

MAPPING

REVISTA DE CARTOGRAFIA, SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA Y TELEDETECCION

EUROPE



Nº 6 JULIO 1992 PRECIO 900 PTS.

PRECISION GEODESICA EN CUESTION DE MINUTOS



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

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

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



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

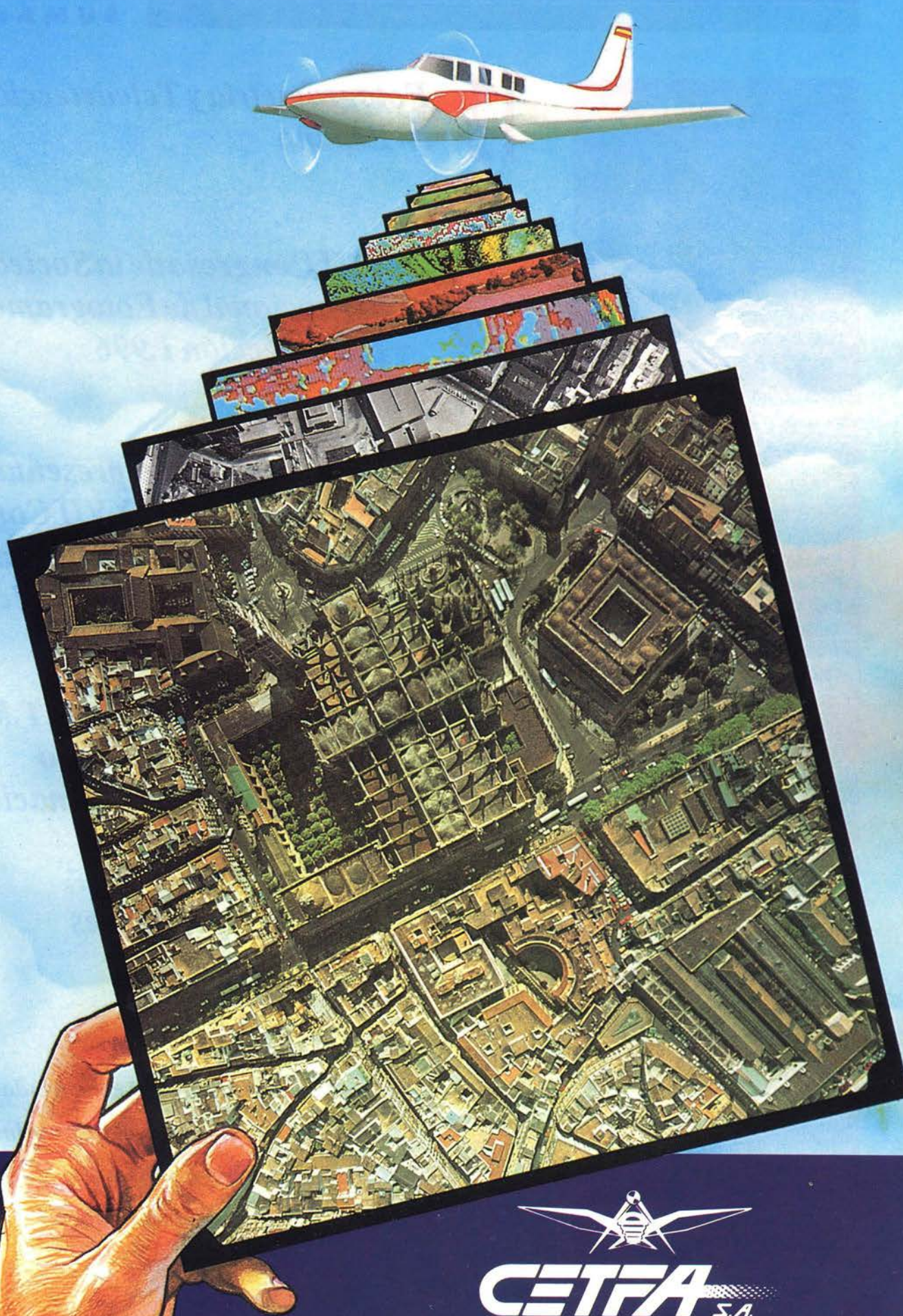
ASHTECH, lider en receptores GPS

Para mayor información consulte
con nuestro departamento técnico.



GERMAN WEBER, S. A.
Hermosilla, 102 - Tel.: (91) 401 51 12
28009 MADRID

Una visión diferente...



COMPANÍA ESPAÑOLA DE TRABAJOS FOTOGRAMÉTRICOS AÉREOS, S.A.

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

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

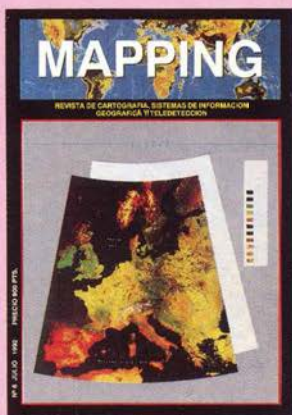
MAPPING

Edita:
CADPUBLI, S.A.

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

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

Publicidad e Impresión:
Estudio Grafico Madrid, S.L.
Pº del Prado, 14
28014 MADRID
Teléfono: 429 88 85
Portada cedida por:
Intergraph



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

No nos hacemos responsables de las opiniones emitidas por nuestros colaboradores

12 *Fotogrametría y Teledetección en España*

30 *XVIII Congreso de la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección 1.996*

41 *Comunicaciones presentadas por España en el XVII Congreso de la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección*

96 *Sistema de proyección U.T.M. Programa para el cálculo automático de transformaciones*

Empresas familiares

NOTICIAS

Isidoro Sanchez entra en el campo industrial Castilla-León conmemora el Descubrimiento GENAMAP de GENASYS en los Juegos Olímpicos de Barcelona



ESTUDIO GRÁFICO MADRID, S.L.

P.º Del Prado, 14 - 28014 Madrid

Teléfono (34-1) 429 88 85

Fax (34-1) 429 87 17

Apreciado amigo:

Como usted ya sabrá, ESTUDIO GRÁFICO MADRID es una Empresa dedicada al Marketing, Publicidad y Ediciones Cartográficas.

EGM nació con el objetivo de convertirse en poco tiempo en la compañía española líder en su sector.

En su primer año de actividad, son varias las obras que avalan nuestro proyecto empresarial: libros, revistas, folletos, asistencia y organización de reuniones y congresos,... La revista MAPPING es quizás por su mayor difusión y periodicidad, la obra más conocida de cuantas realizamos.

