de relación están (p. e. una línea teórica, un muro de piedra o una alambrada de una longitud determinada).

La definición de las características de la parcela nos viene dada a partir de sus valores (p. e. código, superficie, color, representación). La identificación única de una parcela, a través de un código aséptico, nos permite singularizarla sin posibilidad de redundancia ni equivocaciones.

3.2.1.6. Representación temática. Atributos

Las características propias de una entidad, así como las relaciones entre éstas, vienen definidas a través de sus atributos y valores.

La definición de una clase, tal como parcela, vendrá dada por las características que hacen que una parcela sea ésa y no otra.

Por ejemplo: referencia, superficie, valor, propietario, etc.

Dentro de la clase de las parcelas, tendremos todos los objetos que cumplen la condición propia de ser parcela, además de tener los valores de los atributos propios, que sirven para identificarla y distinguirla del resto.

3.2.1.7 Tema

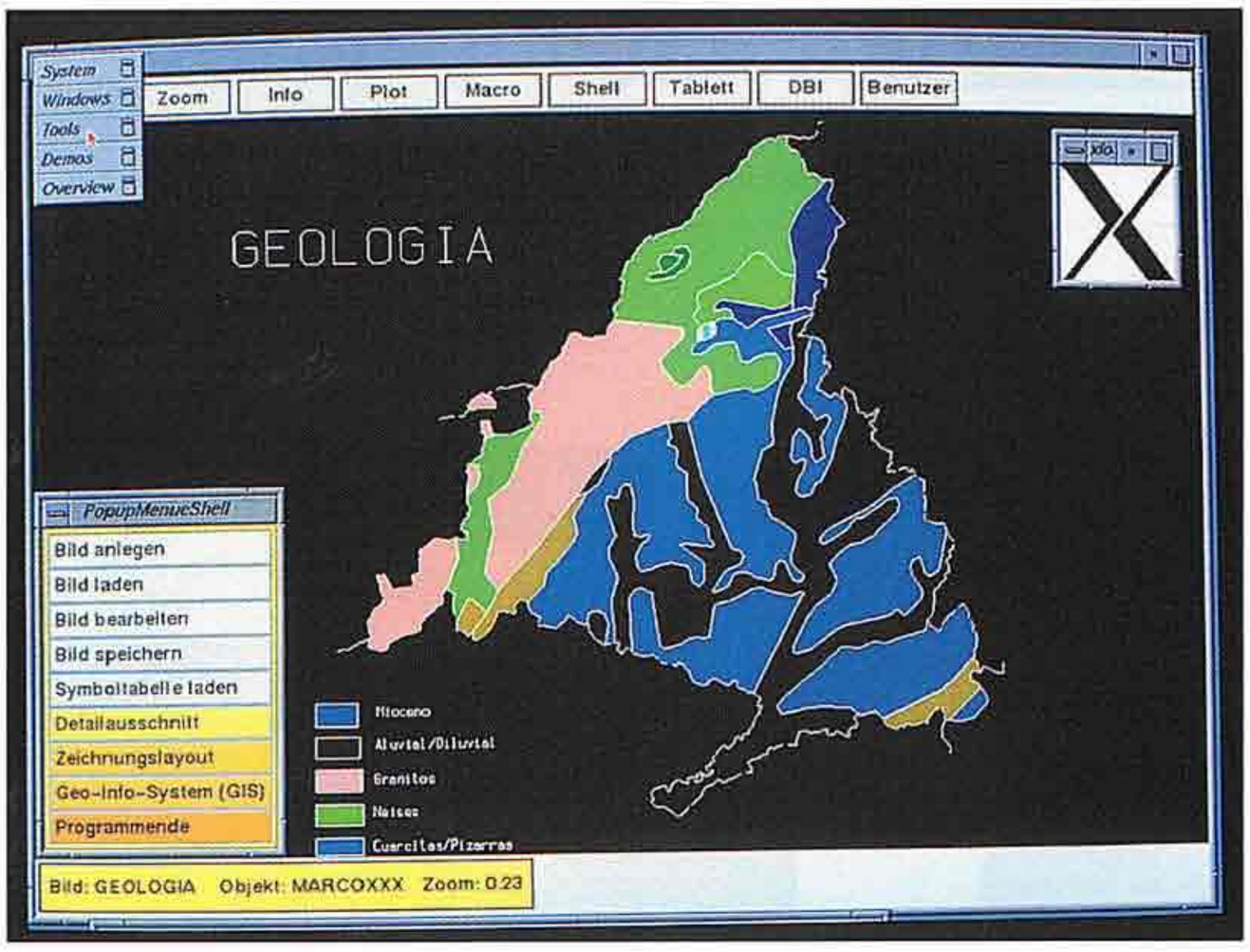
Bajo el concepto de tema vamos a agrupar todas las clases que tienen alguna propiedad en común. Esto nos permitirá tratar distintos tipos de información conforme a criterios selectivos. Un ejemplo explicativo podría ser el siguiente:

En el tema de "parcelario" podemos agrupar las clases de "manzanas", "parcelas", "edificios", "viario", etc. La calle Mayor es una entidad perteneciente a la clase viario, tratada en el tema parcelario.

3.2.1.8. Relaciones entre clases y objetos de distintos temas

Es posible el establecer relaciones jerárquicas dentro de un mismo tema,

Figuras 10 y 11. Generación de mapas temáticos a través del análisis de distintos atributos de la base de datos geográfica.



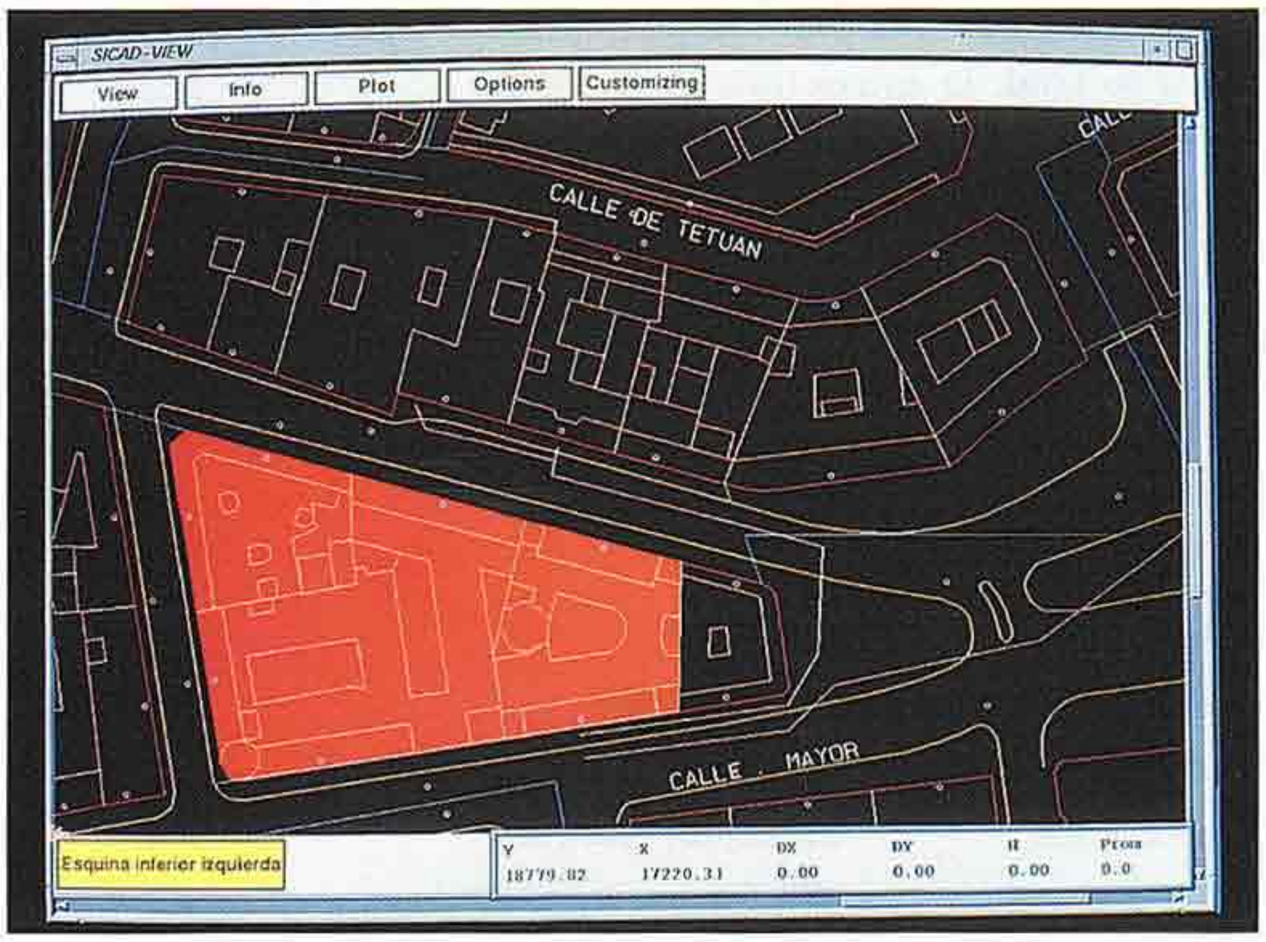


Figura 12. Resultado en pantalla del análisis temático

tales como polígono, parcela, edificio, ya que siempre existe una relación tal que un edificio pertenece a una parcela y ésta a su vez a una manzana.

Estas relaciones las podemos establecer bien por medio de topología (pertenencia, inclusión, exclusión, etc.) o por relaciones semánticas (relaciones entre tablas de atributos).

El tipo de accesos y consultas que vamos a establecer, ha de ser normalizado al máximo, ya que esto simplifica notablemente cualquier tipo de mantenimiento, para lo cual estableceremos unos criterios de sintaxis y semántica.

Las interrelaciones entre temas de determinados objetos o consultas pueden establecerse igualmente por relaciones topológicas o semánticas.

Supongamos dos temas independientes de explotación de una ciudad, como pueden ser el parcelario (fondo urbano) y las redes de suministro. Vemos que la interrelación entre temas es total, a pesar de tener clases y objetos totalmente distintos.

Las redes de suministro (agua, gas, electricidad,teléfono) discurren por las calles y tienen unos abonados, así pues, podríamos consultar sobre todas aquellas conducciones que discurren por un determinado vial o el consumo de gas, al cabo de un período de tiempo, de un edificio o abonado determinado.

Simplificando, podríamos establecer los criterios de análisis espacial básicos como son:

- localizar objetos pertenecientes a distintas clases, especialmente referenciados en un entorno geográfico
- determinar la identidad de los objetos encontrados en un espacio previamente definido y perteneciente o relacionado con otros objetos o clases.

4. MODELOS DE ESTRUCTURA DE INFORMACION

4.1. Modelo de conversión de datos

Una vez que hemos definido el modelo teórico debemos establecer la metodología de conversión.

Básicamente, admitiremos que vamos a tener dos tipos de datos; nuevos y existentes. En el caso de datos existentes tendremos planos analógicos, en soporte papel o similar, planos analíticos, en soporte digital, e información temática correspondiente a los atributos.

Cuando el proceso a desarrollar sea a partir de datos nuevos, esto es, el territorio tal cual, debemos aplicar técnicas topográficas, fotográficas y cartográficas.

El modelo de conversión de datos, tanto en un caso como en el otro, habrá que definirlo de forma distinta.

4.2. Modelos lógicos de datos

Los modelos lógicos de los datos vienen a ser lo que algunos autores definen como la parte inteligente del

SIG, y de acuerdo al modelo de datos que vayamos a emplear tendremos más o menos funcionalidad.

Los modelos de datos más usuales son: jerárquico, red, relacional y orientado a objetos.

Algunos sistemas disponen de modelos mixtos, esto es, relacional para la parte alfanumérica y jerárquico o en red para la parte gráfica, lo que permite determinada funcionalidad que no permiten hoy en día los modelos relacionales estándares del mercado.

La descripción más en detalle de este apartado será estudio de trabajos posteriores, no obstante, en la lista de referencia se puede encontrar bibliografía al respecto.

5. IMPLEMENTACION BAJO EL CONCEPTO SICAD-GDB

La base de datos geográfica (GDB) es el núcleo bajo el que se almacena la información en el geosistema de información SICAD.

La GDB permite al usuario almacenar, bien de forma separada o conjunta, información gráfica (objetos) e información alfanumérica (atributos).

En los elementos gráficos se almacena la geometría, la representación, las relaciones topológicas y las conexiones (links) con la información alfanumérica (atributos).

La información alfanumérica es almacenable bajo el concepto de tablas (RDB) y puede ser de tipo texto o alfanumérica. Estas tablas pueden estar conectadas con elementos gráficos (objetos) o con otras tablas entre sí. En función de los tipos de datos a tratar, el sistema permite hacer clasificaciones o separaciones entre datos en cada tema.

Gracias al concepto de geocontinuidad, la información puede almacenarse en la GDB independientemente de cases de hojas o separaciones físicas. Para lo cual, la estructura de la GDB es de "Quad-Tree"; esto permite comprimir al máximo el almacenamiento de los datos y que los accesos a áreas geográficas sean rápidos e independientes del volumen de información.

Las clases de cada tema son tratadas en capas o niveles, pudiendo así hacer la siguiente asignación:

Estados de la ciudad	→	Temas
Clases de Entidades	→	Niveles en temas
Entidades	→	Objetos
Características	→	Elementos gráficos y atributos

6. EJEMPLOS DE ACCESOS "QUERY"

El concepto geomático trata de agrupar distintas aplicaciones informáticas que tienen como punto de referencia común el territorio, por lo que habrá un número considerable de usuarios que demandarán o crearán información constantemente, por lo que se hace necesaria una estandarización en este tipo de consultas. Algunas de las más usuales vamos a describirlas a continuación.

Hemos hablado de los lenguajes de búsqueda complementarios; por un lado tenemos un lenguaje de búsqueda espacial y por otro un lenguaje de búsqueda de atributos.

6.1. Lenguajes de búsqueda espacial

El lenguaje de búsqueda espacial nos permite realizar consultas y análisis sobre elementos gráficos y sus características, por criterios de selección cualitativos y cuantitativos, para lo que requerimos de unos operadores de búsqueda.

SELECCIONAR elemento (objeto) DESDE tema y nivel DONDE parámetro/valor (=, NE, GE, >, LE, <) A/va-

lor TODOS LOS INCLUIDOS, EXCLUIDOS O PERTENECIENTES

Por ejemplo: SELECCIONAR parcelas DESDE tema (parcelario) DONDE superficie GE 1000 m^2

Esta misma pregunta puede realizarse de otra manera similar:

SELECCIONAR en polígono 20 DESDE parcelas DONDE superficie GE 1000 m^2

Con la ayuda de lenguajes de cuarta generación podemos concatenar distintas operaciones y así realizar algún tipo de cálculo como resultado de las mismas.

Podemos incluso hacer preguntas complejas en las que se pueden ver afectados varios temas, tales como parcelario y divisiones administrativas.

Por ejemplo: SELECCIONAR en distrito 20 (Tema B) DESDE viales (Tema A) DONDE ancho= 6 m

Queremos localizar en el distrito de Tetuán todas las calles que tienen un ancho igual a 6 metros.

6.2. Lenguajes de búsqueda relacional

Este tipo de lenguaje, podemos decir que es conocido por todos aquellos familiarizados con las bases de datos.

Se pueden emplear lenguajes con sintaxis propia o SQL.

Básicamente, la consulta puede ser contra una o varias tablas, pasando a continuación a visualizar los valores de los atributos consultados y representando en pantalla los objetos afectados. Por ejemplo:

Localizar en un distrito todos aquellos colegios que con un número de plazas superior a 100 alumnos, no dispongan de un área de recreo mayor de 200 m^2.

SELECCIONAR colegios DESDE distritos DONDE alumnos GE 100 y área GE 200 m^2.

Los lenguajes SQL y GQL son hoy en día estándares en los SIG, y permiten a su vez emplear programación avanzada para su manejo, como puede ser "C" ó lenguajes de cuarta generación.

Actualmente podemos hablar del GQL (Geoinformation Query Language) como una tendencia en los geosistemas de información, que permite a su vez el emplear sintaxis SQL.

A título de ejemplo podemos citar como condiciones ó funciones más empleadas las siguientes:

Intersección, contacto, interior, exterior, pertenencia, exclusión, además, etc.

7. EL HARDWARE (EL DURO)

La evolución de la informática a lo largo de estos últimos años ha sido muy espectacular, pasando de los grandes, caros y lentos ordenadores de los años setenta, a las potentes estaciones de trabajo multimedia de los años noventa, sin olvidar la espectacular entrada del ordenador personal en lo que podríamos definir como informática doméstica.

Las primeras arquitecturas basadas en el concepto de estrella, se ven sustituidas por arquitecturas en red ó mixtas, totalmente integradas, siendo en cualquier caso las redes, las estrellas de los próximos años.

Al definir un geosistema de información, hay distintos factores que influyen en la arquitectura y configuración a definir, como son el volumen y tipo de datos a almacenar, tipo de organización, aplicación a desarrollar, grado de integración que se pretende, etc.

Para lo cual definiremos cuidadosamente el tipo de comunicaciones que se van a emplear y habremos de exigir el cumplimiento de los siete niveles ISO de referencia, tanto a nivel físico como a nivel de aplicación.

En la informática actual podemos hablar de tres niveles de sistemas informáticos; ordenador central ó servidor de aplicaciones (host), ordenador departamental y/o estación de trabajo y ordenador personal o PC, siendo la compatibilidad y grado de comunicación y entendimiento entre ellos fundamental.

Veamos como se integran éstos en un ejemplo tipo.

Supongamos un típico centro de gestión en la administración, en donde se mantiene una base cartográfica de un determinado territorio, así como otras bases de datos de uso general y residentes en distintos ordenadores.

Habrá una serie de usuarios que consultan a nivel alfanumérico las bases de datos con cierta frecuencia, para lo cual requieren de unos terminales que incluso podrían ser PC. Las aplicaciones estarán funcionando en el ordenador central, accediendo los terminales a los recursos de éste.

Por otro lado, tenemos varios departamentos que son responsables de mantener sus propias aplicaciones que están soportadas en la base de datos geográfica y, a su vez, deben realizar aplicaciones de carácter local. En este caso, tenemos un claro ejemplo de tarea cliente/servidor, en donde desde una estación de trabajo se accede a la geobase central y operando en modo local a nivel de consulta o modificación, liberamos los recursos del ordenador central, pudiendo posteriormente consolidar la información en él. Este tipo de actuación permite

Figura 13. Hardware

optimizar mucho la operación, liberando los recursos al ordenador central.

También es posible que se requieran aplicaciones locales para determinados usos particulares y no queremos que tengan acceso directo a la geobase, nada más que a nivel de lectura y operación en modo local. Para ello, pensaríamos en una solución autónoma, sencilla y basada en una red de ordenadores personales que permita a su vez la conexión con bases de datos comerciales. Habrá un departamento que tendrá la responsabilidad del mantenimiento y actualización de las bases cartográficas. Aquí se dispondrá de estaciones de trabajo de altas prestaciones, con capacidad incluso de tratamiento de imágenes y almacenamiento masivo en disco.

Es de vital importancia el definir de una forma clara las funciones, cometidos y necesidades, así como el nivel y grado de información al que tendrá acceso cada usuario.