En nuestra empresa estamos convencidos que sólo innovando y ofreciendo a nuestros clientes nuevos productos o servicios, conseguiremos mantenernos los primeros. Precisamente en esta línea de constante innovación, le presentamos nuestro nuevo servicio la Tarjeta **CLUB EGM**.

Las características y ventajas de ser Titular de la Tarjeta **CLUB EGM** se describen en este mismo folleto.

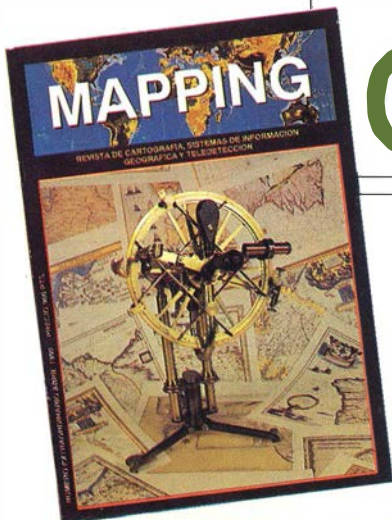
Estamos convencidos que la Tarjeta **CLUB EGM** va a serle imprescindible, en una primera fase, para estar al corriente de las últimas novedades editoriales en cartografía pudiendo comprar nuestras ofertas con un descuento especial del 40% como titular de la misma. En un futuro próximo ofreceremos a sus poseedores nuevos productos exclusivos a precios reducidos.

En la confianza de poder contar con usted entre los Titulares de la Tarjeta **CLUB EGM** y a la espera de sus noticias, reciba un cordial saludo,



ESTUDIO GRÁFICO MADRID

VENTAJAS DE LA TARJETA CLUB EGM



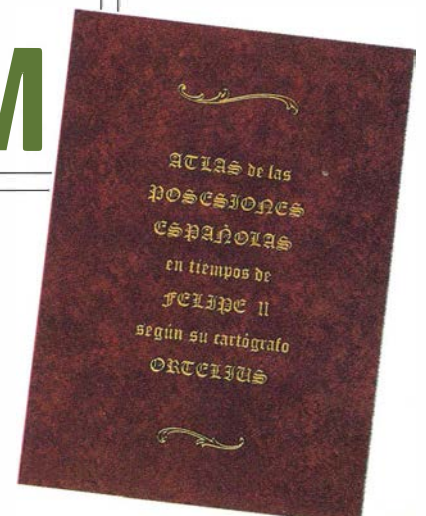
Recibir todos los números de la revista Mapping (8 números/año).

¡GRATUITAMENTE!

Cada 2 meses recibirá una oferta de alguna publicación cartográfica con un

40%

¡DE DESCUENTO!



CUOTA ANUAL DE LA TARJETA CLUB EGM

5.000 PTAS. PERSONAL 10.000 PTAS. EMPRESA

Que podrá abonar mediante cheque o rellenando la domiciliación bancaria adjunta.

Todas las compras, que efectúe se le facturarán a su nombre, enviándole su ad-

quisición contrarreembolso al domicilio que usted nos haya indicado, o bien si lo desea podrá pagar enviando cheque bancario junto con su pedido.

SOLICITUD DE TARJETA CLUB EGM

Para suscripción personal

Datos Personales

NOMBRE _____

1º APELLIDO _____

2º APELLIDO _____

Domicilio Particular

CALLE Y Nº _____

LOCALIDAD _____

COD. POSTAL _____

PROVINCIA _____

TELEFONO _____

Nº DNI _____

Para suscripción empresa

Datos Profesionales

NOMBRE EMPRESA _____

NOMBRE Y CARGO DEL SUSCRIPTOR _____

ACTIVIDAD _____

Dirección

CALLE _____

LOCALIDAD _____

COD. POSTAL _____

NIF _____ Firma

DOMICILIACION BANCARIA

Muy Sres. míos:

Ruego a Vds. que con cargo a la cuenta de referencia atiendan, hasta nuevo aviso, las órdenes de pago que presentará ESTUDIO GRAFICO MADRID a mi nombre.

Nombre y apellidos (en mayúsculas) _____

NO OLVIDE FIRMAR TANTO LA SOLICITUD COMO LA DOMICILIACION BANCARIA

_____ Banco Sucursal N° Cuenta _____

_____ Banco / Caja Sucursal N° _____

_____ Dirección _____

_____ Localidad _____

_____ Código Postal Provincia _____

_____ N° Cuenta _____

X

Firma del solicitante Básico

PARA UNA TRAMITACION MAS RAPIDA DE SU SOLICITUD, POR FAVOR COMPRUEBE SI:

- Ha firmado tanto la solicitud como las instrucciones Ha indicado su dirección completa Ha incluido un teléfono de contacto de domiciliación bancaria

GRACIAS POR SU COLABORACION

ImageStation: La Clave de Cualquier Proceso Cartográfico Sobre Imágenes Digitales.



ImageStation Imager de Intergraph: facilidad en la explotación cartográfica de imágenes digitales.

ImageStation Imager-1, ISI-1, el módulo básico, permite el empleo de imágenes en aplicaciones cartográficas y su integración en Sistemas de Información Geográfica. ISI-2 incorpora además funciones de análisis multispectral. ISI-3 permite el procesado fotogramétrico de imágenes digitales en las estaciones gráficas 6487. Con el módulo Image Rectifier, ISIR, se pueden obtener ortofotos a partir de fotografías aéreas o imágenes de satélite.

Integración completa. Una interfaz de usuario muy desarrollada facilita cada operación, permitiendo pasar de unas aplicaciones a otras (proceso de imagen, captura de datos vectoriales, análisis...) sin cambiar de entorno.

Con Intergraph es fácil gestionar toda la información geográfica en una misma base de datos compartida a través de una red, y añadir nuevos productos en función de las necesidades.

Un único sistema, un único proveedor. Tenemos experiencia y recursos para proporcionar la solución idónea a cada necesidad: Hardware, Software, Formación y Consultoría.

Si desea ampliar esta información, puede llamar a los teléfonos (91) 3728017, (93) 2005299 y (94) 4634066.

INTERGRAPH

Un sistema. Todas las soluciones.

Editorial

La oportunidad para todos aquellos que hacemos esta revista y más para mí, que tengo el gusto de dirigirla, es un honor saber que, con solo un año desde su primer número, ya estamos saliendo al extranjero con motivo del XVII congreso de la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección que se celebrará en Washington el próximo mes de Agosto, y con mayor motivo ya que estamos apoyando la candidatura de España para el XVIII Congreso que se celebrará en Madrid en 1996.

El apoyar esta candidatura es fácil y es apostar por el ganador ya que nuestro país ofrece unas posibilidades únicas de Organización, Calidad y Servicios para todos aquellos que nos visitan por distintos motivos, ya sean de trabajo o de turismo, y con eso no queremos desmerecer las otras candidaturas que se presentan.

También estamos seguros que el Instituto Geográfico Nacional al frente de su Director Angel Arevalo Barroso, y como organizadores del Congreso, sabrán, durante estos cuatro años que faltan, todos los elementos de éxito del XVIII Congreso en Madrid 1996.

También queremos agradecer, desde estas páginas a los organismos como el I.G.N., el Instituto Cartográfico de Cataluña, y la Sociedad de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección, que se han preocupado del contenido de este número de MAPPING tanto con sus comunicaciones como con sus artículos, y, desde aquí, invitar a todos aquellos que pertenecen al mundo de la Cartografía a que apoyen la candidatura de España para Madrid 96 porque estamos preparados para que el XVIII Congreso no sólo sea un éxito, sino que todos aquellos que nos acompañen puedan pasar unos días inolvidables en Madrid.

Y a todas las empresas españolas o que tienen representación en España, las invitamos a colaborar para que Madrid 96 sea el Congreso que todos esperamos para la proyección cartográfica de nuestro país y de la que todos saldremos beneficiados.

Ignacio Nadal

DIRECTOR TECNICO

ALQUILER Y VENTA DE MATERIAL

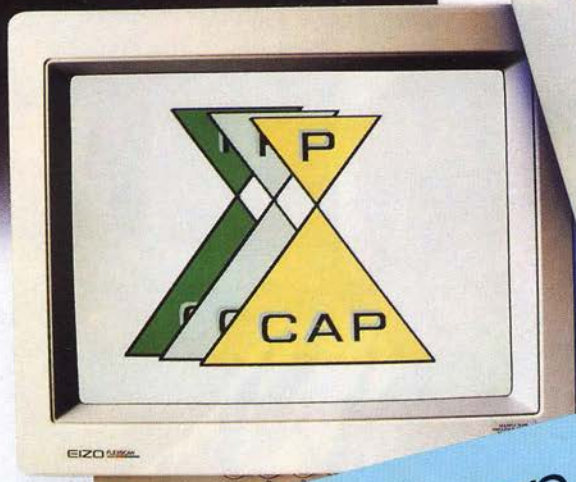
REPARACION



TOPOGRAFICO



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



Planicomp con PC

Calidad en entorno CAD/GIS

La versión PC del restituidor Planicomp con

- P-CAP Módulo base para orientación medición DEM así como medición AT ofrece el acceso al mundo de los sistemas CAD y GIS con ordenadores MS-DOS:
- MicroStation PC de la casa Intergraph con salidas IGDS y DXF
- pcARC/INFO de la casa ESRI para aplicaciones GIS
- AutoCAD de la casa Autodesk con funciones DAT/EM y salida DXF

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



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

Fotogrametría con Carl Zeiss:
Cooperación a largo plazo

D. RODOLFO NUÑEZ DE LAS CUEVAS

Profesor Dr. Ingeniero Geógrafo. Presidente de la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección y Vicepresidente de la Real Sociedad Geográfica de España

Rodolfo Nuñez de las Cuevas nació en 1.924. Se graduó en la Academia General Militar en 1948 con el número uno del Arma de Ingenieros y obtuvo el diploma de Geodesta Militar en la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército en 1954, también con el número uno de su promoción. Ingresó en el Cuerpo de Ingenieros Geógrafos en 1956. Obtuvo el grado de Doctor Ingeniero Geógrafo en 1961 y en 1967, por oposición, la Cátedra de Representación Cartográfica de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica de la Universidad Politécnica de Madrid. En 1956-57, 1962 y 1972 realizó estudios en distintos centros militares y civiles de los Estados Unidos sobre materias relacionadas con la Cartografía y la Teledetección.

Como ingeniero del Instituto Geográfico Nacional (IGN) ocupó distintos cargos en el área de Cartografía entre 1957 y 1974.

Fue como Director General del Instituto Geográfico Nacional (1974-1980): Presidente del Consejo Superior Geográfico; Presidente de la Comisión de Geodesia y Geofísica; Presidente de la Comisión Nacional de Astronomía; Presidente de la Comisión Nacional de Metrología; Vocal de la Comisión Nacional del Espacio; Presidente del Consejo de Geografía. Representó a la Presidencia del Gobierno (1974-80) en varias comisiones nacionales e internacionales.



Desde su ingreso en el IGN en 1957, estuvo dedicado a la modernización de las técnicas cartográficas. Introdujo en España los métodos de Cartografía asistida por ordenador (1970). Fue investigador principal en proyectos realizados con la NASA en 1973 y 1976 y contribuyó a la aplicación y desarrollo de la Teledetección Espacial en nuestro país desde 1971. Dirigió o participó en numerosos trabajos e investigaciones relacionadas con la cartografía desde 1957.

Durante el mandato como Director General del IGN: se inició la publicación del Mapa Topográfico Nacional 1:25.000; se finalizaron los mapas provinciales 1:200.000; se inició la formación de ortoimágenes con fines catastrales, se comenzó el

Sistema Nacional de Información Geográfica (1975); se llevan a cabo por primera vez trabajos de Geodesia Espacial; se inició la investigación en el campo de la Radioastronomía en ondas milimétricas; se llevaron a cabo los primeros trabajos en el campo de la Cartografía Digital y tratamiento digital de imágenes y se creó el Departamento de Teledetección Espacial. También se modernizaron: los laboratorios de fotogrametría y cartografía, el laboratorio de análisis de materiales, los talleres de reproducción de cartografía y diversas delegaciones provinciales y regionales del IGN.

Siendo presidente de la Comisión Nacional de Astronomía (1974-1984) se construyeron los Observatorios Astronómicos de Yebes y de

Calar Alto y se restauró el Observatorio Astronómico Nacional (Madrid). También se firmó el Convenio para la construcción del Observatorio de Radioastronomía IRAN-IGN en Granada. Durante el mismo período (1974-1980), se construyó el Observatorio Geofísico de San Pablo de los Montes, el Centro Nacional de Documentación de Información Geográfica y la Base Interferométrica de Valladolid. Se inició la construcción del Observatorio de Guimar (Canarias).