Finalmente, podemos tener diversas oficinas o departamentos que emplearán la información básica para aplicaciones particulares, sin necesidad de modificarla. Estos pueden estar dotados de estaciones de trabajo u ordenadores personales con aplicaciones capaces de acceder a la base de da-

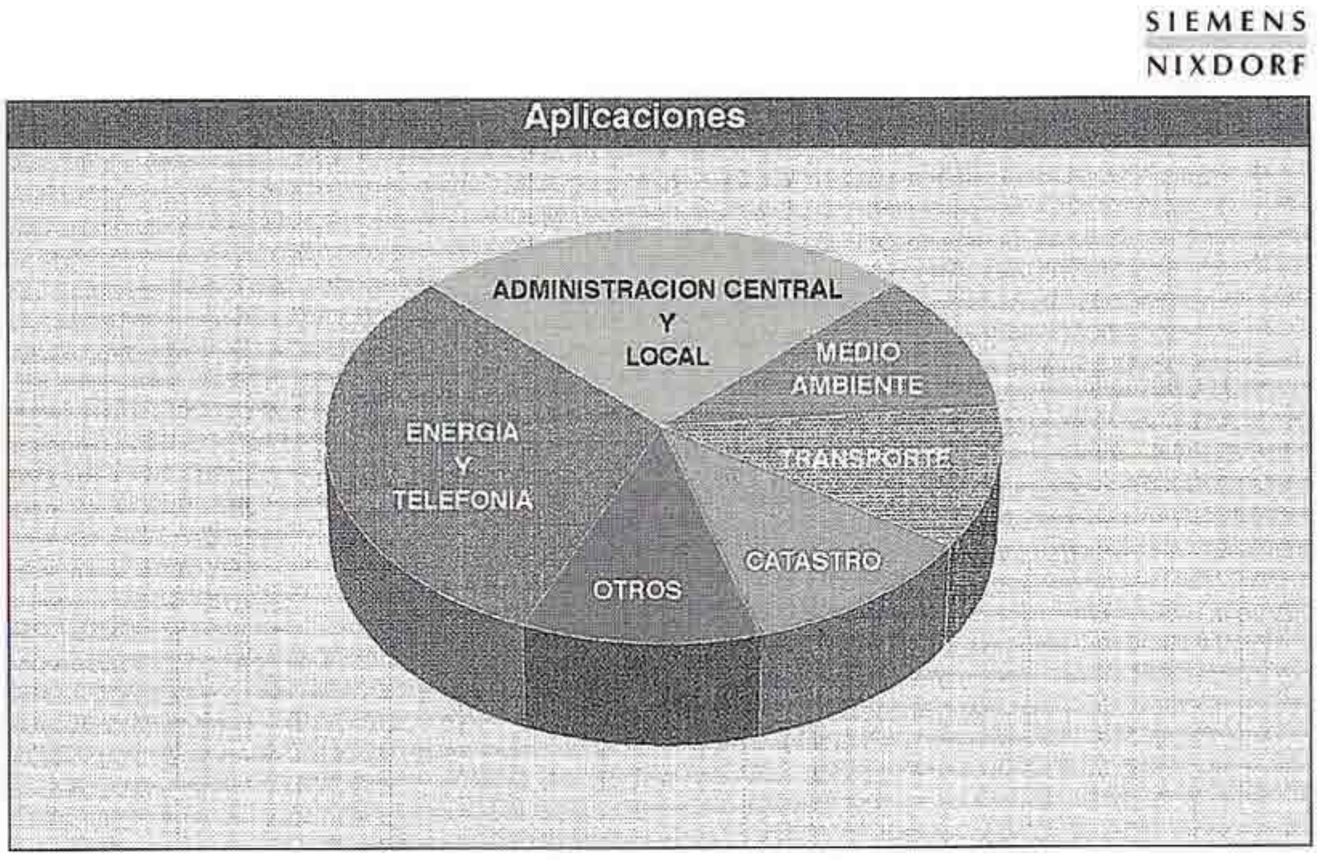


Figura 14. Aplicaciones

8. LAS APLICACIONES (QUE SABE NADIE)

Es aquí donde vamos a encontrar claras diferencias entre unos sistemas y otros, pudiendo decir que no existe el sistema ideal que nos pueda resolver todo conforme a unos requerimientos teóricos.

En cualquier caso, cabría preguntarse si lo que hoy en día los fabricantes de herramientas SIG lanzan al mercado es lo que realmente están demandando los usuarios.

Posiblemente, si un fabricante SIG comenzara a desarrollar un nuevo sistema, no se parecería mucho a lo que existe en la actualidad. Debido fundamentalmente a que el ciclo del software viene a ser de aproximadamente diez años, a partir de los cuales es conveniente cambiar conceptos, estructuras, etc.

El punto de vista del usuario, qué duda cabe, es uno de los más importantes y éste ha evolucionado de una manera muy positiva en los últimos años, basado principalmente en la experiencia.

Ante las aplicaciones, el usuario pide por un lado productos abiertos capaces de ajustarse a sus requisitos y necesidades, que sean funcionales y duraderos, esto es, que no estén en fase de prueba y cuya continuidad y permanencia en el mercado estén garantizadas.

Por otro lado y desde un punto de vista más técnico, el usuario se interesa por la arquitectura y concepción del producto, soporte y referencia de la compañía, así como por el precio final, sin olvidar el mantenimiento y su coste.

Dentro de las aplicaciones concretas, la integración entre información raster, vector y alfanumérica, tiene hoy en día una importancia capital para gran tipo de aplicaciones. Empleándose en procesos de actualización cartográfica (a partir de fotos, imágenes o mapas), hasta procesamiento de imágenes y simulación.

Como ya se ha dicho a lo largo de este trabajo, la integración de los geosistemas de información con los sistemas de gestión es una tendencia clara para los próximos años.

Hasta la fecha, los SIG se han visto como algo independiente, utilizados por especialistas y con un componente técnico que los apartaba del resto de los componentes informáticos y, sin embargo, esto no debe ser así.

Imaginemos la dependencia que tienen del plano de la ciudad, dentro del ayuntamiento, cantidad de procesos administrativos y con un componente de gestión importante, que con un concepto de integración se podrían simplificar notablemente.

Para poder realizar esto, es necesario el disponer de aplicaciones ejecutables en ambos sentidos.

Entre el tipo de aplicaciones que van a tener un claro protagonismo a

lo largo de los próximos años, destacaríamos, en primer lugar, la gestión del territorio y el planeamiento, íntimamente ligado al medio ambiente. Las aplicaciones de redes de suministro de energía y su integración con sistema de telecontrol.

Finalmente, destacaría a los miles de usuarios que demandan cartografía digital, como si de un mapa electrónico se tratara, con múltiples usos y propósitos, como pueden ser: guías de carreteras, atlas medio-ambientales, educación, telemarketing, rutas de distribución y venta, etcétera, distribuidos en diskettes o en discos ópticos (CD-ROM).

Por lo tanto, las aplicaciones deben ser modulares, de forma que se puedan ejecutar programas en función de los requisitos establecidos previamente y sin tener que cancelar tareas y volver a ejecutar otras.

Un tema a tener muy en cuenta en el desarrollo de aplicaciones, es el marco o área de usuario, de forma que el geosistema resulte sencillo, atractivo y operativo, con el fin de que se pueda personalizar de forma adecuada con una fácil programación. En este aspecto, la tendencia clara del mercado es la incorporación de estándares como son X-Windows y OSF-MOTIF.

9. EL PERSONAL Y LA FORMACION (LA GRAN INCOGNITA)

El contar con personal cualificado para poner en marcha un proyecto, sigue siendo todavía difícil a pesar del número de Universidades que, realizando un esfuerzo encomiable, han incluido en sus cursos de formación disciplinas SIG.

Personalmente no creo en el "superespecialistasig" y sí en la creación de equipos multidisciplinarios, formados por distintos profesionales que aportan sus conocimientos, cada uno en un área determinada, al igual que de un proyecto de ingeniería se tratara.

El coste del personal viene a ser alrededor del 15-20% del total del proyecto y es una de las partidas que se verán incrementadas en el futuro, debido en parte a la tendencia a la baja del mercado del hardware y la necesidad de puestas en marcha altamente especializadas.

En cuanto al perfil del personal, variará en función del tipo de proyecto a desarrollar, desde topógrafos a geógrafos, pasando por matemáticos y otros ingenieros. No obstante, y quiero resaltarlo de forma especial, la participación de técnicos altamente cualificados en cartografía será fundamental en la mayoría de los casos. Para lo cual, la formación especializada es una de las componentes a destacar para conseguir el éxito en un proyecto.

Es necesario que el usuario tenga un perfecto conocimiento de la herramienta con la que va a trabajar y sólo de esta manera será consciente de las posibilidades que le brinda el software tanto a nivel de aplicaciones como de desarrollo.

10. CONCLUSIONES (TIEMPO PARA LA REFLEXION)

En los últimos años hemos oído hablar de una nueva tecnología capaz de realizar cosas increíbles, pero los resultados están por ver y se hace necesario dedicar un tiempo para reflexionar y sacar conclusiones.

En primer lugar hemos de hablar de la escasez de datos en formato digital a disposición de los usuarios, lo cual retrasa notablemente la puesta en marcha de cualquier proyecto SIG.

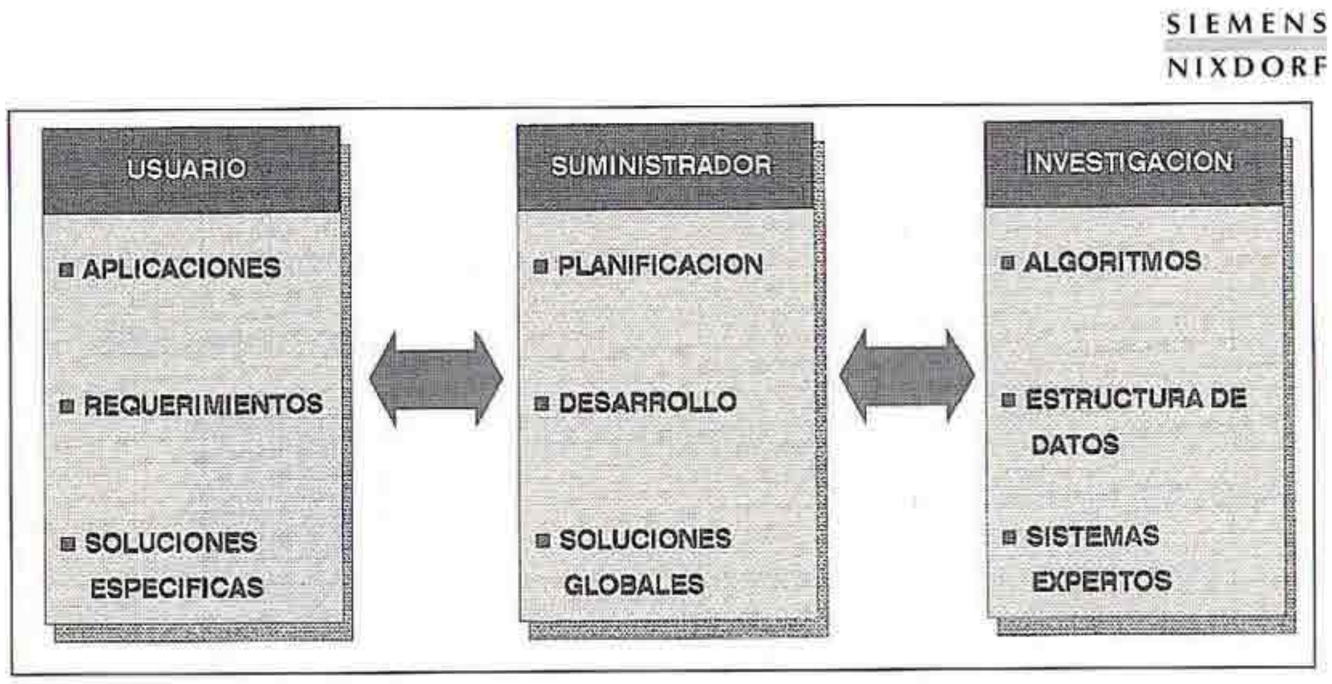


Figura 15. Cooperación: usuario - administrador - investigación

En segundo lugar, anunciar la segunda generación de geosistemas de información, mucho más evolucionada que la anterior y con modelos de datos complejos. La incorporación de estándares de comunicación y programación los hará mucho más accesibles a los usuarios finales, menos acostumbrados a un lenguaje informático profesional.

Las nuevas áreas de aplicación en las que el usuario final será un simple operador en demanda de información, integrando procesos de gestión gráfica y alfanumérica, simulación, estados de riesgo y crisis, etc.

La aportación de los sistemas expertos en estudios de simulación, impacto ambiental y cálculos complejos son técnicas que se están poniendo ya en marcha.

Las comunicaciones a través de fibra óptica o vía satélite, permitirán en breve el transmitir grandes volúmenes de información en cortos espacios de tiempo.

Y finalmente, las nuevas estaciones de trabajo multimedia con posibilidades de animación, voz sonido, almacenamiento masivo en CD-ROM, etcétera, nos brindan un sin fin de posibilidades hasta ahora inimaginables. Dejemos volar la imaginación y esperemos pacientes y expectantes.

"Nos vemos dentro de cuatro años....."

11. REFERENCIAS

Schilcher M., CAD-Kartographie: Anwendungen in der Praxis (Wichmann).

Schilcher M., Fristsch D., Geo-Informationssysteme: Neue Entiwicklungen. (Wichamann).

Schilcher M., Geo-Informatik. Siemens-Nixdorf.

Nebendahl D., Sistemas Expertos: Introducción a la técnica y aplicación. Siemens-Nixdorf.

Sicad: Environment Applications. Siemens-Nixdorf.

Sicad Boletin nº 1 Especial medio ambiente. Siemens-Nixdorf.

Ochoa C., Geosistemas de información municipales. Sicad Magazine.

Ochoa C., Colaboration between university and industry. EGIS"90 Amsterdam.

Arbolí S., Ochoa C., Urbimatic a challenge for the future. UDMS"91. Odense.

Ochoa C., Geosistemas de información, el estado del arte en los 90. Terceras Jornadas para la Automatización de la Cartografía y SIG. Madrid"90.

Ochoa C., Modelling the earth to environmetal protecction. EGIS"92. Munich.

Sonne B., The progress of GIS. EGIS"92. Munich.

EL tratamiento analítico de la fotogrametría de pequeño formato

V Congreso Nacional
de
Topografía y Cartografía

59 Reunión del Comité
Permanente de la FIG
30-9-1992

A. SANJUÁN HERNÁN-PÉREZ
L. Matemáticas, Astronomía y Geodesia, Profesora Titular de E.E.U.U. para Fotogrametría.

J. IGLESIAS MOSCOSO
I. Técnico en Topografía, Profesor Asociado para Fotogrametría.

Dpto. Cartografía y Expresión Gráfica en la Ingenieria.
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

RESUMEN

Ante la aparición de nuevos instrumentos fotogramétricos más asequibles, como cámaras y restituidores analíticos de pequeño formato, se han adaptado los softwares existentes a este material. Aquí se hace una revisión de la formulación matemática utilizada.

INTRODUCCION

La Fotogrametría, al servicio de la Cartografía, ha estado siempre considerada como una técnica de medición tridimensional tan precisa como la Topografía clásica. Para obtener estas precisiones se requiere un equipo de cámaras y aparatos de restitución de coste elevado; las cámaras deber ser métricas, es decir, calibradas en laboratorio y los restituidores de alta precisión.

Por este motivo, pocos son los que se benefician de esta técnica, produciéndose un estancamiento en el desarrollo de las aplicaciones fotogramétricas, utilizándose exclusivamente cuando hay que lograr unas determinadas precisiones, siempre que sea posible pagar su elevado costo.

La aparición de nuevos instrumentos fotogramétricos y sobre todo la implantación de nuevos sistemas analíticos de restitución, nos permiten establecer nuevos planteamientos y acomodar los sistemas de levantamiento fotogramétrico a las necesidades reales.

Los distintos caminos para reducir el costo, y por lo tanto la precisión, de los levantamientos fotogramétricos son los siguientes:

- Utilización de cámaras no-métricas o de pequeño formato.
- Utilización de restituidores analíticos de bajo costo o de pequeño formato.

Una cámara no-métrica de pequeño formato puede ser desde la cámara corriente de 35 mm hasta la de 70 mm de formato. La principal característica de estas cámaras es que se desconoce la orientación interior del haz prespectivo (lo que supone desconocer la distorsión de las lentes, la distancia principal y la posición del punto principal), no tienen marcas fiduciales y no se puede controlar la deformación que experimenta la película.

Algunas cámaras permiten la colocación de una placa de cristal en el plano focal, conteniendo un retículo (placa RESEAU) que ha pasado por un laboratorio de Metrología y que, por lo tanto, sirve para controlar la deformación de la película. Estas cámaras son las llamadas cámaras semimétricas, que ofrecen mayor precisión.

Los restituidores analíticos de pequeño formato constan fundamentalmente de un estereocomparador adecuado al pequeño formato del fotograma, lo que abarata su costo, y un software o tratamiento analítico de las coordenadas del comparador, que no se diferencia prácticamente en nada del tradicional, salvo en la aparición de nuevas incógnitas: la Orientación Interna de la cámara, como veremos más adelante.

El costo de estas cámaras y restituidores es bastante asequible, lo cual hace posible el aplicar las técnicas fotogramétricas en muchos campos donde la precisión necesaria no es demasiado grande.

Hasta ahora la Fotogrametría sólo se utilizaba en un campo muy pequeño de aplicaciones, a partir de ahora este campo puede, y seguramente así será, ampliarse mucho. Queda pues una labor muy importante para el futuro Ingeniero Técnico en Topografía: aplicar la Fotogrametría de pequeño formato a otras áreas desconocidas.

METODOS ANALITICOS DE FOTOGRAMETRIA DE PEQUEÑO FORMATO

En los últimos años la Transformación Lineal Directa (Abdel-Aziz y Karara, 1971), el método de los 11 parámetros (Bopp y Krauss, 1978), el de Autocalibración (Fraser, 1982) y el Ajuste de Haces (Granshaw, 1980), han sido las técnicas utilizadas para la solución de las ecuaciones de colinealidad en fotogrametría de objeto cercano.

Fraser (1982) demostró que el método de Ajuste de Haces y el de Autocalibración eran más precisos que el de la Transformación Lineal Directa (DLT) además de tener un número de ventajas con respecto a la solución de DLT:

- Se puede incorporar al sistema de ecuaciones y ajustar simultáneamente medidas topográficas combinadas con las fotogramétricas.
- No necesita tantos puntos de control terrestre.
- Se pueden incorporar modelos que respondan a los errores de las distorsiones de las lentes y de la película sin que suponga observaciones adicionales.

La principal desventaja es la relacionada con el tiempo de computación y la necesidad de almacenamiento, aparte de necesitar una aproximación de las incógnitas para resolver el ajuste iterativamente.

El método DLT nos ofrece las ventajas siguientes:

- Menor tiempo de computación.
- Es un método directo, no necesita aproximaciones iniciales.

Las desventajas de este método es que requiere mayor número de puntos de control terrestre, ya que cuenta con once incógnitas frente al de haces que sólo tiene nueve, sin contar los parámetros de la orientación interna del haz. El método original de Adbel-Aziz y Karara contaba con errores en la reconstrucción geométrica, Bopp y Krauss (1978) lo subsanaron con la incorporación de dos constreñimientos no lineales entre los once parámetros, y más recientemente Hatze (1988) demostró que con la incorporación de al menos uno de los constreñimientos en su forma linealizada se reducían los errores de reconstrucción.

No obstante, se ha visto que, cuando no supone un problema la determinación de un número redundante de puntos de control, el método de los 11 parámetros da la suficiente precisión.

Originalmente el método DLT nos ofrecía una resolución directa del sistema de ecuaciones normales. Naftel y Boot (1991) demostraron en la práctica que, una solución iterativa del método DLT mejoraba el resultado, obteniendo una precisión comparable con los métodos de haces.

Después de ver muchos estudios, se puede decir que hay muchas áreas donde se puede alcanzar una precisión aceptable con cámaras menos sofisticadas, tales como las llamadas nométricas (tipo Hasselblad, Pentax,..) las cuales suministran la información del objeto tridimensional realizando una adquisición de datos y una reducción de los mismos.

Principalmente tenemos que abordar las siguientes fases:

- Elegir una configuración consecuente de adquisición de datos.
- Suministrar el control terrestre adecuado.
- Controlar la inestabilidad de la cámara combinando los procedimientos de calibración con los de medida.
- Elegir un modelo matemático para corregir el efecto de distorsión de las lentes y la deformación de la película.

Debido a las grandes deformaciones de la película y distorsiones de las lentes de las cámaras no-métricas, la solución analítica es la única que se ha utilizado para la reducción de los datos con cámaras de este tipo.

METODO DE AJUSTE DE HACES

El método de ajuste de haces es una resolución de las ecuaciones de colinealidad.

Las ecuaciones de colinealidad se basan en que el punto imagen, el centro perspectivo y el punto objeto deben estar alineados.

Schmid en 1953 publicó un método de orientación de un fotograma utilizando las ecuaciones de colinealidad. En 1958 Brown publicó un método para el ajuste de múltiples estaciones empleando las ecuaciones de colinealidad.

Una forma simple de expresar la condición de colinealidad es la siguiente:

$$x-x_0=\lambda.R.(X-X_0) \qquad (1)$$

donde:

- x son las coordenadas comparador del punto en la fotografía.
- x_0 son las coordenadas comparador del punto principal.
- λ es el factor de escala.
- R es una matriz ortogonal de giro, (r_{ij}).
- X son las coordenadas terrestres del punto imagen.
- X_0 son las coordenadas terrestres del centro perspectivo, posición de la cámara.

Desarrollando (1) y haciendo operaciones obtenemos:

$$x-x_0=f\cdot\frac{r_{11}(X-X_0)+r_{12}(Y-Y_0)+r_{13}(Z-Z_0)}{r_{31}(X-X_0)+r_{32}(Y-Y_0)+r_{33}(Z-Z_0)} \qquad (2)$$

$$y-y_0=f\cdot\frac{r_{21}(X-X_0)+r_{22}(Y-Y_0)+r_{23}(Z-Z_0)}{r_{31}(X-X_0)+r_{32}(Y-Y_0)+r_{33}(Z-Z_0)}$$

donde f es la distancia principal de la cámara.

Las ecuaciones (2) son las llamadas ecuaciones de colinealidad. Hay muchas formas de expresar la matriz R, desde la puramente algebraica hasta la compuesta por tres giros (Schut, 1959). Lo cierto es que solamente contiene tres parámetros independientes, vamos a elegir los giros alrededor de los tres ejes ortogonales del sistema terrestre (X, Y, Z), llamándolos Ω, ϕ, α, que expresan la orientación de la cámara en el momento de hacer la foto:

$$R=R_\alpha\cdot R_\phi\cdot R_\Omega$$

Cuando tenemos una cámara métrica, es decir, una cámara dotada de

marcas fiduciales y calibrada en un laboratorio, conocemos perfectamente su orientación interior, es decir:

- Podemos corregir las fotocoordenadas de las distorsiones de las lentes y de la película.
- Podemos situar el punto principal en la placa con respecto al centro fiducial (x_0, y_0).
- Conocemos la distancia principal f.

En este caso, la ecuación (2) contiene seis incógnitas por haz, (X_0, Y_0, Z_0), coordenadas del centro perspectivo, (α, ϕ, Ω), orientación de la cámara. Con solamente tres puntos de control terrestre podemos resolver el sistema.

Las ecuaciones (2) son no-lineales y necesitan linealizarse mediante el teorema de Taylor para una cierta aproximación de la solución.

Esto nos lleva a una solución iterativa, lo que significa que necesitamos el conocimiento previo de la solución aproximada. Las cantidades observadas son las coordenadas de las fotografías, las desviaciones de las perspectivas centrales teóricas (tales como las distorsiones de las lentes y de la película) deben corregirse antes de introducir las fotocoordenadas en las ecuaciones.

Desafortunadamente estas desviaciones son incógnitas en las cámaras no-métricas y normalmente no son constantes de una exposición a otra. En este tipo de cámaras no se conoce la orientación interna del haz y, debido a que no tienen marcas fiduciales, no se pueden corregir las imágenes de la deformación de la película y no se puede situar el punto principal, luego como no se sabe cuál es la distancia principal. Por lo tanto, el modelo matemático debe mejorarse introduciendo parámetros adicionales en las ecuaciones de colinealidad, además de aumentar el número de incógnitas por fotograma:

$$x\text{-}x_0 + \Delta x = f_x \cdot \frac{r_{11}(X-X_0) + r_{12}(Y-Y_0) + r_{13}(Z-Z_0)}{r_{31}(X-X_0) + r_{32}(Y-Y_0) + r_{33}(Z-Z_0)} \quad (3)$$

$$y\text{-}y_0 + \Delta y = f_y \cdot \frac{r_{21}(X-X_0) + r_{22}(Y-Y_0) + r_{23}(Z-Z_0)}{r_{31}(X-X_0) + r_{32}(Y-Y_0) + r_{33}(Z-Z_0)}$$

donde:

La distancia principal $f=1/2\ (f_x+f_y)$.

Δx, Δy son el refinamiento de las coordenadas en función de la distorsión de las lentes y de la película.

Normalmente se acepta una expresión polinómica como modelo matemático para la distorsión simétrica de las lentes:

$$\Delta r = K_1 \cdot r^3 + K_2 r_5 + \ldots + K^n \cdot r_{2n+1} \quad (4)$$

donde:

Δr es la distorsión radial

r es la distancia radial desde el punto hasta el de simetría.

$$r^2 = (x-x_0)^2 + (y-y_0)^2$$

(x_0, y_0) son las coordenadas comparador del punto de simetría.

Para la mayoría de las lentes sólo tres términos del polinomio (4) son suficientes, salvo las lentes llamadas ojo de pez.

Trabajos realizados con cámaras no-métricas, de 35mm y 70mm, prueban que simplemente tomando el K_1 de (4) es suficiente para lentes simples.

Así:

$$\Delta r = K_1 \cdot r^3 \quad (5)$$

Expresa la corrección de la distorsión radial.

La distorsión simétrica cambia con el enfoque, y su formulación la podemos encontrar en Brown (1971) sien-

do una modificación la de la Magill (1955).

La distorsión asimétrica debida principalmente al descentramiento de las lentes fue ya estudiada por Conrady (1919), posteriormente por Brown (1966) y modificada por Fryer y Brown (1986) para expresar la variación de la misma al cambiar el enfoque de la cámara y al situar puntos que estuvieran en el plano focal.

El modelo matemático es el siguiente:

$$\Delta x = (1-f/s)\ p_1\ (r^2+2(x-x_0)^2) + 2p_2\ (x-x_0)\ (y-y_0)$$

$$\Delta y = (1-f/s)\ p_2\ (r^2+2(y-y_0)^2) + 2p_1\ (x-x_0)\ (y-y_0) \qquad (6)$$

donde:

f	es la distancia principal.
$\Delta x, \Delta y$	son las componentes de la distorsión asimétrica
r	es la distancia radial desde el punto al punto de simetría
x, y	son las coordenadas del punto imagen.
(X_0, Y_0)	son las coordenadas del punto principal.
p_i	son los coeficientes de la distorsión asimétrica.
s	es la distancia desde la lente al objeto.

Muchos trabajos se han hecho para crear un modelo que controle las deformaciones de la película, incluyendo irregularidades del material, no planeidad del mismo en la cámara, tensión ejercida en la cámara por la película y fuera de la cámara durante el proceso de revelado y efecto de la temperatura y humedad relativa en su almacenamiento y durante el proceso. Para estimar los parámetros de tales modelos necesitamos algunas referencias calibradas, tales como las marcas fiduciales o una red calibrada, llamada placa RESEAU. Cuando una cámara está dotada de este tipo de placas se llaman cámaras semi-métricas. En las cámaras semi-métricas podemos perfectamente corregir la distorsión de la película. Normalmente en cámaras no-métricas tales referencias no existen y debemos recurrir al control terrestre para determinar un efecto conjunto de las distorsiones de las lentes y la deformación de la película.

Karara y Abdel (1974) realizaron un estudio con distintas cámaras no-métricas y varios modelos matemáticos que expresan una corrección conjunta de distorsiones de las lentes y deformación de la película. Como resultado obtuvieron que la corrección conjunta más apropiada es la siguiente:

$$\Delta x = a_1 + a_2 x + a_3 y + (x-x_0)\ K_1\ ((x-x_0)^2 + (y-y_0)^2)$$

$$\Delta y = a_4 + a_5 x + a_6 y + (y-y_0)\ K_1\ ((x-x_0)^2 + (y-y_0)^2) \qquad (7)$$

Una extensión interesante de este método es la incorporación de parámetros adicionales a las ecuaciones de observación, siempre con precaución, añadiendo incógnitas extra que se determinan con el ajusta del sistema (Murai, 1984).

METODO TRANSFORMACION LINEAL DIRECTA

En 1971 Abdel-Aziz y Karara desarrollaron un método de reducción de datos para las cámaras no-métricas llamado Transformación Lineal Directa (DLT), que ha sido muy utilizado desde entonces en diversas aplicaciones.

Las ecuaciones básicas de una Transformación Lineal Directa (Okamoto, 1981) son:

$$x + \Delta x + \frac{L_1.X + L_2.Y + L_3.Z + L_4}{L_9.X + L_{10}.Y + L_{11}.Z + 1} = 0$$

$$y + \Delta y + \frac{L_5.X + L_6.Y + L_7.Z + L_8}{L_9.X + L_{10}.Y + L_{11}.Z + 1} = 0 \qquad (8)$$

donde:

(x,y) son las coordenadas comparador de un punto imagen.

(X,Y,Z) son las coordenadas terrestres de un punto objeto.

L_i coeficientes de la transformación.

Δx, Δy refinamiento de las coordenadas en función de la distorsión de las lentes y de la película.

Operando en la ecuación (8) obtenemos:

$$A.v_x + A.\Delta x + x + L_1.X + L_2.Y + L_3.Z + L_4 + L_9.x.X + L_{10}.x.Y + L_{11}.x.Z = 0$$

$$A.v_y + A.\Delta y + y + L_1.X + L_2.Y + L_3.Z + L_4 + L_9.y.X. + L_{10}.y.Y + L_{11}.y.Z = 0 \qquad (9)$$

donde:

$A = L_9.X + L_{10}.Y + L_{11}.Z + 1$

v_x, v_y son los residuales después de efectuar el refinamiento.

Cuando estamos trabajando con requerimientos de muy baja precisión podemos despreciar los términos Δx, Δy de la ecuación (9), pero normalmente se deben tener en cuenta.

En un sistema ideal de lentes con un centrado perfecto de las mismas, la única distorsión que existe es estrictamente simétrica alrededor del eje óptico. Los errores del descentrado de las lentes nos produce la distorsión asimétrica.

Como hemos visto antes, las distorsiones se pueden expresar mediante la ecuación (7) sustituyendo estas correcciones en las ecuaciones (9):

$$A.v_x + A\ (x-x_0)\ Kr^2 + x + L_1X + L_2Y + L_3Z + L_4 + L_9xX + L_{10}xY + L_{11}xZ = 0$$

$$A.v_y + A\ (y-y_0)\ Kr^2 + y + L_5X + L_6Y + L_7Z + L_8 + L_9yX + L_{10}yY + L_{11}yZ = 0 \qquad (10)$$

Tenemos que (10) son dos ecuaciones con 12 incógnitas, necesitamos como mínimo seis puntos de control terrestre bien distribuidos en el modelo para poder resolver el sistema.

Naturalmente siempre se mejora el resultado si disponemos de datos redundantes, siempre procurando que todos los puntos no estén en un mismo plano.

Varios estudios nos demuestran que la elección de más de veinticinco o treinta puntos de control terrestre no mejora prácticamente la solución.

Muchos más importantes es la configuración de los fotogramas para que la precisión no se pierda. Normalmente se recomienda que los fotogramas se obtengan en el caso normal o con un ángulo de convergencia pequeño igual para las dos cámaras.

Bopp y Krauss (1978) publicaron una variación de este método incorporando dos constreñimientos o condiciones al sistema de ecuaciones. Cuando se dispone de una cámara semi-métrica podemos corregir de distorsión de la película y dos de esos L_i sobrarían, se deben incorporar dos constreñimientos para evitar una posible solución singular. Los constreñimientos son los siguientes:

$$(L_{12}+L_{22}+L_{32}) - (L_{52}+L_{62}+L_{72}) + \frac{(L_5L_9+L_6L_{10}+L_7L_{11})_2 - (L_1L_9+L_2L_{10}+L_3L_{11})_2}{(L_{92}+L_{102}+L_{112})} = 0 \quad (11)$$

$$(L_1L_5+L_2L_6+L_3L_7) - \frac{(L_1L_9+L_2L_{10}+L_3L_{11})\ (L_5L_9+L_6L_{10}+L_7L_{11})}{(L_{92}+L_{102}+L_{112})} = 0$$

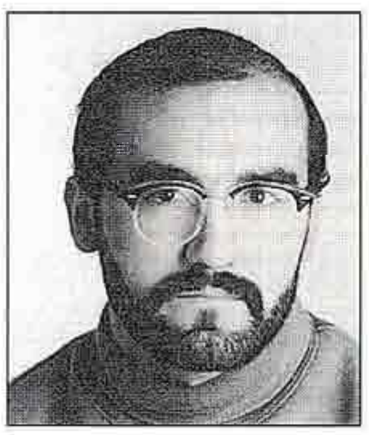
Este método es el conocido como el de 11 parámetros.

Si la cámara es métrica entonces la orientación interior se conoce y se deben añadir más constreñimientos.

El sistema de ecuaciones lineales se puede resolver directamente o iterativamente, Naftel y Boot (1991) desarrollaron su solución iterativa comprobando que ofrece una mejora en la precisión.

Geotronics COMUNICA:

A todos sus distinguidos clientes y público en general que para la zona noroeste del territorio nacional se ha asignado como distribuidor de los productos Geodolite a la empresa **CYT,** Cartografía y Topografía, siendo gerente de la misma Don Marcos López Sánchez. CYT cuenta con tres empleados.



Don Marcos López Sánchez, Ingeniero Técnico en Topografía, tiene a su favor además de una amplia experiencia comercial, experiencia en obra civil, sistemas de información geográfica (SIG), catastro, cartografía digital, control dimensional y softwares topográficos. Don Marcos López Sánchez tiene además una amplia experiencia como usuario de los instrumentos de la casa Geotronics y estará a su entera disposición para atenderles y responder a toda pregunta acerca del producto Geodolite.

CYT
Cartografía y Topografía
C/ Feanes, Bloque 9C, 2.º A
15706 Santiago de Compostela (La Coruña)
Tfno./Fax: (981) 59 76 49

DESCRIPCION, aplicaciones y precisión de un equipo básico DGPS en tiempo real

LUIS GARCIA-ASENJO VILLAMAYOR
Ingeniero Técnico en Topografía
Departamento Técnico de Germán Weber, S.A.

1. INTRODUCCION

El establecimiento y observación de redes geodésicas y topográficas, ha sido, desde que el sistema ha tenido un mínimo de operatividad, una aplicación clara del GPS. Actualmente, con la constelación de satélites NAVSTAR prácticamente completa y la reducción de precios de los receptores, numerosos sectores han centrado su interés en este sistema.

La posibilidad que ofrece el sistema GPS de obtener, de manera rápida y precisa, coordenadas instantáneas de la trayectoria seguida por un móvil, resulta de suma utilidad en múltiples campos, no ya como elemento aislado, sino como complemento a otros equipos o sistemas: sondas batimétricas, escáner, cámaras fotogramétricas, equipos de auscultación de carreteras, control de flotas de vehículos, etc.

Efectuar la conexión del GPS a otros equipos tiene una parte importante de electrónica e informática, que la mayoría de las veces, estará al alcance del usuario medio, aunque en ciertas ocasiones haya que recurrir a un técnico especializado.Por otra parte, es evidente que al manejar conceptos cartográficos tales como, sistemas de referencia, proyecciones, tolerancias, conexión a sistemas de información geográfica, etc., corresponde al especialista en cartografía determinar, dentro de toda la gama posible, el instrumental, metodología, proceso de cálculo y transformación necesarios en cada caso, para lograr, en cada aplicación, la precisión adecuada, con la máxima operatividad y automatismo, todo ello con el mínimo coste económico.

Este artículo pretende informar acerca de las posibilidades que ofrece un sistema básico de GPS diferencial como complemento de otros equipos, evaluando las fuentes de error y posibles inconvenientes.

2. FUNDAMENTOS TEORICOS. TIPOS DE GPS DIFERENCIAL.

Un equipo básico de GPS diferencial (DGPS) está compuesto por un mínimo de dos receptores.Uno de ellos, comúnmente denominado "fijo" o "base", debe ser estacionado en un punto de coordenadas conocidas (un vértice geodésico por ej.).De esta manera, es posible determinar el error con el que este ha medido las pseudodistancias a cada uno de los satélites en un determinado instante.

Error = Pseudodistancia calculada – – Pseudodistancia medida

Conocido este error, se corrigen del mismo las pseudodistancias medidas por el receptor que se encuentra en movimiento, denominado "móvil" o "remote", consiguiendo, de esta manera, mejorar notablemente la precisión. El proceso, cuando se efectúa medida de fase de las portadoras es distinto.

Este incremento de la precisión en DGPS obedece al hecho de que, para estaciones cercanas, los efectos sistemáticos de propagación y errores con origen en los satélites (que degradan el posicionamiento absoluto) son, en buena parte, eliminados.

La corrección a las pseudodistancias del móvil puede efectuarse en post-proceso, o bien, en aplicaciones que lo requieran, en el mismo instante que se efectúa la observación, empleando para ello un medio de transmision de datos.Esta última modalidad se conoce como GPS diferencial en "tiempo real" y es la que se va a contemplar en este artículo. No en todas las aplicaciones será necesario tener coordenadas "in situ" , con lo cual, el DGPS aquí descrito se verá simplificado al eliminarse la fase de transmisión de datos.

En función del tipo de receptores empleados, observables registradas y procesado de información que se emplee, se pueden obtener distintos grados de precisión (ver cuadro adjunto).

En cada trabajo habrá que seleccionar el que rinda una adecuada precisión, teniendo en cuenta que el coste de un UPDGS puede resultar de 5 a 10 veces mayor que un simple DGPS, aún cuando su proceso de madurez está mucho menos avanzado.

De todos ellos, los más solicitados actualmente para acoplar a otros equipos, son los dos primeros, ya que ofrecen un precisión suficiente para muchas aplicaciones, sin que se dispare el coste del sistema.

3. DESCRIPCION DE UN EQUIPO BASICO DE GPS DIFERENCIAL

Un equipo básico de GPS diferencial en tiempo real está compuesto de los siguientes elementos:

- Receptores de GPS
- Sistema de transmisión de correcciones
- Conexión a un elemento externo

NOMBRE	DESCRIPCION	OBSERVABLES	E.M.C.
DGPS	GPS diferencial	Pseudodistancias C/A	2-6 m
DGPS	GPS diferencial con medida de fase	Pseud. C/A suavizadas	1-3 m
PDGPS	GPS diferencial preciso	Pseud. cod P	0,1-1 m
VPDGPS	GPS diferencial muy preciso	Pseud. cod P y fase de L_1 y L_2	5-30 cm
UPDGPS	GPS diferencial ultra preciso	Las mismas del anterior resolviendo ambigüedades	< 2 cm

3.1. Receptores de GPS

En principio, son válidos todos aquellos receptores que sean capaces de efectuar medida de pseudodistancias correlando el código C/A y tengan una salida para la información (RS-232 por ej.), pero si se pretende conseguir una cierta precisión y rapidez, al ser en tiempo real, hay que exigir que el receptor cumpla ciertos requisitos.Algunos aspectos a tener en cuenta son los siguientes:

Canales paralelos e independientes

Los receptores secuenciales, esto es, que emplean un mismo canal para el seguimiento de varios satélites, tienen que reconstruir, de alguna manera, las observables, con lo cual se pierde exactitud en la simultaneidad de los datos registrados.Este problema se palía efectuando el seguimiento de cada satélite a través de un canal independiente.Algunos receptores son también capaces de corregir los posibles retardos residuales existentes entre canales, mediante un sistema de calibración.