En el aspecto docente, fue profesor de la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército entre 1957 y 1963. Ocupó la cátedra de Representación Cartográfica de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica de la Universidad Politécnica de Madrid (1967 - 1974

y 1980, 1989). Fue director de la misma Escuela (1982-1985) y director y profesor de cursos para posgraduados realizados en el IGN y en diversas Universidades y centros docentes. Actualmente es profesor de los cursos de cartografía temática e interpretación de imágenes de satélites organizado por el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares y profesor del curso "Métodos y Técnicas Cartográficas" correspondiente al programa de doctorado de nuestro departamento.

Es autor de más de 60 publicaciones, artículos y ponencias. Ha participado en numerosas conferencias nacionales e internacionales, y fue presidente de la VII Conferencia Internacional de Cartografía (Madrid, 1974).

En 1959 participó en la "Reunión de Berna" donde 13 países crearon la Asociación Cartográfica Internacional (1972-1976) y Presidente del comité de Expertos en Cartografía Estadística y Terminología del Consejo de Europa (1983-1989).

Es miembro de varias comisiones nacionales e internacionales y fundador del Comité de Responsables de la Cartografía Oficial (CERCO) cuya reunión fundacional organizó en Madrid en 1980.

Esta en posesión de varias condecoraciones entre las que destacan La Gran Cruz de la Orden del Mérito Civil de España; La Gran Cruz de la Orden del Mérito Civil de Alemania y la Cruz de la Orden del Mérito Civil de Francia.

TECNOCART
TECNOLOGIA CARTOGRAFICA

- * FOTOGRAMETRIA AEREA Y TERRESTRE
- * CARTOGRAFIA DIGITALIZADA
- * TOPOGRAFIA
- * VUELOS FOTOGRAMETRICOS
- * RESTITUCION ANALITICA Y ANALOGICA
- * DIBUJO CARTOGRAFICO
- * ESGRAFIADO
- * CALCULO Y PROCESO DE DATOS CARTOGRAFICOS
- * LABORATORIO B/N Y COLOR
- * CONTROL GEOMETRICOS DE OBRAS Y COLABORACION EN PROYECTOS DE INGENIERIA CIVIL

Andalucía Residencial, 4ª Fase MD, 1 - Local 2 - Tlf.: 452 96 45 - Fax: 452 51 01 - 41007 SEVILLA.

FOTOGRAMETRIA Y TELEDETECCION EN ESPAÑA

PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING

*Angel Arevalo Barroso
Director General of the
National Geographic Institute of Spain*

Como en muchos otros aspectos de la actividad social y económica, España viene realizando un enorme esfuerzo en la obtención de información sobre el territorio, como paso instrumental necesario para objetivos prioritarios de nuestro desarrollo, tales como son el conocimiento exacto del medio físico, a efectos de su control ecológico y su protección medioambiental, la planificación técnica de infraestructuras, la racionalización de los recursos y su explotación y, en suma, la representación fiable y actualizada de nuestra realidad geográfica y territorial, en todos estos objetivos y aplicaciones, la herramienta fundamental de observación y de captura y tratamiento de datos está constituida por la fotogrametría aérea y por la teledetección aérea o espacial.

Dentro de este espectacular proceso de desarrollo y modernización, la actividad fotogramétrica y la utilización de la teledetección se han incrementado fuertemente en España durante los últimos diez años, afrontando proyectos de gran magnitud y ambiciosas realizaciones que sitúan a nuestro país en una posición internacional de relevante interés, avance sostenido y

As a many other aspects of its social and economic activities, Spain has been making an enormous effort to obtain information on its territories as a necessary step toward carrying out priority objectives for our development, such as an exact knowledge of the physical environment for its ecological control and environmental protection, the rationalization of resources and their exploitation and, in a word, a reliable and up to date representation of our present geographical and territorial situation. For all these objectives and applications, the fundamental tool for observation and the obtaining and treatment of data, is aerial photogrammetry and aerial or space remote sensing.

Within this spectacular process of development and modernization photogrammetric activities and the use of remote sensing have greatly increased in Spain over the last ten years. Project of great magnitude and ambitious schemes of relevant interest have been carried out that place our country in a position of international interest, sustained and progressive advancement, growing competitiveness and proven practical capacity.

Within Western Europe, of which Spain forms a part, our national territory and that of France, are the most extensive and is also that with the greatest variation in topographic relief after Switzerland. Both these geographic characteristics imply the need for careful technical and economic projects, the existence or good production capacity and continuity within the work carried out.

Under these circumstances, the moderate amount of photogrammetric activity of the seventies underwent rapid growth by the end of the eighties, together with an intensive use of remote sensing, which helped to consolidate the specialized business sector, with its important increase in technology investments and its attractive commercial offers, in accordance with the strong demand mainly through the public sector generated by the large projects for territorial information.