Número de canales

El mínimo número de satélites necesario para poder efectuar una determinación instantánea de coordenadas tridimensionales es de cuatro.En cuanto haya más de cuatro la solución es múltiple, y permite aplicar criterios de calidad, mejorando al mismo tiempo la precisión.Es importante, por tanto, que el número de canales no limite la precisión del sistema.Actualmente, sobre España, hay momentos en los cuales asciende a ocho el número de satélites.Cuando la constelación esté completa, habrá un máximo de once satélites en algún punto de la Tierra.

Cálculo y aplicación de las correcciones

Es fundamental en los sistemas DGPS en tiempo real que el cálculo y aplicación de las correcciones se efectúe en el menor tiempo posible, especialmente en aplicaciones en las cuales el receptor móvil se desplaza rápidamente.

En el caso concreto de un sistema que pretenda dotar de coordenadas a un escáner montado en una avioneta, en el que el receptor móvil se desplaza a unos 200 km/h, el cálculo, transmisión y aplicación de correcciones debe efectuarse en cuestión de milisegundos, si se pretende la máxima precisión.

Por ello, en muchas aplicaciones, deberá evitarse el retardo que supone el envío de las observaciones GPS a un PC portátil, para que este a su vez determine las correcciones, las envíe al móvil, etc. Es aconsejable, por tanto, que el propio "firmware" de los receptores realice los cálculos necesarios (determinación de correcciones a las pseudodistancias a cada uno de los satélites a la vista y aplicación de estas a las observadas por el móvil), y que lo haga de una manera rápida y eficiente.

Mecanismos para el control de la operación

Es posible efectuar el control de ciertas fuentes de error que van a afectar directamente a la determinación de coordenadas.Este control consiste, principalmente, en tres operaciones:

- Verificar que la versión de datos de efemérides del mensaje de corrección coincide con la versión inyectada por el segmento del control a los sátelites, en el preciso instante en que el receptor móvil aplica las correcciones.
- Verificar la "antigüedad" de las correcciones recibidas por el móvil antes de aplicarlas.
- Comprobar que el "ruido" del receptor permanece dentro de los límites tolerables para la obtención de la precisión final buscada.

Este control es indispensable en equipos GPS con aplicaciones en tiempo real.Estas operaciones, que en principio pueden parecer complicadas, las realiza el propio "firmware", de manera automática, en algunos receptores específicamente pensados

para este fin, como puede ser el ASHTECH DN-12. En el caso concreto de este receptor, el usuario solamente debe indicarle al receptor la precisión requerida, encargándose este de efectuar las correspondientes verificaciones y actuaciones para mantenerla.

La fotografía anterior muestra un receptor ASHTECH DN-12, con doce canales paralelos independientes con sistema de calibración, especialmente diseñado para efectuar aplicaciones DGPS en tiempo real.Cuenta con medida de fase de la portadora, los controles de calidad mencionados, varios formatos para los mensajes de corrección (RTCM SC-104 y ASHTECH), transformación de coordenadas, etc.

3.2. Transmisión de las correcciones

Las correcciones instantáneas calculadas por el receptor fijo son ficheros en formato ASCII. Estos ficheros, que se extraen por un «puerto» RS-232 (u otro tipo) en formato digital, deben ser previamente transformados a señal analógica, mediante un «modem», antes de poder ser enviados a través de un radiotransmisor, cable telefónico, teléfono celular, satélite de comunicaciones, etc., al receptor móvil.

Generalmente se emplean radiotransmisores porque son relativamente económicos y proporcionan mayor flexibilidad operativa que los otros medios.

El RTCM (Radio Technical Commission for Marine Services) ha desarrollado un formato estándar para el mensaje de correcciones de DGPS, llamado RTCM SC-104.Este mensaje es elaborado por el receptor fijo y contiene la siguiente información:

- Máximo retardo temporal con que pueden ser aplicadas las correcciones
- Número de identificación del satélite
- Corrección en metros para la pseudodistancia
- Variación en función del tiempo de dicha corrección
- Identificador de la versión de efemérides, inyectada al satélite por el segmento de control, empleada en el instante en el cual se determinaron las correcciones.
- Una estimación del error para el usuario

Además de este formato, algunos receptores disponen de un formato propio que puede ser utilizado en vez del RTCM SC-104.

El mensaje ASCII con las correcciones pasa a través de una RS-232 al «modem» y este se encarga de transmitirlo vía radio. En el receptor móvil, la operación se realiza al contrario. El radioreceptor recibe la señal analógica que, convenientemente transformada a formato digital por el «modem», es leída vía RS-232 por el receptor móvil, que a su vez efectúa la corrección a las pseudodistancias que está midiendo.

Empleando receptores VHF se ha logrado establecer enlace con éxito en distancias de hasta 80 km, aunque es recomendable emplear la banda UHF, más limpia, facilitando así la transmisión

La principal ventaja de emplear un «radio-modem», dejando aparte su bajo coste, es la facilidad con que se puede montar una estación fija.Las ventajas de utilizar un «radio-modem» como medio de transmisión para el mensaje de correcciones son claras, aunque deben tenerse en cuenta ciertos inconvenientes.

En primer lugar, es complicado conseguir la asignación legal de una frecuencia para potencias de emisión

superiores a 0,5 W. Dejando aparte la lentitud de los trámites, existe el inconveniente añadido de que estos sistemas generalmente se emplearán en todo el territorio nacional, con lo cual una frecuencia válida para una zona puede verse interferida en otra. De esta manera, no es inusual que la transmisión de correcciones se vea interrumpida por voces humanas, resultando conveniente disponer de otra frecuencia de servicio a la que automáticamente conmutarían los radiotransmisores en casos así. Lo ideal, por tanto, sería disponer de una frecuencia de uso exclusivo con cierta potencia de transmisión.

4. FUENTES DE ERROR

Dentro de las posibles fuentes de error cabe distinguir dos grupos.El primero está constituido por todos aquellos factores que alteran la precisión nominal del sistema GPS, o lo que es lo mismo, introducen errores en la medida de pseudodistancias a los satélites y en la multilateración inversa que produce las coordenadas.El otro grupo lo constituyen otra serie de factores ajenos al sistema GPS en sí.

4.1. Errores propios del sistema GPS

4.1.1. Errores aportados por los satélites

Errores debidos a la incorrecta marcha de los relojes de los satélites.

Los satélites de la constelación NAVSTAR van equipados con varios osciladores atómicos de gran estabilidad (el número y precisión de estos varía según el modelo de satélite). Por ello, teniendo en cuenta el caso que nos ocupa, en el que las observables son las pseudodistancias, el error aportado por este concepto puede considerarse nulo.

Error debido a la imprecisión con que se determina la situación de los satélites.

El segmento de control, desde la Tierra, efectúa el seguimiento de las órbitas seguidas por los satélites, determina una previsión de las mismas y se las envía con un error estimado en unos 4 m.

Este error absoluto se traduce en un error relativo.

Error relativo (ppm) = Error absoluto (mm)/Distancia media (km.)

Error relativo (ppm) = 4000 mm / 20.000 km = 0,2 ppm

Este error relativo se puede escribir también como 0,2 mm/km, lo cual quiere decir que por cada kilómetro que estén separados los dos receptores tendremos un error de 0,2 mm por la indeterminación de la órbita de los satélites.

4.1.2. Errores debidos a la propagación.

Cualquier radiación electromagnética que se propaga por el espacio experimenta un cambio de velocidad al variar el índice de refracción del medio que atraviesa. El índice de refracción está determinado por las características físicas del medio en cuestión y es función la longitud de onda de la radiación que lo atraviesa.

La radiación emitida por los satélites tiene que atravesar dos capas atmósfericas claramente diferenciadas: la ionosfera y la troposfera

El retardo troposférico es sencillo de modelar a través de los parámetros meteorológicos tomados en superficie o de uno de los modelos existentes. La modelación de la ionosfera es mucho más complicada.

Por ello, los satélites emiten en dos frecuencias convenientemente elegidas, las denominadas L1 y L2, que sufren un retardo distinto al atravesar la ionosfera. En función de esta diferen-

cia de propagación puede determinarse el error de retardo ionosférico.

Ahora bien, cuando se emplean receptores de una sola frecuencia, como es el caso que nos ocupa, debemos asumir este error. Por otra parte, en las aplicaciones DGPS en tiempo real no suelen tomarse parámetros meteorológicos en superficie, ya que uno de los receptores está continuamente moviéndose, y por tanto también deberemos asumir el error de retardo troposférico.

De todas formas, al ser más o menos parecidos, dependiendo de la distancia, para el receptor fijo y el móvil, al efectuar un levantamiento diferencial los estaremos eliminando en gran medida, afectando solamente de manera residual.

Error residual por el retardo troposférico.

Puede estimarse en 4 mm/km.

Error residual por el retardo ionosférico.

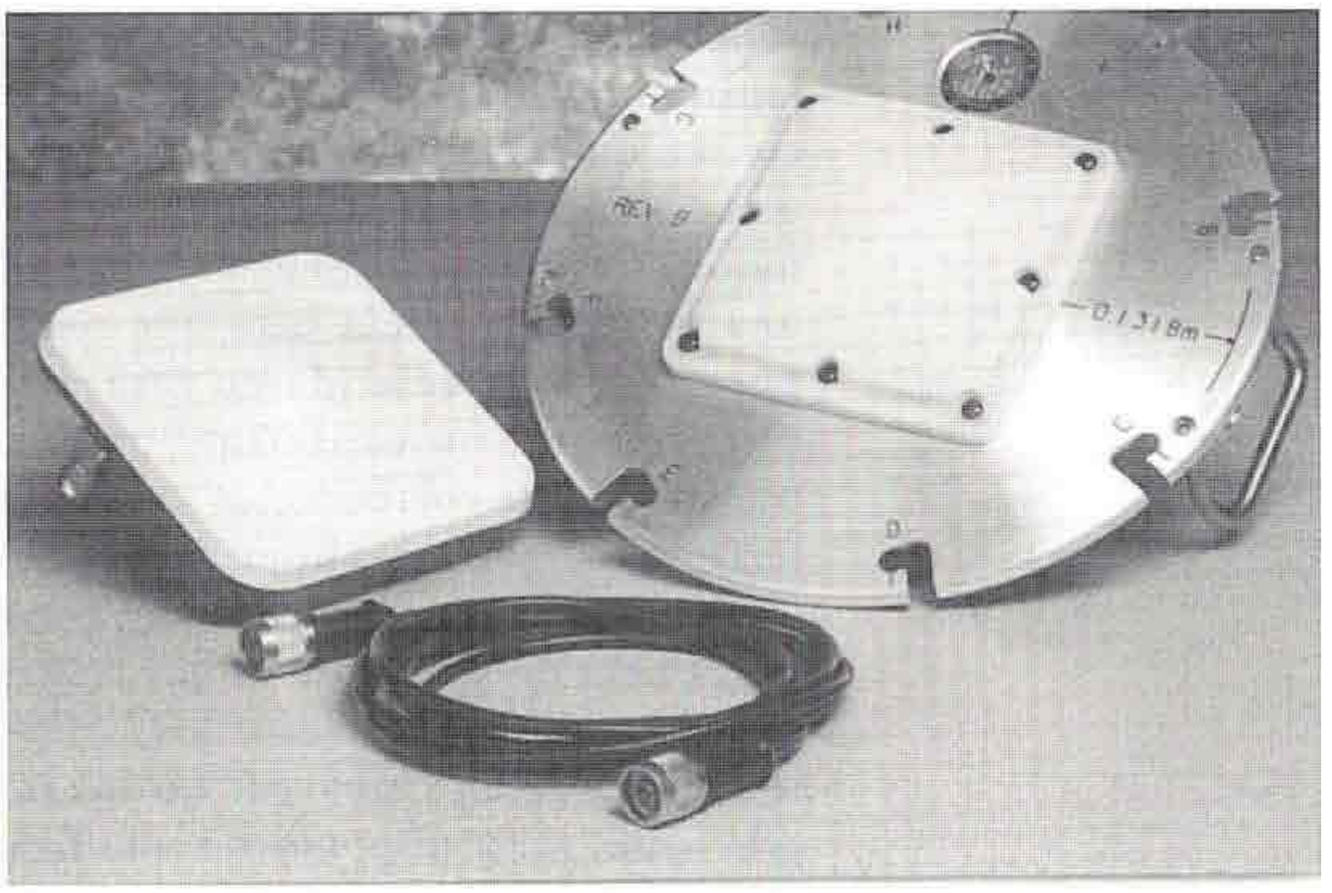
Se acepta un valor de 10 mm/km.

Error debido al efecto multicamino.

El efecto multicamino, o "multipath", se produce por recibir la antena, además de la radiación directa de los satélites, la reflejada por el entorno.Este error es de suma importancia en este tipo de aplicaciones ya que puede elevarse hasta 1 m.

Aunque este fenómeno depende fundamentalmente del entorno del punto de observación, puede paliarse en parte empleando antenas de calidad, especialmente diseñadas y con plano de tierra. Empleando este tipo de antenas, el efecto multicamino puede reducirse en gran medida.Aún así, para la estimación se adoptará un valor medio de 0,5 m.

En la fotografia aparecen distintos tipos de antena para diferentes aplicaciones de los receptores.



4.1.3. Errores debidos al receptor

Tanto la limitación que representa el reloj de cuarzo del receptor como la discriminación en la longitud de onda (aproximadamente un 1%) se suelen englobar en el denominado "ruido del receptor".

En receptores monofrecuencia con código C/A solamente, el "ruido" puede cifrarse en 1,6 m aproximadamente.

Ahora bien, este valor puede reducirse notablemente empleando receptores con código C/A y medida de fase de la portadora. La medida de fase y cuenta de ciclos de la portadora no nos sirve, en este caso, para medir la distancia a los satélites, ya que desconocemos el número entero de longitudes de onda al comienzo de la recepción o "ambigüedad", pero sí efectuar lo que se conoce como medida de pseudodistancias suavizadas con fase o "smoothing". De manera sencilla, esta operación consiste en comparar la variación de pseudodistancias a cada uno de los satélites con la variación de longitudes de onda y de fase de la portadora y efectuar la consiguiente corrección o "smooth". En sentido figurado podría decirse que la distancia absoluta al satélite la me-

dimos con la "cinta grosera" que nos proporcionan los códigos (300 m de longitud de onda aproximadamente para el C/A) y corregimos las variaciones que se producen en esta por efecto del acercamiento o alejamiento del satélite, con la "cinta precisa" que supone la portadora L1 (20 cm aproximadamente).

El proceso de "smoothing" tiene una ventaja adicional, ya que, al efectuarse la media de las correcciones, el "ruido" adopta un valor al comienzo de la medición de las pseudodistancias y va mejorando a lo largo de la observación, y además lo hace proporcionalmente a la raíz cuadrada de los "smoothing" realizados. Si, por cualquier circunstancia, se pierde por un instante el seguimiento de los satélites, el "ruido" vuelve a adoptar su valor inicial, comenzando de nuevo el "smoothing".

En este tipo de receptores, que efectúan medidas de pseudodistancias suavizadas con observación de la portadora, el "ruido" del receptor se reduce a 0,5 m e incluso menos, pero se adoptará este valor, de una manera pesimista, al hacer la estimación del error total.

4.1.4. Errores debidos a la geometría de la constelación de satélites

Al efectuarse la determinación de coordenadas mediante una multilateración inversa con referencia en los satélites, la distribución de estos sobre el horizonte ha de tenerse en cuenta.

Para ello se emplean unos factores, denominados DOP (Dilution Of Precision = adulteración de la precisión), que están en función de la geometría de la constelación sobre el horizonte del punto considerado y cuyo valor mínimo es uno, aumentando con el empeoramiento de la constelación.

Hay cinco factores DOP:

- PDOP: cuantifica lo que la geometría de la constelación afecta a la determinación de la posición (latitud, longitud y altitud)
- HDOP: lo mismo respecto a las componentes horizontales (latitud y longitud)
- VDOP: igual pero con la componente vertical (altitud)
- TDOP: cuantifica lo que la geometría de la constelación afecta a la transmisión de tiempo
- GDOP o DOP general: componente cuadrática del PDOP y TDOP.

Hasta ahora, solamente se había hecho referencia a los errores cometidos en la medida de pseudodistancias. Pues bien, el error cometido en la determinación de las tres coordenadas se calcula multiplicando el PDOP por el error total cometido en la medida de pseudodistancias.

Error en coordenadas = PDOP x
x Error en pseudodistancias

4.1.5. Influencia de la SA (Selective Availability = disponibilidad selectiva)

El Departamento de Defensa de USA, considerando excesiva la precisión que el sistema GPS estaba dando en el posicionamiento absoluto para usuarios civiles y militares del "otro bando", estimó oportuno reducir esta introduciendo la SA.

La SA consiste en degradar la precisión de las efemérides radiodifundidas (unos 100 m), así como la transmisión de tiempo, aunque el efecto de esto último puede considerarse nulo para el tipo de sistema DGPS básico.

El error relativo por este concepto, a 20.000 Km de distancia, supone 5 ppm.

4.1.6. Error total

Suponiendo una distancia entre receptores de 15 km con un PDOP 2 el error resultante sería:

C/A e = 1,88 · 2 = 3,76 m

C/A + port. e = 0,88 · 2 = 1,76 m

Estos errores corresponden a observaciones aisladas.Si en un punto se registraran más épocas, la precisión mejoraría.

A continuación se muestra, mediante dos gráficos, la variación que experimenta el error en función de la distancia y, por otra parte, la influencia que el PDOP ejerce en el error.

Atendiendo al gráfico 1, y teniendo en cuenta la estimación un tanto pesimista que se ha hecho de los errores, se puede afirmar que el sistema DGPS con pseudodistancias del código C/A da una precisión de 2-6 m, mientras que si se efectúa medida de fase de la portadora, ésta mejora hasta 1-3 m.

El gráfico 2 está calculado para una distancia de 10 km. Al tener, los receptores con código C/A solamente, un error inicial mayor, las coordenadas determinadas por ellos son más sensibles a las variaciones de la geometría de la constelación.

FUENTE DE ERROR	CÓDIGO C/A	CÓDIGO C/A Y PORTADORA
Errores del satélite – Reloj – efemérides	 0,0 m 0,2 mm/km	 0,0 m 0,2 mm/km
Atmósfera – troposfera – ionosfera	 4,0 mm/km 10,0 mm/km	 4,0 mm/km 10,0 mm/km
Efecto multicamino	0,5 m	0,5 m
Ruido del receptor	1,6 m	0,5 m
SA – reloj del satélite – efemérides	 0,0 m 5,0 mm/km	 0,0 m 5,0 mm/km
TOTAL (Componente cuadrática)	± (1,7 m + 12 mm/km)	± (0,7 m + 12 mm/km)

Por ello, es necesario una rápida actualización y transmisión de dichas correcciones. En el caso de que se interrumpiera la comunicación por radio, el receptor móvil seguiría aplicando las últimas correcciones recibidas hasta que se reestableciera la comunica-

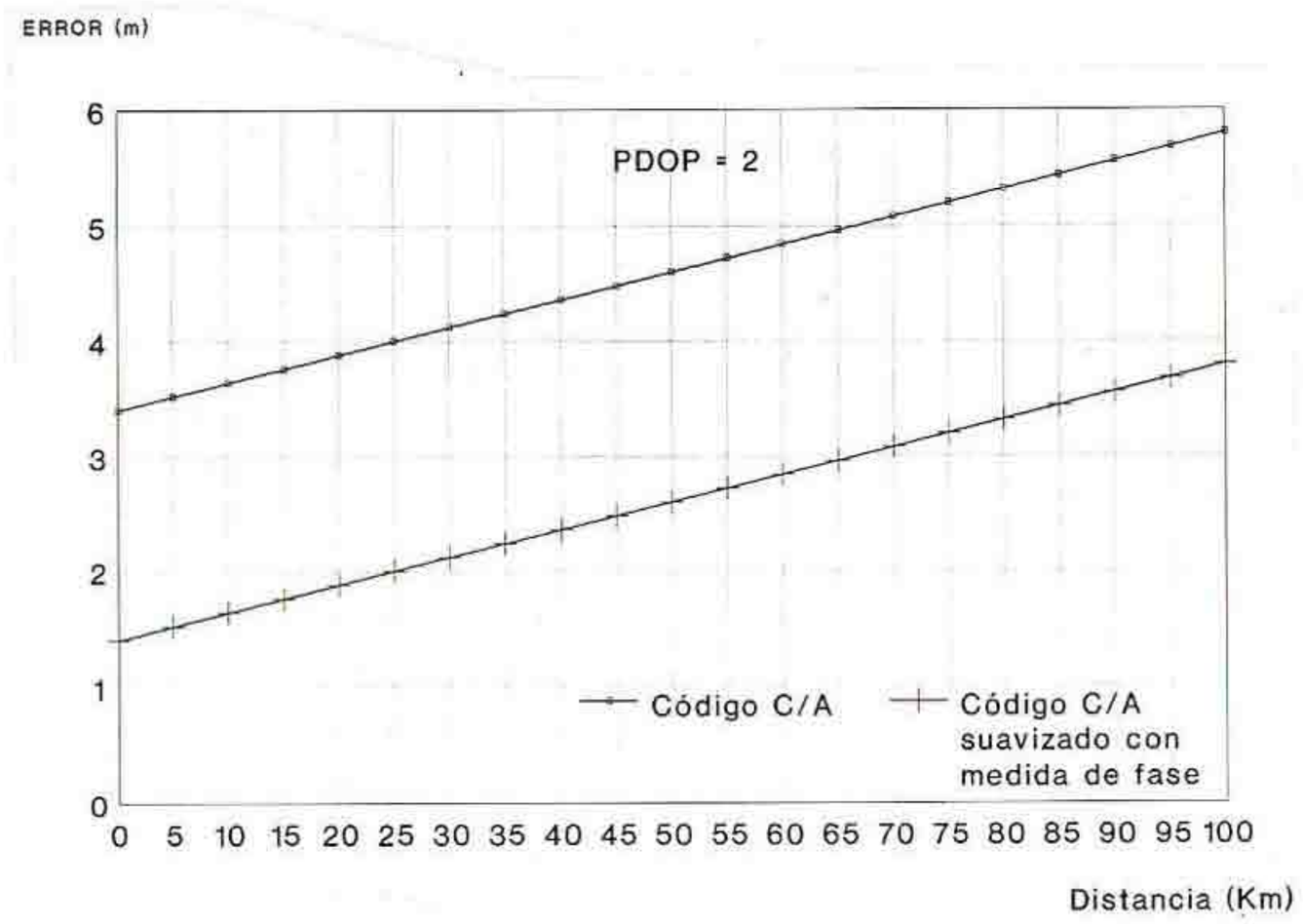


Gráfico 1. Variación del error en función de la distancia

4.2. Errores ajenos al sistema GPS

Aparte de los errores propios del sistema GPS cabe mencionar otros aspectos que pueden degradar la precisión final.

Antigüedad de las correcciones enviadas

Las correcciones a efectuar a las pseudodistancias no son constantes, estas varían en función del tiempo, experimentando una variación de aproximadamente 1 m/hora.Este valor depende de la degradación aplicada por la SA y no es fijo.

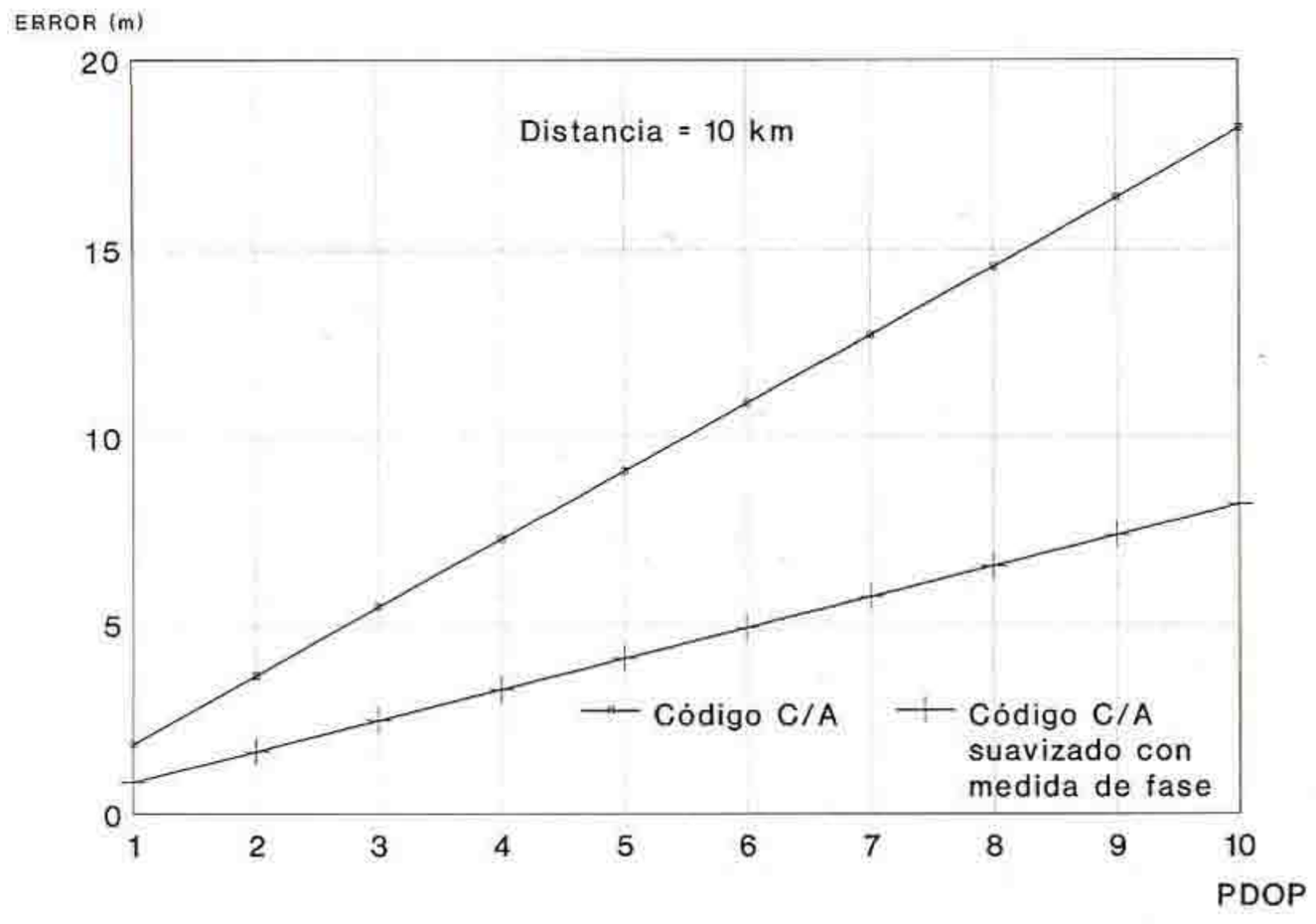


Gráfico 2. Variación del error en función del PDOP

ción, con el error que ello conlleva. Un receptor diseñado especificamente para DGPS en tiempo real, debe estar capacitado para efectuar el control de la antigüedad de las correcciones e informar en caso de que no permitan obtener la precisión requerida.

Falta de sincronización entre GPS y los otros sistemas

La información que aporta el GPS debe estar correctamente sincronizada con la que emiten los distintos componentes sensores del sistema.El grado de sincronización necesario vendrá determinado principalmente por dos factores:

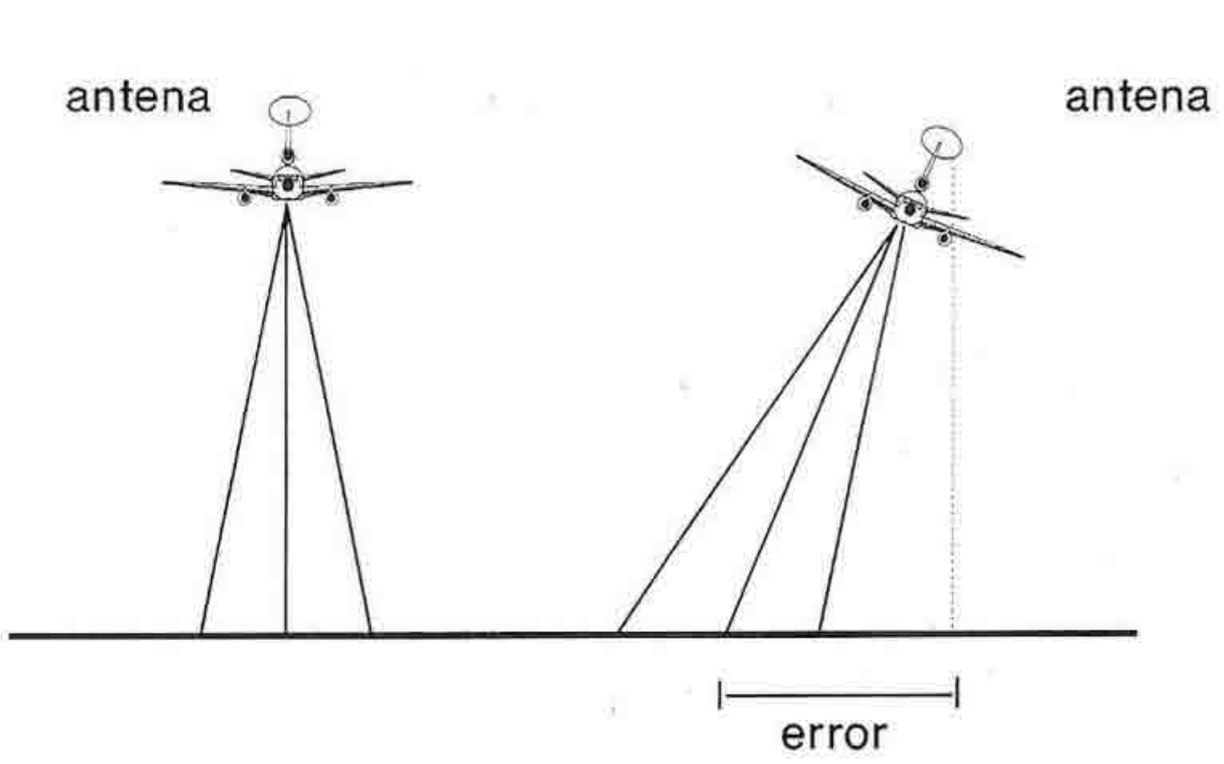


Figura 1

- velocidad a la que se desplaza el receptor móvil
- precisión que se pretende conseguir.

Por ejemplo, una falta de sincronización de una décima de segundo entre el GPS y la ecosonda en un levantamiento batimétrico, bien porque los equipos no estén bien sincronizados o porque haya un retardo en la grabación de los datos, podrá ser en muchos casos despreciable teniendo en cuenta la velocidad del barco y la precisión que se suele exigir en este tipo de levantamientos.No en todos los casos será así.

Ahora bien, ese mismo retardo de una décima de segundo, cuando se quiere dotar de coordenadas a un escáner montado en un avión que vuela a 200 km/h supone un error de casi 6 m, que será admisible o no, dependiendo de la precisión buscada.

Actualmente, algunos receptores son capaces de emitir un pulso sincronizado con el tiempo GPS y de recibirlos a su vez, de otros equipos, quedando así etiquetada la toma o medición en el sistema de tiempo GPS con precisión mejor que el milisegundo.

Falta de coincidencia entre la antena y el punto a considerar

El DGPS en tiempo real proporciona las coordenadas instantáneas del centro radioeléctrico de la antena del receptor móvil. Por tanto, este deberá estar perfectamente referido a la ecosonda, escáner, cámara, etc.

Generalmente, la antena se instala en la vertical del elemento sensor, de tal manera, que sólo es necesario aplicar una corrección a la altitud dada por el GPS igual a la distancia que separa a la antena del móvil y al elemento sensor.

Por otra parte, al no coincidir los dos centros, el de la antena y el del sensor, cualquier giro que no sea respecto al eje vertical va ha suponer un error, como se puede ver en la figura 1, la cual está exagerada para resultar más ilustrativa. Por otra parte, las cámaras y escáners cuentan con estabilizadores.

Transformación de coordenadas.

Es importante que los resultados dados en tiempo real por el GPS estén en el mismo sistema de referencia que la cartografía que se esté empleando.

Los receptores de GPS proporcionan coordenadas geográficas en el elipsoide WGS 84 y altura sobre el mismo.En España se utiliza el elipsoide de Hayford con punto fundamental en Postdam y altitudes ortométricas.

Los receptores sulen incluir una transformación entre ambos sistemas, no completamente rigurosa, pero perfectamente válida para las precisiones que se manejan en este tipo de sistema.

En caso de que el receptor no incluyese esta transformación, habría que efectuarla de otro modo.

5. POSIBLES APLICACIONES DE UN EQUIPO BASICO DGPS EN TIEMPO REAL

Un instrumento capaz de proporcionar coordenadas instantáneas de un móvil a lo largo de una trayectoria, con precisión métrica, tiene múltiples aplicaciones, tanto cartográficas como en aspectos más cotidianos, por ejemplo:

- Aplicado a una ecosonda, batimetrías.
- Teledetección, junto a un escáner.
- Establecimiento rápido de la traza de una obra longitudinal, en fase de proyecto.
- Seguimiento de flotas de vehículos .
- En equipos de auscultación de carreteras.
- Localización y valoración instantánea de siniestros.
- Todo tipo de navegación: marítima, aérea y terrestre.

Hay otros campos, como la actualización de cartografía y la alimentación de sistemas de información geográfica, que no requieren que la operación se realice en tiempo real, simplificándose así el proceso, en los que el DGPS supone una herramienta indispensable.

6. CONCLUSIONES

Un sistema básico de GPS diferencial en tiempo real, como complemento a otros sistemas, constituye una herramienta de enorme potencial, por la información que ofrece, precisión de esta y automatismo que aporta en el proceso de obtención de datos.

La excelente precisión que ofrece un DGPS se ve degradada por diversos factores.Es indispensable, antes de adquirir unos receptores, efectuar un estudio que permita seleccionar el tipo de receptor, prestaciones del mismo, tipo de antena, equipo de transmisión, etc., que se ajuste, de manera real, a los requisitos de precisión necesarios.

Cuando se requieren precisiones mejores que 2 m debe recurrirse, ineludiblemente, a receptores que efectúen medida de fase de la portadora.

REFERENCIAS

- Xinhua Qin, Sergei Gourevitch and MarK Kuhl; *"Very Precise Differential GPS-Development Status" and Test Results"*. ASHTECH
- B. Eisfeller, J.M. Fraile, A. Lissner; DIRES *"A High Precision DGPS Referente Station."*
- Alfonso Nuñez, José Luis Valbuena y Jesús Velasco; *"GPS. La Nueva Era de la Topografía."*
- R. Ferrer, A. Nuñez, B. Piña, J.L. Valbuena, G. Bada; *"Curso de Geodesia y GPS de doctorado."* Departamento de Ingenieria Geográfica y Técnicas de Expresión Gráfica. E.T.S de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.Universidad de Cantabria.
- Real-Time Difeferential GPS with ASHTECH XII; ASHTECH INC.
- Thomas Bobbe; *"Real Time Differential GPS for aerial surveying and remote sensing."*
- P. Frie B, J.Lindenberger; *"Kinematic GPS for airborne sensor positioning"; "Desarrollo y aplicaciones del sistema de posicionamiento global (GPS)"* JORNADA TECNICA: Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección.

"LA TIENDA VERDE"

C/. MAUDES N.º 38 - 28003-MADRID
TELS.: 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 MURALES.
- MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES.
- FOTOGRAFIAS AEREAS.
- CARTAS NAUTICAS.
- GUIAS EXCURSIONISTAS.
- GUIAS TURISTICAS.
- MAPAS MONTAÑEROS.

"VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA"
"SOLICITE CATALOGO"

VIDA PROFESIONAL

Durante los pasados días 3, 4, 5 y 6 de mayo, organizado por la Delegación Regional de Aragón del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía se ha celebrado en Zaragoza, en colaboración con el Instituto Geográfico Nacional, un Curso de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), con el siguiente programa:

- Técnicas topográficas globales
- Técnicas de geodesia espacial
- Sistemas de referencia
- Sistemas de tiempo
- Posicionamiento desde el espacio
- El sistema GPS
- Receptores GPS
- Ecuaciones de observación GPS
- Transformación de coordenadas
- Ajuste de redes
- Topografía con GPS
- Aplicaciones topográficas del sistema GPS
- GPS diferencial
- Control y seguimiento de plataformas móviles
- Aplicaciones forestales del GPS
- GPS en el IGN
- GPS y Modelos Digitales del Terreno
- GPS y Sistemas de Información Geográfica

El curso se dividió: en dos días y medio de clases teóricas, a cargo de un plantel de profesores pertenecientes al IGN, a la Universidad de Navarra y a empresas particulares, y día y medio de clases prácticas, impartidas por las firmas comerciales TOPCON S.A.E. y GERMAN WEBER S.A.

Gracias a la colaboración de todos ellos, y de la Caja de Ahorros de la Inmaculada, el curso ha resultado provechoso para los colegiados asistentes y un éxito para el C.O.I.T.T.

* * * * * *

El vocal de la Delegación de Madrid-Castilla-La Mancha del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, D. Antonio Garrido López-Amor, nos proporciona amplia información, que resumimos, sobre la celebración en el Hotel Meliá-Castilla de Madrid, los días 12 y 13 de marzo, del I Foro Ibérico de las Ingenierías y Arquitectura Técnicas Hispano-Portuguesas.

Los actos dieron comienzo el día 12 a las 10 horas con la Apertura de Sesiones realizada por el Presidente de INITE, el Presidente de APET, un representante del Embajador de Portugal y el Secretario de Estado de Industria de Portugal y el Secretario de Estado de Industria de Portugal.

A continuación se celebró la primera conferencia, titulada "Desarrollo de las infraestructuras de comunicación y transporte entre España y Portugal", dictada por D. Antonio Llardén Carratalá, Subsecretario del M.O.P.T., que hizo un corto resumen del desconocimiento mutuo existente entre los dos países ibéricos, el cual comienza a desaparecer gracias a la integración de ambos en la Comunidad Europea.

Dió cifras que revelan la importancia actual del mercado hispano-portugués, comentando posteriormente el Plan Director de Infraestructuras (PDI), que intenta conseguir la aproximación de nuestros países al centro de la Comunidad Europea.

A las 11 h 45 m se celebró una mesa redonda sobre el nivel de formación y las atribuciones en las Ingenierías y la Arquitectura de primer ciclo en Europa, en la que quedó clara la importancia de la realización de prácticas tuteladas durante un tiempo, al acabar los estudios académicos, los cuales tienden a ser, en todos los países, de Primer Ciclo, con 270 créditos. Se habló de las atribuciones, que varían notablemente de un país a otro, siendo citados como ejemplo los Geómetras Italianos, que están capacitados para la realización de proyectos de Casas Modestas, y otras actividades.

A las 16 h 45 m el Sr. Presidente de la Comisión de Industria, Obras Públicas y Servicios del Congreso de los Diputados, D. José Félix Sanz Lorenzo, dió una conferencia sobre los efectos de la crisis económica en Europa y el desarrollo tecnológico en la Península Ibérica. Realizó un pequeño resumen histórico en el que enlazaba la crisis de la década de 1970 con la actual, al no afrontar España la reconversión industrial en la época adecuada. También afirmó, que esta crisis es pasajera y que las naciones que estén mejor situadas tecnológicamente, conseguirán superarla más rápidamente.

A las 17 h 15 m dio comienzo una mesa redonda sobre la situación de los Ingenieros Técnicos en Europa. El primer ponente fue D. Diego López Garrido, catedrático de Derecho Administrativo, el que, entre otras cosas, afirmó que esta década es la de los Ingenieros Técnicos, capaces de conseguir la revolución tecnológica, para la que están capacitados. El segundo ponente fue D. José Javier Medina Muñoz, Secretario General del Comité Español de FEANI, el cual expuso, qué es la FEANI, una asociación no gubernamental que representa a 22 países europeos y que engloba a todos los ingenieros del continente, ya sean sus estudios de 270, 360 o 450 créditos, y con sufiente peso específico tanto dentro como fuera de la Comunidad.