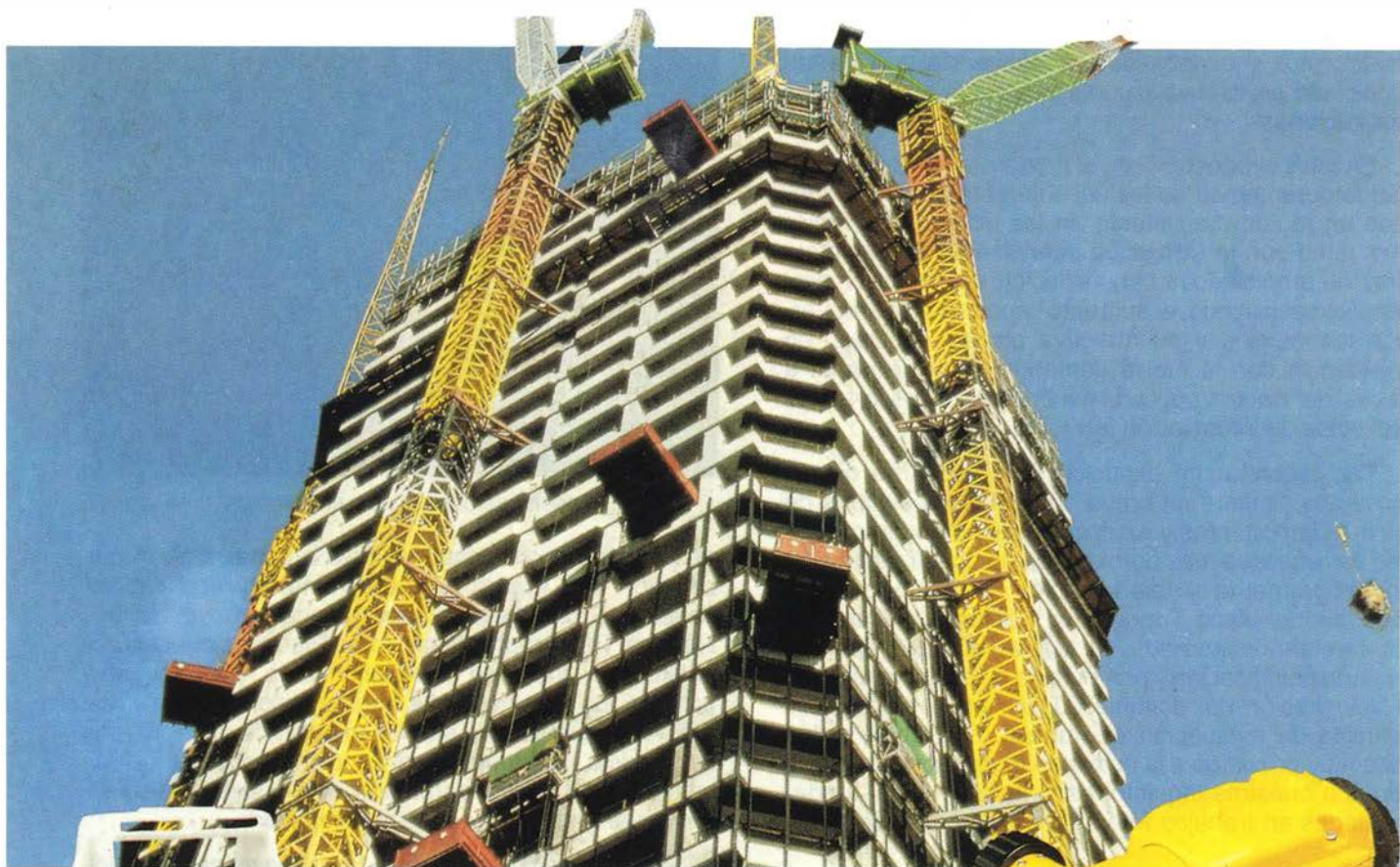
To give you an idea of some of these projects, I shall limit my brief comments to some of the most important



INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Foto de J.A. García

Nikon

Función Plena; Rentabilidad Garantizada



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

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

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

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

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

Teodolito electrónico NIKON, NE-20S

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



Nivel automático NIKON, AX-1S

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

REGO
REGO & CIA. S.A.

28037 MADRID

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

DELEGACIONES:

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

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

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

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

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

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

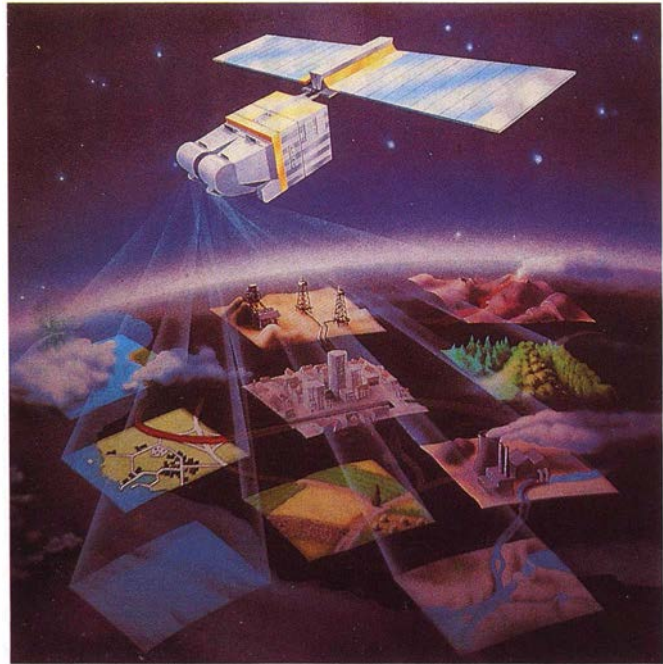
progresivo, competitividad creciente y capacidad práctica probada.

En el ámbito europeo occidental, en el que España se integra, nuestro territorio nacional es, junto con el de Francia, el más extenso y, tras Suiza, el de mayor variación de relieve topográfico. Ambas características geográficas implican la necesidad de ajustados proyectos técnicos y económicos, la existencia de elevada capacidad productiva y continuidad mantenida en las realizaciones.

En tales circunstancias, el moderado nivel de actividad fotogramétrica de los años setenta ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos ochenta lo que, junto con la utilización intensiva de la teledetección, ha propiciado la consolidación del sector empresarial especializado, el aumento importante de su inversión tecnológica y su atractiva oferta comercial, en coherencia con la fuerte demanda, principalmente a través del sector público, generada por los grandes proyectos de información territorial.

Por concretar mi exposición en varios de dichos proyectos, limitaré mi breve comentario a algunos de los más importantes y extensos que, por lo tanto, pueden dar una idea más aproximada de nuestra situación en fotogrametría y teledetección. Selecciono, entre ellos, los del Mapa Topográfico Nacional, el Catastro, los inventarios agrarios, el Mapa de ocupación del suelo, la planificación y proyecto de la red de carreteras, la delimitación del dominio público en la costa y los estudios de evaluación de impacto ambiental, todos ellos muy próximos a la actividad de nuestro Instituto o afines a nuestras inquietudes y, en todo caso, fundamentados en trabajos fotogramétricos o de teledetección.