El sábado día 13, de 9 h 15 m a 12 h 15 m, se realizaron varios grupos de trabajo sobre los siguientes temas:

GRUPO A	Colaboración entre Ingenieros Técnicos Hispano-Portugueses
GRUPO B	Ingreso de los Ingenieros Técnicos Portugueses en FEANI.
GRUPO C	Extensión de actividades a Iberoamérica y a países africanos con influencia ibérica.
GRUPO D	Reunión de Directores de Escuelas de Ingenieros Técnicos y Arquitectos Técnicos españoles y portugueses.
GRUPO E	Construcción, Edificación de Obras Civiles
GRUPO F	Melomecánica, Industria.
GRUPO G	Electrotécnia, Electricidad.
GRUPO H	Electrónica, Telecomunicación.
GRUPO I	Agrícola, Forestal.

A las 13 h comenzó la última conferencia, que sobre el tema de la posición del Ingeniero Técnico en las Administraciones Públicas, dió el Secretario de Estado para las Administraciones Públicas, D. Justo Zambrana Pineda. En ella, el conferenciante habló de la Ley de Atribuciones de Ingenieros Técnicos, su gestación, las presiones recibidas desde otros estamentos durante su proceso y su estado actual,

terminando con el recordatorio de que, en teoría, en la Función Pública la valía deberá darla la persona, no el título académico que ostenta. Al final de esta conferencia, se clausuró este I Foro, al que sólo podemos achacar un defecto, la carencia de traducción simultánea, lo que ocasionó el que, en algunos momentos, pareciera había dos reuniones paralelas.

* * * * * *

El Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía ha celebrado en Madrid el pasado día 24 de abril los ya tradicionales, actos conmemorativos de la festividad de San Isidoro, Patrón de los Ingenieros Técnicos en Topografía.

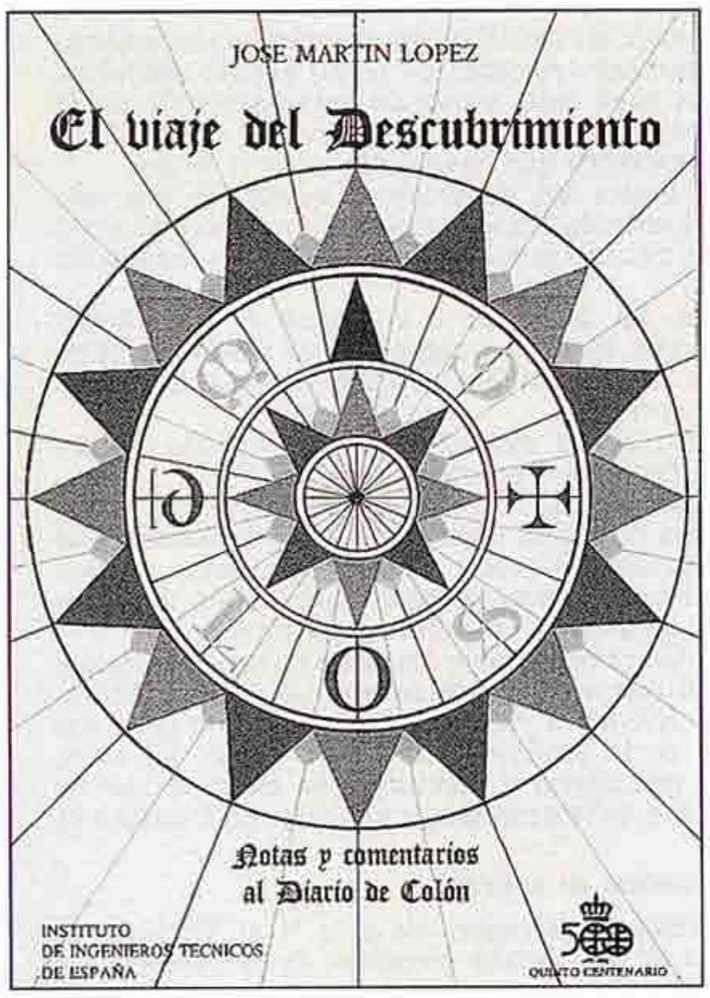
La celebración se inició con una misa, en la Iglesia de San Bruno, en recuerdo de los compañeros fallecidos, en la que cantó, con su prodigiosa voz, nuestro compañero Julio Diéguez.

A continuación, los asistentes se trasladaron al Museo Español de Arte Contemporáneo donde, tras unas palabras de salutación del Decano del Colegio, se procedió a la entrega de una placa a los siguientes colegiados, jubilados durante el pasado año: D. José María Iribas Jaén, D. Manuel Jalón Vallejo, D. Isidro Gómez Laguna, D. Eugenio San Juan Acevedo, D. Francisco Corada Romero, D. Alfredo Chamero Blanco y D. Enrique de los Ríos Menéndez.

También se hizo entrega de una placa, como homenaje especial, a D. Alfonso Mora Palazón, en agradecimiento a su larga y fructífera dedicación como miembro de la Junta de Gobierno del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, interrumpida, esperamos que temporalmente, este año.

Acto seguido, los asistentes fueron obsequiados con un bien servido cóctel, el cual fue amenizado musicalmente por la Tuna de la E.U.IT.T. de Madrid.

BIBLIOGRAFIA



Reseñamos con satisfacción el último libro publicado por nuestro eminente compañero, profesor de la E.U.I.T.T. de Madrid y asiduo colaborador de esta revista, JOSE MARTIN LOPEZ, titulado "EL VIAJE DEL DESCUBRIMIENTO (NOTAS Y COMENTARIOS AL DIARIO DE COLON)", en el que, con su ameno y elegante estilo literario, hace una introducción al Diario del descubridor de América en la que nos describe tanto los navíos como las cartas, unidades de medida e instrumentos de navegación de la época, así como reproduce literalmente las Capitulaciones de Santa Fe. El texto del Diario está anotado con las opiniones y deducciones del autor derivadas de la minuciosa comparación y estudio de su contenido, característica que hace más valiosa esta edición.

El libro ha sido editado, en colaboración, por la Sociedad Quinto Centenario y el Instituto de Ingenieros Técnicos de España (INITE), al que pertenece el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía. Las personas interesadas en su adquisición, pueden dirigirse al C.O.I.T.T., donde está a la venta al precio de 2.200 pesetas más gastos de envío y 1.500 pesetas para los Colegiados.

GEOSECMA®

GEOSECMA – Sistema Topografía y Obra Civil

Colectores Campo | Topografía | OP Geomet | Obra Civil | Módulo Red

Dibujo | Ajuste Redes | MDT Curvados | GPS | CAD GIS

El sistema de software GEOSECMA consta de un paquete de Topografía y un paquete opcional de Ingeniería Civil. Todos los módulos de aplicación utilizan un banco de datos común a la red. Las aplicaciones han sido divididas en módulos, a fin de simplificar el trabajo con GEOSECMA. GEOSECMA posee también facilidades incorporadas para gráficos interactivos internos y trazado. Amplios lazos CAD permiten al usuario transferir datos entre los bancos de datos y los programas de CAD. La parte de agrimensura de GEOSECMA se compone de módulos para control de tierras, topografía y ajuste de redes.

DISTRIBUIDO EN EXCLUSIVA POR:

SERVICIOS TOPOGRAFICOS

LA TECNICA, S. A.

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

LEGISLACION

MINISTERIO DE RELACIONES CON LAS CORTES Y DE LA SECRETARIA DEL GOBIERNO

REAL DECRETO 1665/1991, de 25 de octubre, BOE n.º 280, por el que se regula el sistema general de reconocimiento de los títulos de Enseñanza Superior de los Estados miembros de la Comunidad Económica Europea que exigen una formación mínima de tres años e duración.

La Directiva 89/48/CEE, del Consejo de las Comunidades Europeas, establece un sistema general de reconocimiento mutuo de los títulos de Enseñanza Superior que acreditan una formación mínima de tres años de duración e indica en su artículo 12 que los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para dar cumplimiento a lo que en ella se dispone.

Es necesario, en consecuencia, aprobar las normas que permitan aplicar en España lo previsto en la indicada Directiva, teniendo en cuenta que su regulación afecta únicamente a los nacionales de un Estado miembro que se propongan ejercer por cuenta propia o ajena una profesión que haya sido regulada en el Estado miembro de acogida.

Las normas de transposición que ahora se aprueban permitirán suprimir los obstáculos que existen actualmente para la libre circulación en el ámbito comunitario de los ciudadanos de los países miembros que están en posesión de los títulos que han quedado indicados, y favorecerán su movilidad, de acuerdo con lo previsto en el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea.

Por consiguiente, con carácter general, el que esté en posesión de cualificaciones profesionales adquiridas en otro Estado miembro que sean análogas a las que se exigen en nuestro país para ejercer una profesión podrá acceder a ella en las mismas condiciones que quienes hayan obtenido un título español. Tan sólo cuando la formación adquirida en otro Estado comunitario no se corresponda con la exigida por las disposiciones nacionales para ejercer la profesión, o ésta abarque en España actividades que no estén comprendidas dentro del ámbito de la que resulte equivalente en el país de origen, se podrá evaluar la aptitud del profesional formado en otro país para adaptarse al nuevo entorno mediante los oportunos mecanismos de compensación.

Finalmente, debe tenerse en cuenta que la libre circulación de quienes ejerzan actividades que tengan el carácter de trabajo por cuenta ajena sólo será plenamente aplicable en España a partir del 1 de enero de 1992, de acuerdo con lo previsto en los artículos 55 al 59, ambos inclusive, del Acta relativa a las condiciones de Adhesión a las Comunidades Europeas, y en el Reglamento aprobado el 25 de junio de 1991 por el Consejo, relativo al período transitorio aplicable a la libre circulación de trabajadores entre, por una parte, el Reino de España y Portugal, y por otra, los demás Estados miembros de la Comunidad.

En su virtud, a propuesta de los Ministros de Justicia; Economía y Hacienda; Obras Públicas y Transportes; Educación y Ciencia; Trabajo y Seguridad Social; Industria, Comercio y Turismo; Agricultura, Pesca y Alimentación; para las Administraciones Públicas; de Sanidad y Consumo, y de Asuntos Sociales, previo informe de los Consejos Generales de los Colegios profesionales afectados, de acuerdo con el Consejo de Estado y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día 25 de octubre de 1991,

DISPONGO:

Conceptos básicos

Artículo 1.º A los efectos del presente Real Decreto se entenderá por:

a) Título: Cualquier título, certificado u otro diploma o conjunto de los mismos, expedido por una Autoridad competente en un Estado miembro, que acredite que el titular ha superado un ciclo de estudios postsecundarios de una duración mínima de tres años en una Universidad, en un Centro de Enseñanza Superior o en otro Centro del mismo nivel de formación y que posee las cualificaciones profesionales requeridas para acceder a una profesión regulada en dicho Estado miembro, siempre que la formación haya sido adquirida principalmente en la Comunidad o el titular tenga una experiencia profesional de tres años acreditada por el Estado miembro que haya reconocido el título.

Se equipararán a los títulos los documentos expedidos por una Autoridad competente del referido Estado, reconocidos como de nivel equivalente en ese Estado, cuando sancionen una formación adquirida en la Comunidad.

b) Profesión regulada: La actividad o conjunto de actividades profesionales para cuyo acceso, ejercicio o alguna de sus modalidades de ejercicio se exija directa o indirectamente un título y constituyan una profesión en un Estado miembro.

c) Experiencia profesional: El ejercicio efectivo y lícito en un Estado miembro de la profesión que se trate.

d) Período de prácticas: El ejercicio en España durante un plazo máximo de tres años de una profesión regulada bajo la responsabilidad de un profesional cualificado designado por el Ministerio al que corresponda la relación con la correspondiente Corporación o, en su caso, Institución, una vez oída ésta y a instancia del interesado.

e) Prueba de aptitud: Un examen sobre los conocimientos profesionales del solicitante, en el que se evaluará su aptitud para ejercer la profesión en España. Se referirá a materias cuyo conocimiento sea esencial para el ejercicio de la profesión en España y que no estén cubiertas por la titulación que aporte el solicitante. Se podrá incluir en dicha prueba el conocimiento de la deontología aplicable en España a la profesión respectiva.

Ambito de aplicación

Art. 2.º 1. Las normas establecidas en este Real Decreto se aplicarán a los nacionales de un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea que, estando en posesión de un título obtenido en un Estado de la indicada Comunidad, pretendan ejercer en España por cuenta propia o ajena una profesión regulada, para la que se requiera una formación superior mínima de tres años.

2. También se regirá por lo establecido en este Real Decreto la acreditación por parte de las Autoridades españolas de que los nacionales de un Estado miembro han adquirido en España una formación superior de tres años como mínimo que faculte para ejercer una profesión regulada en otro Estado miembro.

3. No se aplicará este Real Decreto a las profesiones que hayan sido objeto de una Directiva que establezca entre los Estados miembros un reconocimiento mutuo de títulos.

4. En las materias a que se refiere la Directiva que es objeto de transposición se estará a lo dispuesto en la misma, y en las normas que para su cumplimiento se establecen en el presente Real Decreto.

Art. 3.º A los efectos de lo dispuesto en este Real Decreto:

a) Tienen la condición de profesiones reguladas aquellas que se relacionan en el anexo I.

b) Se especifican en el anexo III los Ministerios con los que se relacionan los títulos que dan acceso a las profesiones reguladas, que se enumeran.

c) Se especifican en el anexo IV los Ministerios a los que corresponde la relación con las distintas profesiones en el ámbito de competencias de la Administración del Estado.

Reconocimiento de títulos

Art. 4.º 1. Se reconocen en España, para el acceso a las actividades de una profesión regulada, con los mismos efectos que el correspondiente título español, los títulos obtenidos en los Estados miembros que faculten para ejercer en ellos esa misma profesión.

2. Si en el Estado miembro que haya expedido los títulos acreditativos de la formación superior mínima de tres años no se regula la profesión, únicamente se reconocerá el derecho al ejercicio profesional cuando el solicitante haya ejercido a tiempo completo la indicada profesión durante dos años en el curso de los diez años anteriores en uno de los Estados miembros que no tengan regulada tal profesión y esté en posesión de uno o varios títulos de formación que le hayan preparado para el ejercicio de dicha profesión.

Art. 5.º Tan sólo si concurren las circunstancias especiales que a continuación se precisan podrá además exigirse para el reconocimiento de los títulos a los que se refiere el artículo anterior lo siguiente:

a) Superar una prueba de aptitud, cuando se pretendan ejercer por el solicitante las profesiones relacionadas en el anexo II, que exigen un conocimiento preciso del Derecho español y en las cuales un elemento esencial y constante del ejercicio de la actividad profesional es la asesoría y/o asistencia relativas al Derecho español.

b) Someterse a una prueba de aptitud o realizar un período de prácticas, a elección del solicitante, en aquellos casos que la formación recibida por él comprenda materias sustancialmente diferentes de las cubiertas por el título español requerido, o cuando la correspondiente profesión abarque en España una o varias actividades profesionales que

no existan en esa misma profesión en el país de origen, y esta diferencia se caracterice por una formación específica exigida en las disposiciones españolas aplicables, y se refiera a materias sustancialmente diferentes de las cubiertas por los títulos que presente el solicitante.

Art. 6.º 1. La prueba de aptitud deberá tomar en consideración el hecho de que el solicitante es un profesional cualificado y se referirá a las materias que haya que elegir de entre las que figuren en una lista que elaborará el Ministerio a quien corresponda nombrar la Comisión de Evaluación, de acuerdo con el que resulte afectado de los que se relacionan en el anexo III, basándose en la comparación entre la formación exigida en España y la recibida por el solicitante. En dicha lista figurarán aquellas materias que no estén cubiertas por la titulación que presente dicho solicitante.

2. Los miembros de la Comisión de Evaluación de la prueba de aptitud serán nombrados al efecto por los Ministerios que se relacionan en el anexo IV, de acuerdo con los Ministerios que se especifican en el anexo III que resulten afectados.

3. Formarán parte de la Comisión de Evaluación representantes de los Ministerios que se relacionan en los anexos IV y III, designados previa consulta a las Corporaciones o, en su defecto, Instituciones correspondientes.

4. El solicitante que decida prepararse para la prueba de aptitud en España lo pondrá en conocimiento de la respectiva Corporación o, en su defecto, Institución, al objeto de poder utilizar los medios de formación de que dispongan en similares condiciones o las de sus colegiados o asociados.

Art. 7.º 1. En el período de prácticas se desarrollará un programa cuyas modalidades, duración y evaluación se determinarán por el Departamento Ministerial competente de los que se relacionan en el anexo IV, de acuerdo con el que resulte afectado de los señalados en el anexo III.

2. Durante dicho período de prácticas se garantizará la asistencia sanitaria por el régimen de la Seguridad Social cuando el profesional sea titular o beneficiario en su propio país de dicho régimen, aplicándose en consecuencia los Reglamentos comunitarios 1408/71, relativo a los regímenes de Seguridad Social de los trabajadores por cuenta ajena y sus familias que se desplazan dentro de la Comunidad, y 574/72, que establece las modalidades de aplicación de tal normativa.

3. Cuando no resulte aplicable el régimen de la Seguridad Social a las actividades profesionales que se lleven a cabo en el período de prácticas, la Corporación o, en su defecto, Institución correspondiente adoptará las medidas oportunas para conseguir que el solicitante que decida realizar las mencionadas prácticas pueda acceder durante las mismas a la asistencia sanitaria a que tengan derecho los asociados o colegiados en similares condiciones a éstos.

4. El solicitante, antes de iniciar el período de prácticas, deberá suscribir una póliza de accidentes con la Mutualidad profesional correspondiente o, en su defecto, con una Empresa de Seguros, en el caso de que no resulte de aplicación el régimen de la Seguridad Social.

5. Durante el período de prácticas, el solicitante podrá percibir retribución, según corresponda a la naturaleza de su actividad y a la relación jurídica que se establezca.

Art. 8.º 1. La verificación de que los diplomas, certificados y otros títulos expedidos a nacionales de los Estados miembros de la Comunidad Económica Europea se corresponden con los títulos que permiten en España el acceso a las actividades de las profesiones relacionadas en el anexo I del presente Real Decreto será efectuada por el Departamento al que está encomendada la relación con la respectiva profesión, previa consulta, en su caso, con los Ministerios que figuran en el anexo III. En el supuesto de que se suscite duda sobre dicha documentación, el Ministerio correspondiente podrá exigir a la Autoridad competente del Estado de origen la confirmación de la autenticidad de la misma.

2. La comprobación de las certificaciones expedidas por las autoridades competentes del Estado de origen y presentadas por los interesados acreditando el hecho de haber ejercido la profesión, de acuerdo con lo que se establece en el artículo 4.º, 2, del presente Real Decreto, será efectuada asimismo por el Ministerio al que corresponda la relación con la respectiva profesión.

Art. 9.º 1. Las Autoridades competentes para acreditar que el título obtenido por los españoles o nacionales de otros Estados miembros de la Comunidad Económica Europea que estén en posesión de un título español oficial que requiera una formación mínima de Enseñanza Superior de tres años y faculte para ejercer una profesión, se ajusta a las condiciones exigidas en el artículo 2.º, 2, de este Real Decreto, son los Ministerios que se relacionan en el anexo III. Dicha acreditación se basará en los títulos expedidos por los Rectores de las Universidades o por la Autoridad competente, en los demás casos, para expedir los títulos que dan acceso a las restantes profesiones enumeradas en dicho anexo.

2. Los españoles o nacionales de otros Estados miembros de la Comunidad Económica Europea que estén en posesión de un título oficial español, cuando tengan que acreditar, para poder establecerse en otros Estados miembros, haber ejercido efectiva y legalmente la profesión durante un determinado número de años, solicitarán del Ministerio indicado en el número uno de este artículo la acreditación que recoja los extremos precisos a tal efecto.

La solicitud a que se refiere el párrafo anterior deberá ir acompañada de una certificación que será emitida por quien a continuación se indica:

a) En el caso de los que ejercen libremente la profesión o actúan por cuenta ajena en el sector privado, la Corporación o, en su defecto, Institución correspondiente.

b) En el caso de quienes realizan el ejercicio profesional en el sector público, el Registro Central de Personal del Ministerio para las Administraciones Públicas, los servicios competentes del Ministerio al que corresponda de los relacionados en el anexo III, el órgano correspondiente de la Comunidad Autónoma, o el Alcalde de la localidad, cuando se trate de personas que ejerzan su profesión en la Administración Local.

Art. 10. Se reconoce a los nacionales de los Estados miembros que reúnan las condiciones de acceso y de ejercicio de una actividad profesional regulada en su territorio el derecho a utilizar su título académico de formación de origen y, en su caso, la abreviatura en la lengua de dicho Estado. Deberá constar, como mínimo, en dicho título el nombre del ciudadano y la Institución que lo haya expedido, no obstante lo cual, a efectos profesionales, deberá utilizarse la denominación española que corresponda a la formación recibida.

Otras disposiciones

Art. 11. El nacional de un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea en posesión de un título, diploma o certificado reconocido de acuerdo con lo que se especifica en los artículos 1.º a 10 del presente Real Decreto, que desee establecerse en España, deberá cumplir los mismos trámites que para el ejercicio de la profesión por cuenta propia se exigen a los correspondientes profesionales españoles.

Art. 12. 1. El procedimiento de examen de una solicitud de ejercicio de una profesión regulada tendrá una duración máxima de cuatro meses, contados a partir de la presentación de la documentación completa del interesado y deberá finalizar con una decisión motivada.

2. La notificación de la decisión indicará los recursos procedentes y los plazos de interposición de los mismos.

Art. 13. Este Real Decreto será de aplicación tanto al ejercicio de la profesión por cuenta propia como al trabajador por cuenta ajena, en este caso en los términos fijados en los artículos 55 al 59, ambos inclusive, del Acta relativa a las condiciones de Adhesión del Reino de España a las Comunidades Europeas, y en el Reglamento (CEE) número 2.194/91, aprobado el 25 de junio de 1991 por el Consejo, relativo al período transitorio aplicable a la libre circulación de trabajadores entre España y Portugal y los demás Estados miembros.

Art. 14. 1. Quienes de acuerdo con las disposiciones vigentes estén facultados para ejercer en España actividades propias de alguna de las profesiones reguladas que se enumeran en el anexo I, en virtud de títulos que ya no se expiden, gozarán de los mismos derechos que reconoce este Real Decreto a quienes estén en posesión del actual título profesional oficial.

2. A efectos de lo previsto en el párrafo anterior habrá de comprobarse previamente por el Ministerio al que según el artículo 9.º está atribuida la facultad de expedir la acreditación de los títulos, que las competencias profesionales derivadas del antiguo título se corresponden de modo suficiente con las de la actual profesión.

DISPOSICIONES FINALES

Primera.–Para el desarrollo y aplicación de lo previsto en el presente Real Decreto a cada uno de los sectores profesionales, se aprobarán las Ordenes que sean precisas, dictadas a propuesta conjunta de los Ministerios afectados, una vez oídas las Corporaciones o, en su defecto, Instituciones correspondientes.

Segunda.–La aplicación de las normas de la Directiva 89/48/CEE a la profesión de Agentes de la Propiedad Industrial se llevará a efecto mediante una regulación específica.

Tercera.–Los anexos del presente Real Decreto serán actualizados cuando las circunstancias lo exijan por un Real Decreto que se aprobará a propuesta conjunta de los Ministerios a los que afecte la modificación.

Cuarta.–El presente Real Decreto entrará en vigor al día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Dado en Madrid a 25 de octubre de 1991.

JUAN CARLOS R.

ANEXO I

Relación de profesiones reguladas en España

Sector Técnico y de Ciencias Experimentales

Ingeniero técnico en topografía.

ANEXO III

Ministerios con los que se relacionan los títulos que dan acceso a las profesiones reguladas que se enumeran

Ministerio de Educación y Ciencia

Ingeniero técnico (de cada una de las ramas).

ANEXO IV

Ministerios a los que corresponde la relación con las distintas profesiones

Ministerio de Obras Públicas y Transportes

Ingenieros técnicos en topografía.

Geotronics

Geodolite, una nueva serie de instrumentos topográficos para la industria de la obra civil y construcción

Una nueva serie de estaciones totales topográficas electrónicas, llamadas Geodolite® han sido desarrolladas por Geotronics AB, Suecia.

Geotronics ha estado desarrollando e introduciendo en el mercado instrumentos topográficos durante más de 45 años. Mientras que otros instrumentos para topografía de Geotronics han sido creados para ser utilizados principalmente en aplicaciones topográficas, la nueva serie Geodolite® de instrumentos ha sido creada pensando en la industria de obra y construcción, en donde existe una gran necesidad de estaciones topográficas resistentes, fáciles de utilizar y de precisión para realizar el replanteo y las medidas topográficas.

Los instrumentos topográficos utilizados en obras civiles de construcción deben ser resistentes, completamente herméticos y protegidos contra el frío, el calor, el polvo, la suciedad y humedad y deben ser capaces de soportar el duro entorno que les rodea pudiendo siempre dar resultados rápidos y precisos.

Las estaciones totales Geodolite satisfacen plenamente estos requisitos. Ofrecen también otras prestaciones que le resultarán más útiles que las que ofrecen otras estaciones totales que se pueden adquirir en el mercado por el mismo precio.

He aquí alguna de ellas:

- Dos modos de medición: Modo de medición normal y modo rápido de tracking.
- Replanteo y toma de datos por coordenadas.
- Determinación y/o replanteo rápido y fácil de la altura de un objeto remoto.
- Determinación automática de las coordenadas para puntos excéntricos.

- Medición automática de la diferencia de altura.
- Medición automática de las pendientes en porcentaje (%), por ejemplo para el replanteo de zanjas de drenaje, etc.
- Cuenta atrás automática hasta cero del acimut y de la distancia en el replanteo.
- Cálculo automático y presentación de la distancia y del acimut que hay entre dos puntos.
- Modo tracking (seguimiento) que permite seguir un objetivo móvil (máx. 4 m/s).
- Luz de guía Tracklight®, la luz de guía visible que ayuda al auxiliar a encontrar el haz de medida. También es útil para la localización del reflector cuando se están haciendo medidas en la oscuridad, o cuando se están despejando obstáculos de las líneas visuales.
- Amplio rango del haz de medida que hace más fácil la localización.
- Nivelado electrónico en la pantalla del instrumento. No necesita girar el instrumento para la nivelación.
- Puerto serie bidireccional RS232 para conectar una libreta electrónica o colector de datos.

Hay dos modelos diferentes de instrumentos Geodolite, el Geodolite 404 y el Geodolite 406. El Geodolite 406 se diferencia del Geodolite 404 en que tiene incorporados programas internos para la toma de datos, replanteos y cálculos en el campo. Ambos modelos tienen un alcance de 1.200 m con un prisma y 2.500 m con 8 prismas.La precisión en distancia es de ± (5mm + 5ppm), la precisión angular es de 20 segundos centesimales 20cc (6“).

Nuestros distribuidores Geodolite® tienen una amplia experiencia en ventas y un alto nivel técnico en topografía y geodesia que garantiza el mejor soporte posible para el cliente de Geodolite.

Actualmente, nuestros distribuidores Geodolite® son los siguientes:

AL-TOP TOPOGRAFIA, S.A.
Espronceda, 329-331
08027 Barcelona
Tfno.: (93) 340 05 73 / Fax: (93) 351 95 18

CYT
CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA
Feanes, Bloque 9 C, 2.º A
15706 Santiago de Compostela (La Coruña)
Tfno./Fax: (981) 59 76 49

MJS MATERIAL TOPOGRAFICO S.L.
MATERIAL TOPOGRAFICO, S.L.
Javier Lasso de la Vega, 4
41002 Sevilla
Tfno./Fax: (95) 438 85 67

GPS

SOKKIA

Hasta ahora, determinar nuestra posición en la tierra, con exactitud, ha sido fruto de un laborioso trabajo de observación y cálculo.

Hoy, el "Sistema de Posicionamiento Global" (GPS) nos ofrece una nueva perspectiva de futuro.

GPS permite calcular nuestra posición combinando la sencillez de uso de un instrumento observador-receptor con la moderna tecnología de procesamiento de señales procedentes de satélites.

Ahora Sokkia introduce el GSS1, la última aplicación GPS al campo de la observación topográfica.

PRIMER GPS CON TARJETA MAGNETICA PARA APLICACIONES TOPOGRAFICAS

Distribuido por

Isidoro Sánchez, S.A.

Indice Comercial de Firmas

REGO y Cía., S. A.

Instrumentos Topográficos
y Científicos

San Romualdo, 26, 2.° B
Tel. (91) 304 53 40 28017 MADRID

LEP, S. A.

Instrumentos Topográficos

Ciudad de Balaguer, 7-11
Tel. (93) 417 54 00
Fax (93) 417 47 41
08022 BARCELONA

Capitán Haya, 3 y 5
Tels. (91) 555 97 96
555 97 45
28020 MADRID

APARATOS TOPOGRAFICOS

—

SERVICIO TECNICO
José Luis Berdala

Balmes, 6
Tel. (93) 301 80 49
08007 BARCELONA

Pelayo, 11, 5.° A
Tel. (93) 302 20 45
08001 BARCELONA

AL-TOP TOPOGRAFIA, S.A.

Alquiler-Venta
de Instrumentos Topográficos

C/. Espronceda, 329-331, entlo. 1.ª
Tel. (93) 340 05 73 - Fax (93) 351 95 18
08027 BARCELONA

EDEF

Estudio de Fotogrametría

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

LEICA ESPAÑA, S. A.

Geodesia, Topografía,
Fotogrametría y Sistemas

Oficina y Asistencia Técnica
Edificio Oasis
C/. Basauri, s/n. - Aravaca
28023 MADRID
Tel. (91) 372 88 75 - Fax (91) 372 89 06
Freixa, 45 - 08021 BARCELONA
Tel. (93) 414 08 18 - Fax (93) 414 12 38

Geotronics

Raymond SANDGREN-CALDERON
Responsable Comercial para España
Avda. Camino de lo Cortao, 24
Polígono Industrial Sur
Tel. (91) 654 82 22
Fax (91) 654 40 41
28700 San Sebastián de los Reyes

TOPOGRAFIA SERVICIOS
COMUNICACIONES

topsat, s.l.

Altamirano, 17, 1.° A
Tel. (91) 541 41 19
Fax (91) 541 39 91
28008 MADRID

ES. TO. SA.

Estudio Topográfico, S. A.

Fernando el Católico, 61
Tel. (91) 449 59 54
28015 MADRID

SOKKIA
ISIDORO SANCHEZ, S. A.
Aparatos Topográficos

Ronda de Atocha, 16
Tel. (91) 467 53 63 - Fax (91) 539 22 16
28012 MADRID

BISPER S.L.
Topografía

- TOPOGRAFIA Y FOTOGRAMETRIA.
- OBRAS PUBLICAS. URBANISMO.
- ALQUILER DE APARATOS FOTOGRAFICOS.

Zabaleta, 60 (Bajo) - 28002 MADRID
Tel. (91) 519 58 32

TOPCON ESPAÑA, S.A.

Instrumentos Topográficos

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

Doctor Esquerdo, 148, Bajo
28007 MADRID
Tel. (91) 552 41 60 - Fax (91) 552 41 61

EUROCARTO, S. A.

Cartografía - Topografía - Fotogrametría

Avda. Santa Eugenia, 29 (Local 11-14)
Tels. (91) 332 40 90 - 332 50 96 - 28031 MADRID

PRISMATEC
MODELOS DIGITALES DEL TERRENO

PROGRAMAS PARA
TOPOGRAFIA, DIGITALIZACION, CARRETERAS
URBANISMO, CATASTRO, DRENAJE

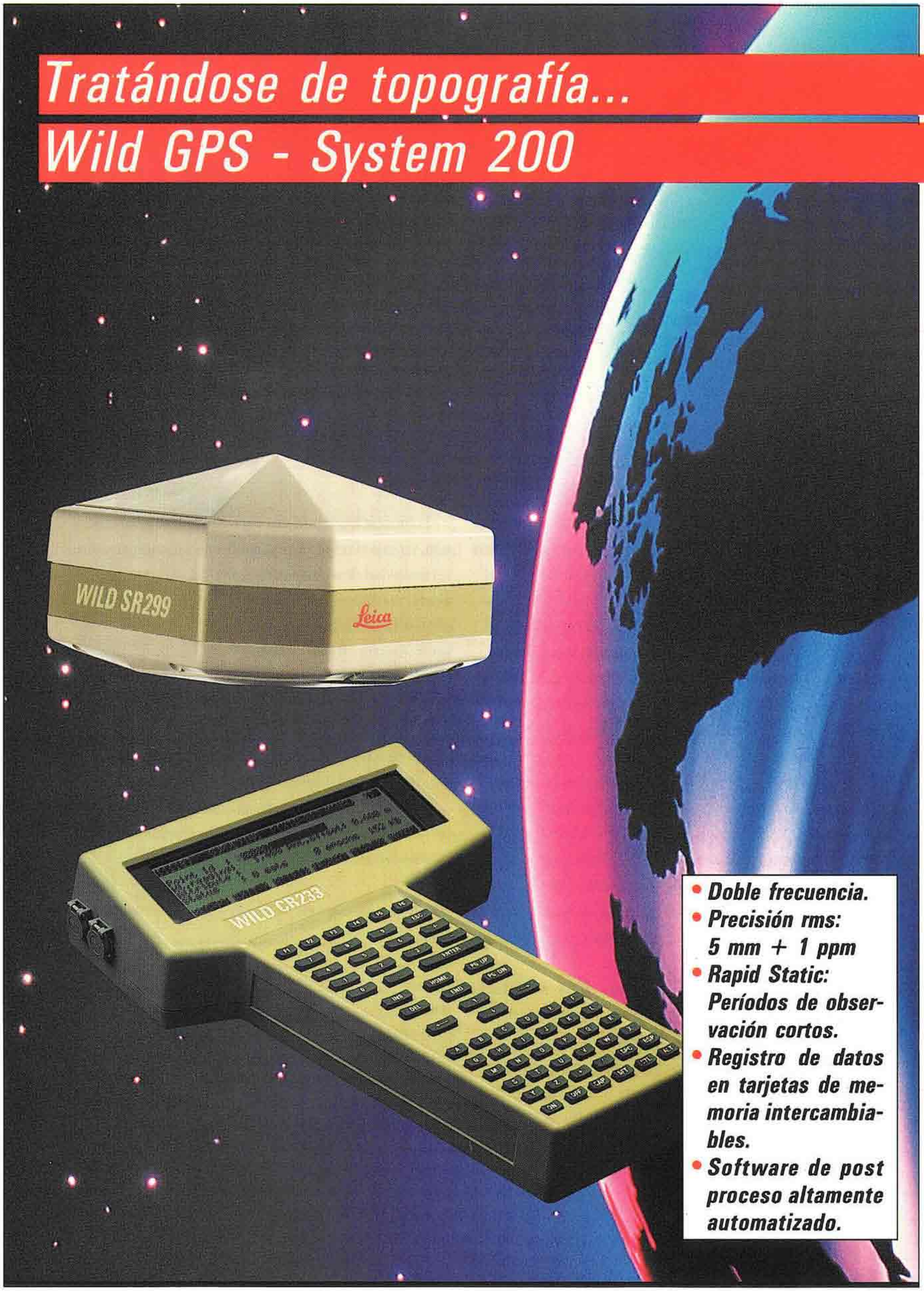
Via Laietana, 71, 3.°, 1.ª - 08003 BARCELONA
Tel. (93) 302 32 61 - Fax (93) 318 59 86

GRAFINTA, S.A.

Topografía, Geodesia, Dibujo

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

Tratándose de topografía...
Wild GPS - System 200



- ***Doble frecuencia.***
- ***Precisión rms: 5 mm + 1 ppm***
- ***Rapid Static: Períodos de observación cortos.***
- ***Registro de datos en tarjetas de memoria intercambiables.***
- ***Software de post proceso altamente automatizado.***

Freixa, 45 - 08021 Barcelona - Teléf. (93) 414 08 18 - Fax (93) 414 12 38
c/. Basauri, s/n. - Aravaca - 28023 Madrid - Teléf. (91) 372 88 75 - Fax (91) 372 89 06
Virgen de Montserrat, 12 - Planta. bja. dcha. C - 41011 Sevilla - Tel. (95) 428 43 53 - Fax (95) 428 01 06

Leica

Anderson & Lembke, Inc.

Hay Muchos Sitios En Que Las Hojas Cambian De Color. Algo Que Aqui No Deberia Ocurrir.

Normalmente, las hojas que cambian su verde habitual para lucir brillantes matices de amarillo, naranja, rojo y púrpura, ofrecen a la vista un magnífico espectáculo. (De hecho, el fenómeno se debe a una disminución de la clorofila, que permite aflorar otros pigmentos de colorido más intenso, como la carotina y la antocianina).

Pero hay veces en que el cambio de color de ciertas hojas es un verdadero inconveniente. Como por ejemplo en el caso de su ordenador. Por eso hemos desarrollado el software FotoLook para los scanners Agfa de sobremesa. FotoLook protege la consistencia del color, no sólo en las hojas, sino también en las imágenes, durante todo el proceso, es decir, del scanner a la pantalla, y de la pantalla al material impreso.

FotoLook es sólo uno de los componentes del Sistema FotoFlow Agfa para gestión del color. Un sistema creado especialmente para proporcionarle con su equipo de sobremesa, y sin dispositivos especiales, un color de calidad WYS/WYG.

FotoLook le asegura una digitalización de gran precisión, tanto con originales opacos como con transparencias, sin necesidad de realizar numerosos ajustes manuales. Y le permite también convertir imágenes RGB en imágenes CMYK. Los resultados son excelentes, ya trabaje usted con un poderoso scanner Arcus Plus, que optimiza el proceso de filmación sin desequilibrar su presupuesto, o con un equipo profesional Horizon, un scanner diseñado para mejorar el rendimiento en los entornos de producción.

De modo que si no quiere ver cómo cambian de color las hojas, cierre las persianas en otoño y solicite información enviando el cupón adjunto.

☐ Solicito me envíen información sobre los scanners Arcus Plus y Horizon.