El Mapa Topográfico Nacional constituye la misión de mayor envergadura entre cuantas están encomendadas al Instituto Geográfico Nacional, ya desde la creación de éste, en 1870. Definido en la época fundacional para su realización y publicación a escala 1:50.000, ocupó la mayor parte de los medios disponibles en nuestro Organismo, culminándose su publicación en 1968. A su fin, prosiguieron los siempre penosos trabajos de actualización cartográfica y, al tiempo, se emprendieron realizaciones no sistemáticas a mayor escala, comenzándose a restituir y formar cuartos de hojas a escala 1:25.000. Alcanzamos los años ochenta sin un proyecto definido y decidido para realizar toda la cobertura del territorio nacional a esta escala y con una producción global de apenas un 10% del hipotético Mapa. En 1985 se emprendió la revisión general de los proyectos cartográficos del Instituto, decidiéndose la programación del nuevo Mapa Topográfico Nacional a la mencionada escala de 1:25.000. Hace ahora siete años, España estaba a punto de ingresar en la Comunidad Europea y de asumir con ello, un ambicioso e intenso proceso de modernización general con un espíritu absolutamente decidido de incorporación al desa-

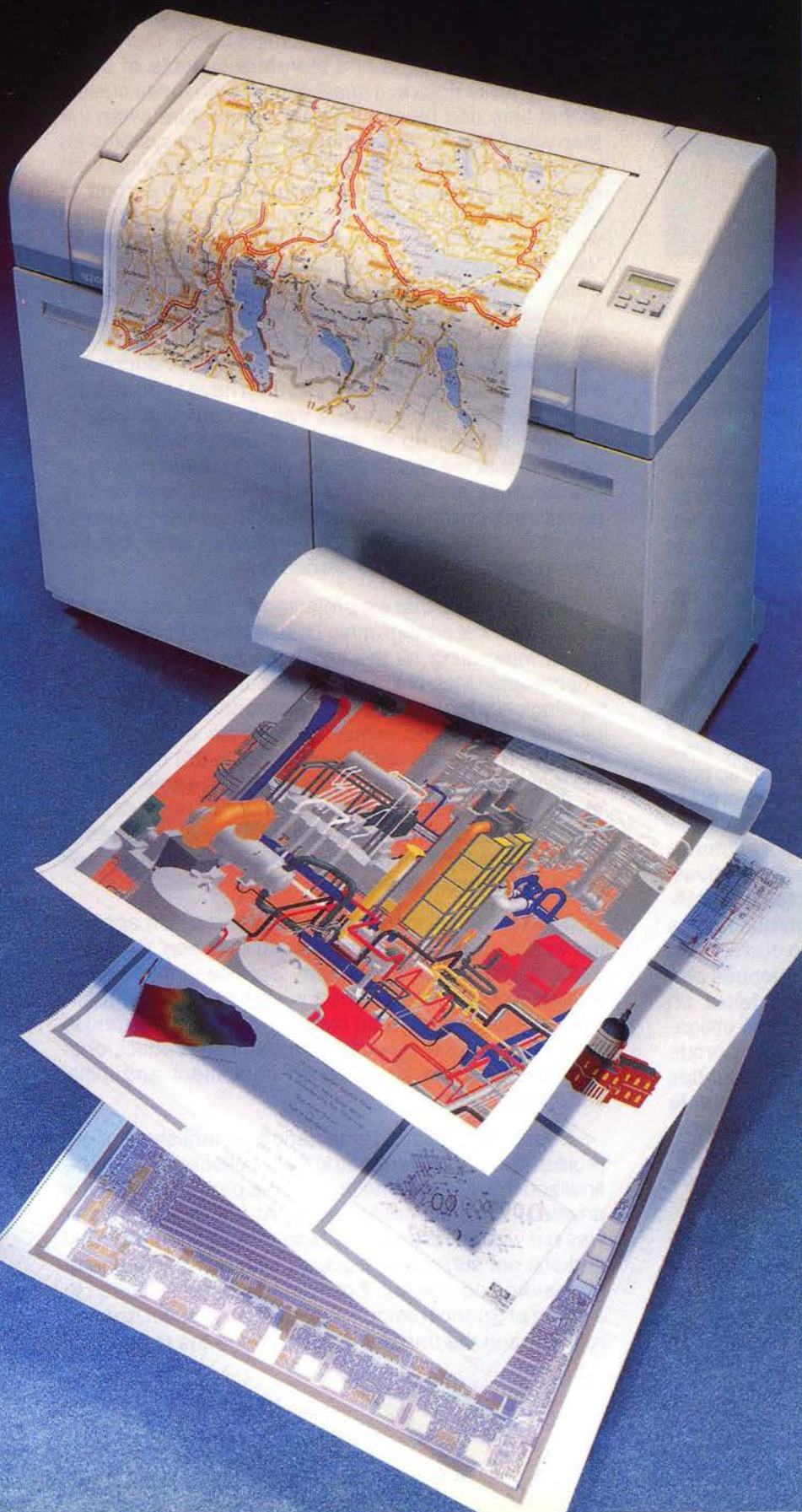


POSIBILIDADES DE LA TELEDETECCION

and extensive ones that will give a better idea of our situation with regard to photogrammetry and remote sensing. From these I have selected those for the National Topographic Map, Urban Planning, agricultural inventories, the land occupation map, planning and projects for road networks, the definition of public domain on the coast and studies to evaluate environmental impacts, all closely related to the activities of our Institute or to our concerns and, in all cases, based on photogrammetric or remote sensing work.

The national Topographic Map is the most important mission of all those placed in the hands of the National Geographic Institute since its creation in 1870. When it was first begun, it was intended to be carried out and published at a scale of 1:50.000 and occupied the greater part of available means within our Organisation, culminating with its publication in 1968. Thereafter came the arduous task of cartographic updating and, at the same time, non-systematic work was carried out to a larger scale to begin setting up and forming quarter pages at a scale of 1:25.000. The eighties arrived without a definitive and decisive project for carrying out a total coverage of the national territory at this scale and with an overall production of hardly 10% of the hypothetical Map. In 1985 a general review was carried out of the Institute's cartographic projects and it was decided to programme the new National Topographic Map at the said scale of 1:25.000. Seven years ago Spain was about to enter the European Community and thus assume an ambitious and intense general modernization process, with a decisive intention of entering into the process of development of the European community. Because our Map would be used extensively (and it fact it was, to a very large extent) it had to be completed with

La Última Elección: El Plotter Color CalComp 68000.



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

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



Alta Calidad y Velocidad con sólo Pulsar un Botón.

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

 **CalComp**

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

Deseo recibir más información de la Serie
CalComp 68000.

Nombre _____

Dirección _____

Ciudad _____

C.P. _____

Provincia _____

Teléfono _____



RESTITUCION ANALITICA

rollo comunitario europeo. Para lo que fuera utilizable nuestro Mapa (y había de ser mucho), éste debería aspirar a ser completo y plenamente fiable, pero sobre todo, tenía que ser verdaderamente útil para nuestra sociedad.

En muchas ocasiones, desde entonces, he empleado el concepto de "utilidad" de nuestra cartografía intentando completar sus clásicos objetivos de calidad, belleza e interés formal por su realización, aunque sin la pretensión de modificar o sacrificar éstos en momento alguno. Nuestro futuro Mapa debía ser útil y, por lo tanto, capaz de ser utilizado en todas sus potenciales aplicaciones, tanto en las entonces usuales como en las previsibles en el próximo futuro en que el Mapa había de estar realizado. La formulación de futuros sistemas de información geográfica (entonces todavía más teórica que de efectiva implantación) nos llevó decididamente al camino de la cartografía digital; pero no podíamos contentarnos con la progresiva incorporación de procesos parciales de "cartografía asistida por ordenador", como expresión muy utilizada por entonces como idea de mejora paulatina de fases productivas. Necesitábamos también un nuevo producto cartográfico (el producto útil en ese futuro seguro) porque no nos podíamos permitir dedicar el gran esfuerzo que en todo era necesario, para tener que emprender después otro largo y arduo proyecto de transformación hacia un nuevo producto actualizado y útil. Nos creímos obligados a proyectar con un cierto grado de riesgo, porque la seguridad metodológica y útil. Nos creímos obligados a proyectar con un cierto grado de riesgo, porque la seguridad metodológica nos abocaba a un futuro necesariamente insatisfactorio, tanto en cuanto a la naturaleza y actualidad del propio producto como a plazos de su realización.

En el nuevo Mapa que proyectamos en 1986 se definió como una Base de Datos cartográfica numérica en tres dimensiones, integradora de todos los componentes del Mapa Topográfico Nacional a la escala convencional de 1:25.000, formados topológicamente y dotados

total reliability and, above all, it had to be truly useful for our society.

On many occasions since then I have used the concept of "usefulness" applied to our cartography, in an attempt to extend its classical objectives of quality, beauty and formal interest in its fulfilment, while at no time intending to modify or sacrifice these. Our future Map had to be useful and therefore capable of being used for all its potential applications, both those current at that time and those foreseen in the future when the Map was finished. The formulation of future systems for geographic information (at that time more theoretical than actually implanted) led us strongly along the road of digital cartography. However, we could not be satisfied with a progressive incorporation of partial processes for "computer assisted cartography", the expression then widely in use for the idea of a gradual improvement in the production phases. We also needed a new cartographic product (the useful product for the real future) because we could not consent to make these enormous efforts that would be required and then have to undertake a further, long and arduous transformation project to produce a new, up to date and useful product. We believed that we had to project with a certain degree of risk because methodological safety would lead us to a necessarily unsatisfactory future, both with regard to the nature and the actuality of the product itself and the time in which it had to be carried out.

The new Map that we projected in 1986 was defined as a numerical cartographic Data Base in three dimensions, integrating all the components of the National Topographic Map at the conventional scale of 1:25.000, topologically formed and with geographic continuity and all fully interrelated within a complete model of our country. This data base (known as BCN-25) had to give the geometry and initial codification by the sole method of photogrammetric restitution with a numerical or analytical register, in order to obtain the digital data of our cartography from the moment it is obtained and, as I said, in three dimensions.

The numerical installation of our restitution apparatus was carried out in three stages between 1986 and 1988, and our Photogrammetry Service undertook extensive work to develop menus and working programmes able to give optimum output in the operation and to form an appropriately codified restitution product, checked by interactive visualization equipment and initial cartographic handling.

Because of the short time periods established for our project (the photogrammetric data collection had to be finalized in 1994) we had to seek the participation of the private photogrammetric sector. At that time the latter was not well accustomed to Map restitution at 1:25.000 and still not sufficiently equipped with numerical photogrammetric equipment. Following a formal invitation to a group of Spanish companies, the carrying out of some real test and the transfer of the same to the technology



RESTITUIDOR ANALITICO
SERIE **PA-2000**

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



TOPCON ESPAÑA, S.A.

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

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



de continuidad geográfica, plenamente interrelacionados entre sí en un modelo completo de nuestro territorio. Dicha base de datos (denominada BCN-25) debía obtener su geometría y codificación inicial por la vía indudable de la restitución fotogramétrica dotada de registro numérico o analítica, a fin de conseguir los datos digitales de nuestra cartografía desde el momento de su captura y, como decía, en sus tres dimensiones.

La instalación numérica de nuestro parque de aparatos restituidores se realizó en tres etapas, entre 1986 y 1988, levándose a cabo en nuestro Servicio de Fotogrametría una amplia labor de desarrollo de menús y programas de trabajo capaces de facilitar el óptimo rendimiento de la operación y de conformar un producto de restitución adecuadamente codificado y revisado mediante equipos interactivos de visualización y manipulación cartográfica inicial.

Dados los cortos plazos establecidos para nuestro proyecto (cuya captura fotogramétrica de datos había de estar finalizada en 1994) hubimos de recabar la participación del sector fotogramétrico privado, poco acostumbrado por entonces a la restitución del Mapa a 1:25.000 y no suficientemente dotado todavía con equipos fotogramétricos numéricos. Tras la invitación formal a un conjunto de empresas españolas, la realización de unas pruebas reales y la transferencia a las mismas de la tecnología desarrollada en el Instituto, se procedió a sucesivos concursos de contratación de servicios, durante los tres últimos años.

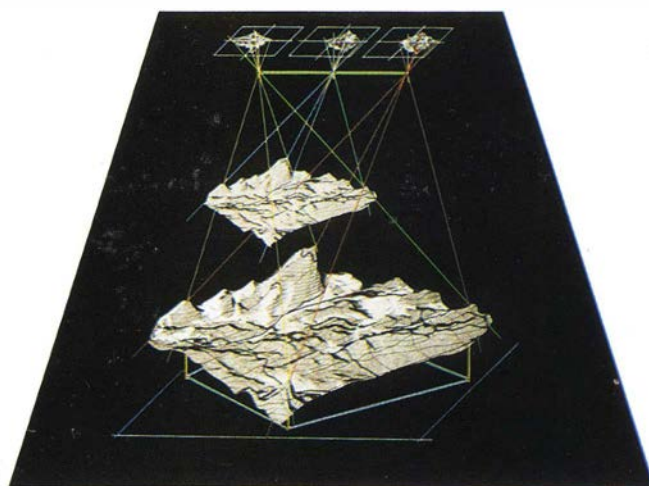
El resultado obtenido no ha podido ser más satisfactorio, puesto que entre 1990 y 1992 se ha logrado la restitución numérica de unas dos mil quinientas hojas en total (unos treinta millones de hectáreas, es decir, el 60% del territorio nacional), restando solamente una tarea sobre unas setecientas nuevas hojas que, ya con toda seguridad, podrán ser finalizadas en 1993. Con ello, no sólo se habrá acertado en un año el plazo previsto para ello, sino que habremos podido comenzar, también un año antes de lo previsto, la dedicación de los medios propios de restitución a la importante labor de actualización del Mapa, sobre todo en relación con sus hojas anteriores a 1988, cuya restitución y formación es analógica, aunque estén incorporadas al nuevo Mapa a través de su digitalización, efectuada a partir de 1989.