Nombre _____

Cargo _____

Empresa _____

Dirección _____

Ciudad/Pvcia. _____ Código Postal _____

Teléfono _____

Enviar a: Agfa-Gevaert, S.A., c/ Provença, 392, 08025 - Barcelona, España
Tel. 207.54.11, Fax 458.25.03

AGFA Agfa

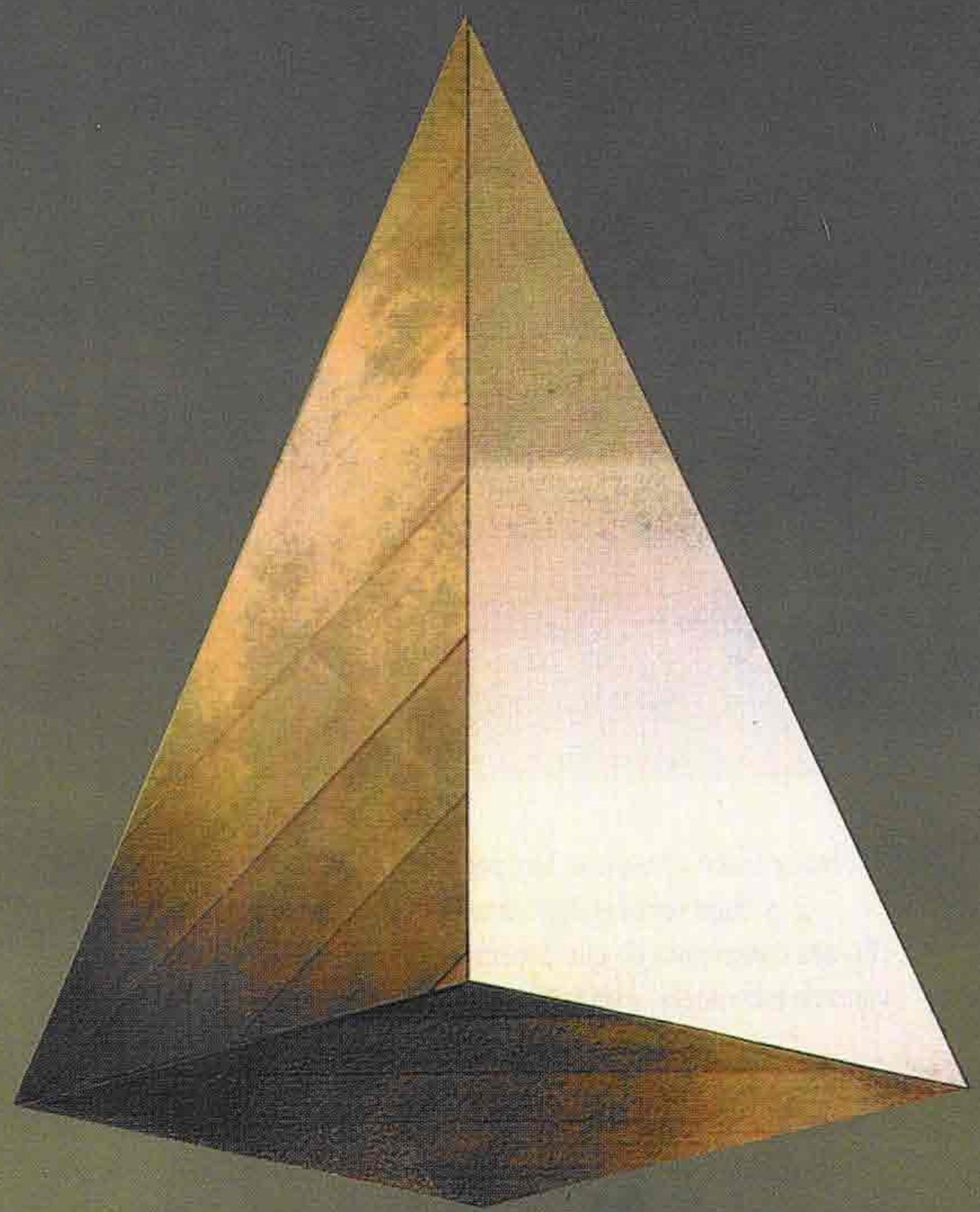
La imagen completa.

Publication Note: Examine the printing material herewith, if it does not meet your requirements, please contact: **Kim Oetting, Production Manager, 212-886-2129:** Anderson & Lembke: 79 Fifth Avenue, New York, NY 10003 ***Please send two checking copies to the name & address above.***	Client **AGFA** Job No: **11292** Description: **Leaves-Spanish** Date: **3 / 18 / 93** Size: **E (170 x 240 mm)** Team: damien john kim kim robert CROP MARKS INDICATE LIVE AREA, USE THEM AS A GUIDE TO CENTER THE AD

TOPOGRAFIA • SERVICIOS • COMUNICACIONES

NUESTRA UNION: EL SERVICIO. NUESTRO OBJETIVO: USTEDES

Llámenos, así nos iremos conociendo



topsat, s.l.

Altamirano, 17. 1.° A - Tel.: 541 41 19 Fax. 541 39 91 - 28008 MADRID

Hay Empresas que dejan huella.

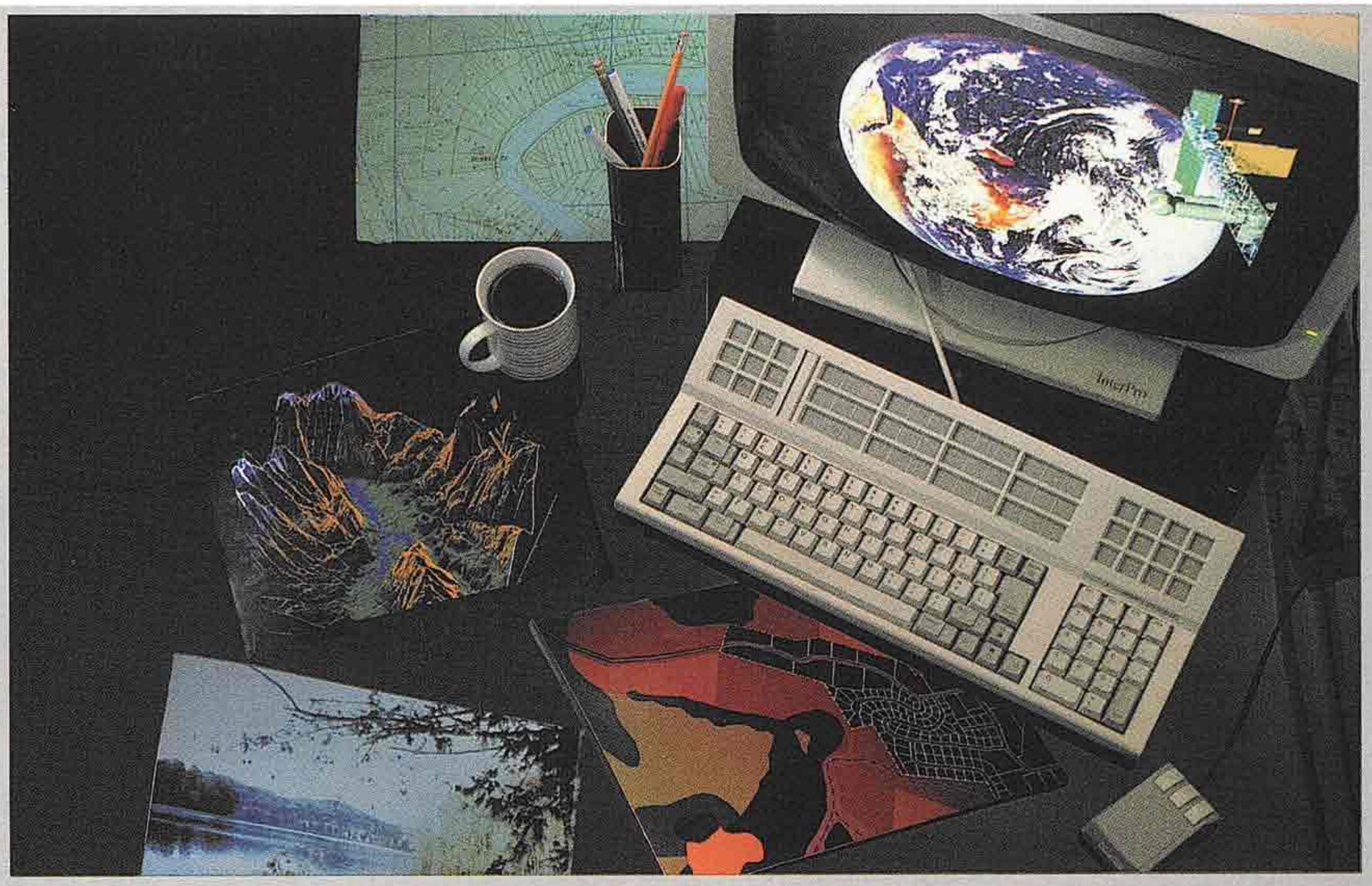
En un sector como el nuestro, hay pocas empresas que por su personalidad y buen servicio dejen huella a lo largo de los años.
Somos conscientes de que debemos ofrecer los productos de la más avanzada tecnología y un servicio esmerado, para que nuestros clientes confien cada día más en BERDALA.

BERDALA
INSTRUMENTOS TOPOGRAFICOS
Y GEODESICOS
SERVICIO TECNICO

ZEISS
Germany

VENTAS: BALMES, 6 ▪ 08007 BARCELONA ▪ Telf.: (93) 301 80 49 - 302 20 45 ▪ Fax: (93) 302 57 89
SERVICIO TÉCNICO: PELAYO, 11, 5º A ▪ 08001 BARCELONA ▪ Telf.: (93) 302 20 94 ▪ Fax: (93) 302 57 89

geo Fennel



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).

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) 372 80 17, Dpto. Comercial.

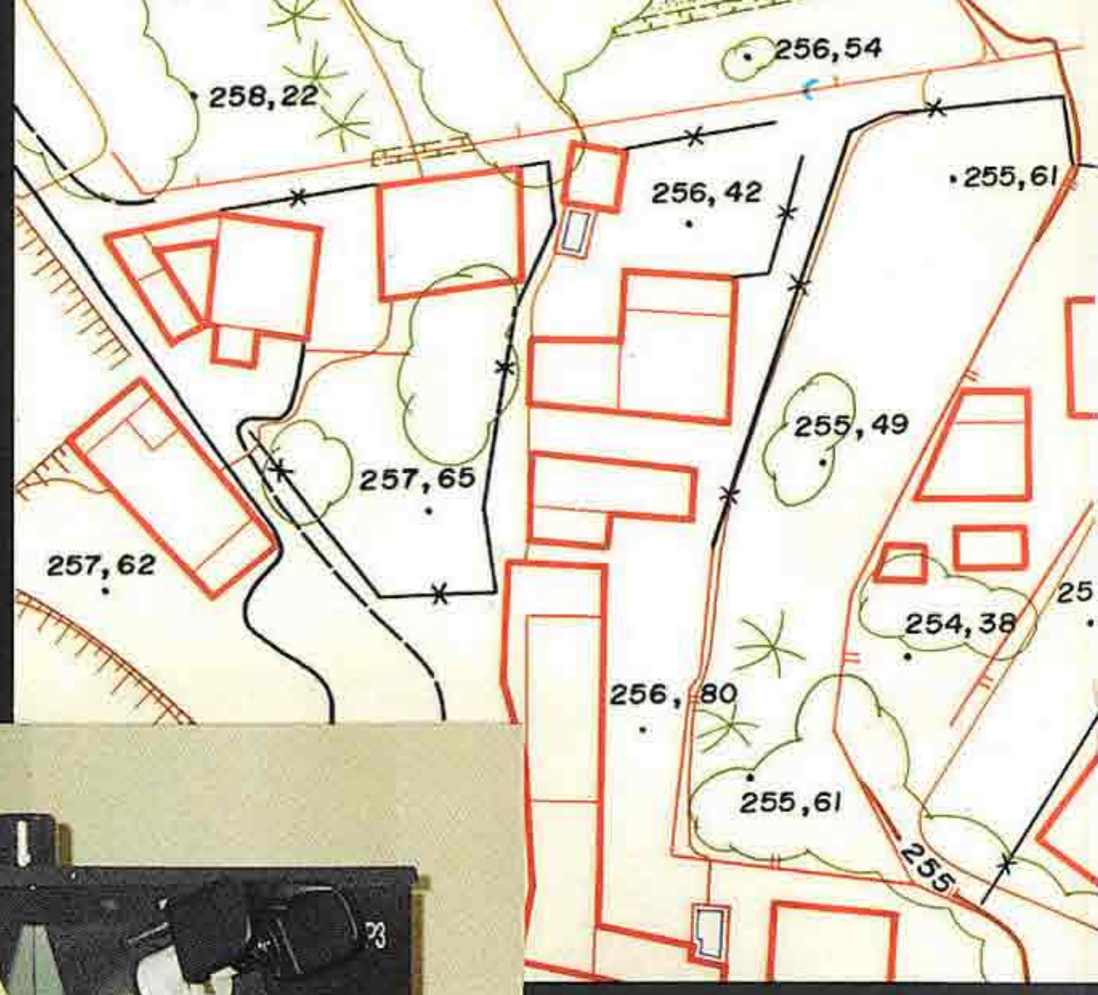
INTERGRAPH

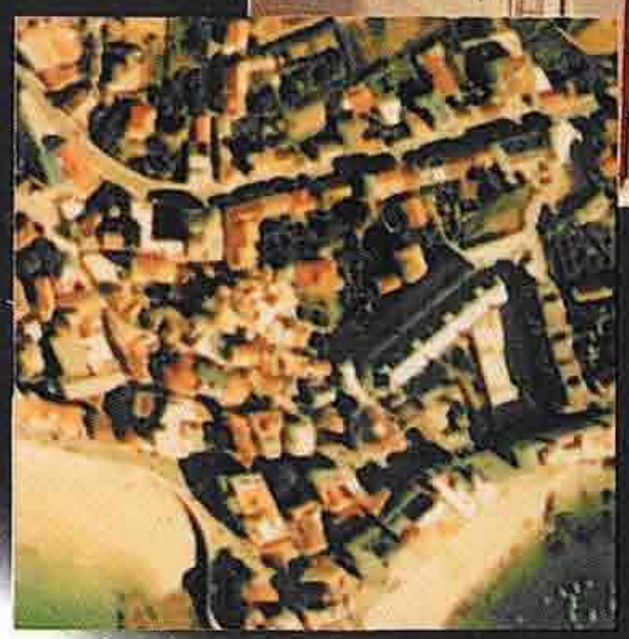
Everywhere you look.

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 propietrios. Copyright 1990 Intergraph Corporation, Huntsville, AL.

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





GENECAR, S.A.

Cardenal Belluga, 6, 1º B

Teléfonos: (91) 361 15 76

361 17 53

Fax: 361 18 57

28028 MADRID

TOPCON

ESTACIÓN TOTAL ELECTRÓNICA

CTS-2

LA VERSIÓN MÁS REDUCIDA

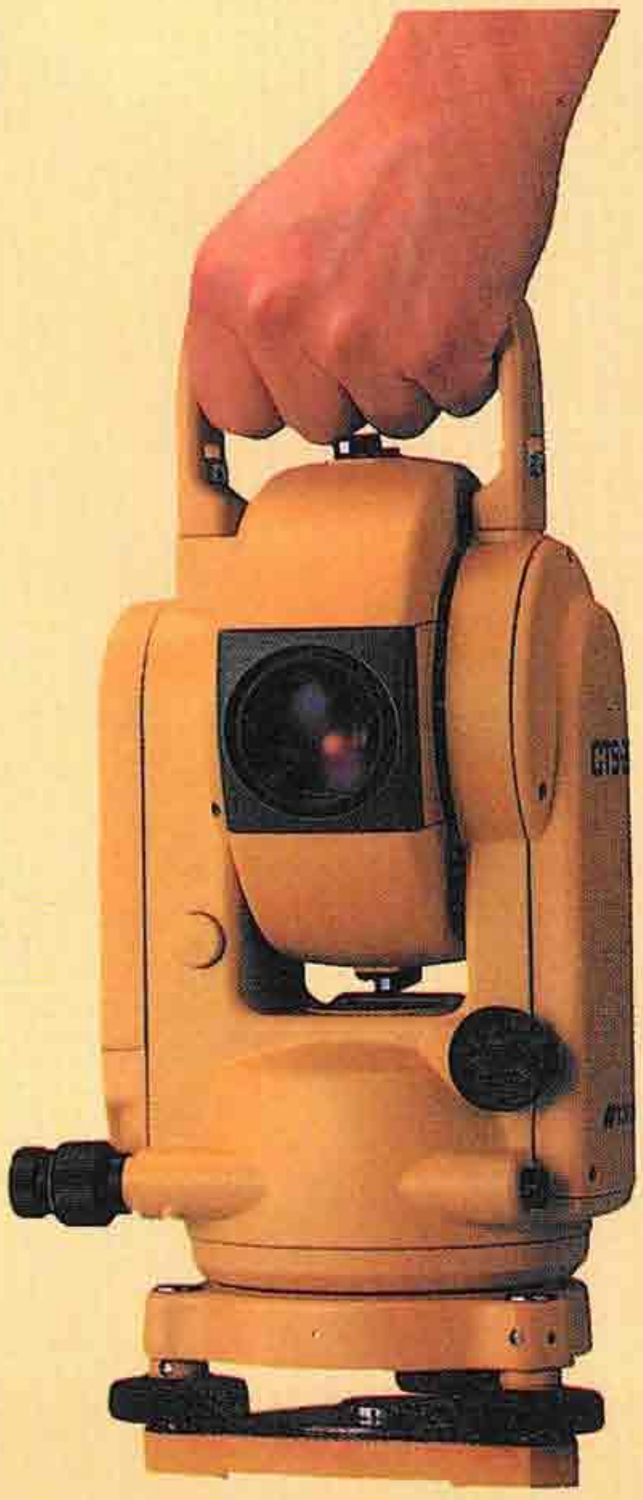
DE LAS ESTACIONES TOTALES TOPCON!!

TOPCON se complace en presentar el nuevo modelo de Estación Total CTS-2, sucesor del mod. CTS-1, que revolucionó la industria topográfica por ser la primera estación total integrada.

Además de sus excepcionales prestaciones y su reducido tamaño, la CTS-2 se caracteriza por incorporar un sensor automático de inclinación para asegurar la precisión en la medición angular, corrigiendo automáticamente el ángulo vertical.

PARA LA INTRODUCCIÓN DE ESTE MODELO, TOPCON HA DISPUESTO UN NÚMERO LIMITADO DE UNIDADES AL INCREIBLE PRECIO DE:

870.000 Pts.
+IVA



INCLUYE: CTS-2, TRÍPODE, EQUIPO DE PRISMA Y ESTUCHE PORTA-PRISMA

(Oferta válida hasta el 30.6.93)

Para más información diríjase a:

TOPCON ESPAÑA S.A.

Frederic Mompou, 5 Ed. Euro-3
08960 S. Just Desvern (Barcelona).
Telf.: 93-473 40 57

Dr. Esquerdo, 148
28007 Madrid.
Telf.: 91-552 41 60

Chonta, 48
20600 Eibar (Guipúzcoa)
Telf.: 943-12 16 20

CETFA S.A.

COMPAÑIA ESPAÑOLA DE TRABAJOS FOTOGRAMÉTRICOS AÉREOS, S.A.

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

Serrano, 211 - 1.º • 28016 Madrid Tel. 344 09 61 (3 líneas) • Fax 458 60 23

LEP

INTRODUCE EN EL MERCADO NACIONAL LA ESTACION TOTAL ELECTRONICA

ALTA TECNOLOGIA SOVIETICA

PRECISION 10 cc
ALCANCE MAX. 2.500 m
MINIMA LECTURA 1 cc

EL MEJOR PRECIO

550.000,— Ptas.

SERVICIO POST-VENTA

SERVICIO TECNICO - CALIDAD
RECAMBIOS ORIGINALES - RAPIDEZ
DELEGACIONES EN:
MADRID - VALENCIA - BARCELONA

LEP, S. A. SOLICITE MAS INFORMACION A:

MADRID
CAPITAN HAYA, 3 y 5
Tel. (91) 555 97 96
Fax (91) 555 97 45

VALENCIA
SAN IGNACIO DE LOYOLA, 3
Tel. (96) 325 75 45

BARCELONA
CIUDAD DE BALAGUER, 7-11
Tel. (93) 417 54 00
Fax (93) 417 47 41

Como es de suponer, al obrar esta revista en sus manos, es Vd. persona vinculada a la topografía, geodesia y sistemas de posicionamiento. Por este motivo, queremos informarle de la actividad conjunta de nuestras tres empresas, altamente especializadas en este campo.

BERDALA, en la comercialización y mantenimiento de material topográfico, software y accesorios de campo, distribuidor en España de la división de geodesia de la firma alemana ZEISS.

GERMAN WEBER, como distribuidor oficial de los receptores G.P.S. de la firma ASHTECH (USA), aportando las últimas técnicas de este sistema de posicionamiento geográfico y de navegación.

SIGEO, empresa de servicios, especializada en trabajos de campo tanto por topografía clásica como G.P.S., creadora y distribuidora del programa para ajuste de redes GEORED.

Este grupo de empresas, en estrecha colaboración, forma un equipo humano, altamente capacitado, que se pone a su disposición para informarle y asesorarle sobre el equipo o sistema idóneo a sus necesidades, así como para la colaboración o ejecución de trabajos de campo utilizando las técnicas más actuales.

¡ No dude en consultarnos !

BERDALA/Carl ZEISS (93) 3018049

GERMAN WEBER, S.A. (91) 4016779

SIGEO,S.L. (91) 3839777