No debo seguir hablando de nuestra BCN-25 (aunque es evidente que me gusta hacerlo) puesto que debería atender a otros de los que presenté como importantes proyectos fotogramétricos y de teledetección en España.

Además, al deber limitar mi comentario a estos aspectos técnicos, remitiré al lector interesado en nuestra cartografía digital básica a otros escritos o conversaciones. Mencionaré, no obstante y de pasada, que los plazos de implantación instrumental y metodológica de BCN-25, entre 1987 y 1990 fueron aprovechados

desarrollados dentro del Instituto, sucesivas ofertas de licitación fueron hechas durante los tres últimos años para contratar estos servicios. El resultado obtenido no pudo ser más satisfactorio, ya que entre 1990 y 1992 la restitución numérica ha sido realizada para un total de unos dos millones quinientas hojas (unos treinta millones de hectáreas, es decir, el 60% del territorio nacional), y sólo queda el trabajo de llevar a cabo unos setecientas nuevas hojas que, casi con toda seguridad, serán terminadas en 1993. Así, no sólo se habrá cumplido el plazo previsto, sino que podremos comenzar, un año antes de lo previsto, la dedicación de nuestros propios medios de restitución a la importante labor de actualización del Mapa, sobre todo en relación con sus hojas anteriores a 1988, cuya restitución y formación es analógica, aunque estén incorporadas al nuevo Mapa a través de su digitalización, iniciada en 1989.

No voy a hablar de nuestra BCN-25 (aunque me gustaría hacerlo) porque también debo mencionar otros proyectos importantes de fotogrametría y sensores remotos en España. Además, como mis comentarios deben estar limitados a los aspectos técnicos, voy a referirme al lector interesado en nuestra cartografía digital básica a otros escritos o conversaciones. Sin embargo, voy a mencionar de pasada que el tiempo necesario para la instalación instrumental y metodológica de BCN-25, entre 1987 y 1990, fue utilizado en el Instituto (y creo que muy bien utilizado) para planificar y llevar a cabo un proyecto idéntico en método y diseño pero limitado en contenido a la cartografía a una escala de nuestra cartografía derivada a esa escala, que fue totalmente formada por la base digitalizada de nuestra cartografía derivada a esa escala, que fue totalmente formada durante los tres años previstos y que constituye nuestra primera base de datos cartográfica completa para todo el territorio nacional, incluyendo el Modelo Digital del Terreno en una cuadrícula ortogonal de 200 metros y resolución altimétrica de cincuenta metros, pero efectivamente ajustada por la introducción de un gran número de puntos dimensionados para todo el contenido de nuestra serie básica a una escala de 1:50.000.



MODELO EN RELIEVE DEL TERRENO, A PARTIR DE PARES ESTEOSCOPICOS

en el Instituto (y yo creo que muy bien aprovechados) para proyectar y realizar un proyecto idéntico en el método y el diseño, si bien limitado en su contenido al correspondiente a una cartografía de escala 1:200.000. Fue la denominada BCN-200 que, constituida por la base digitalizada de nuestra cartografía derivada a dicha escala, se formó totalmente durante los tres años previstos, llegando a constituir nuestra primera base de datos cartográficos completa para todo el país, incluido el Modelo Digital del Terreno en malla ortogonal de 200 metros y resolución altimétrica de cincuenta metros, pero ajustada eficientemente por las introducción de un gran número de puntos acotados, todos los contenidos en nuestra serie básica a escala 1:50.000.

Continúo con mi Instituto Geográfico Nacional, pero entro ya en su área funcional de Teledetección, que fue objeto de redimensionamiento y dotación moderna en 1986. En el I.G.N. se había trabajado en teledetección desde los años setenta, cuando se comenzó a disponer de imágenes obtenidas por los primeros satélites Landsat o por el laboratorio espacial Skylab. A pesar de ello, nuestra dedicación en este campo era bastante incipiente y, sobre todo más de estudio y de realizaciones experimentales que de verdadera producción.

En 1986, con el nuevo y prometedor satélite SPOT ya en funcionamiento y con nuevas y atractivas posibilidades técnicas y comerciales para el tratamiento de imágenes espectrales, la teledetección se nos presentaba como una técnica instrumental de muy importante contribución a nuestra labor de producción cartográfica. Una vez dotado el laboratorio de teledetección del Instituto en este nuevo sentido productivo, se acometieron sucesivos proyectos de trabajo, que brevemente resumo.

En primer lugar, y con independencia de tratamientos y ediciones puntuales de imágenes a pequeñas escalas, se emprendió un proyecto transitorio (1.987 - 1990), pero de interesante contenido cartográfico y, también, experimental por cuanto se trataba de obtener ortoimágenes corregidas y tratadas del producto SPOT pancromático, a escala 1:50.000, a fin de proceder a la actualización selectiva de nuestro antiguo Mapa topográfico Nacional a dicha escala y, complementariamente, a la publicación de dichas ortoimágenes, al objeto de su divulgación general y consulta de expertos. Fue un intenso periodo de tratamiento de estas imágenes, correspondientes a unas doscientas hojas del Mapa, es decir, a unos nueve millones de hectáreas, en el que, además, se adquirió la cobertura de todo nuestro territorio en imágenes SPOT.

Pronto, en 1988, recibimos con interés el proyecto de la Comunidad Europea por obtener el Mapa de Ocupación del Suelo en sus doce estados miembros, dentro del Programa CORINE de Medio Ambiente. Recibido el encargo formal del mencionado proyecto para España, se procedió a la adquisición, corrección y

I shall continue with my National Geographic Institute enter now into its functional area of Remote Sensing, the object of redimensioning and modernization of equipment in 1986. Work on remote sensing had been carried out in the N.G.I. since the seventies when we first began to receive images obtained by the first Landsat satellites or the Skylab space laboratory. In spite of this, our dedication to this field was rather incipient and, above all, more in the nature of study and experiments than real production. In 1986, with the new and promising SPOT satellite working and with new and attractive technical and commercial possibilities for the treatment of spectral images, remote sensing was felt by us to be an instrumental technique that offered a very important contribution to our work of cartographic production. Once the remote sensing laboratory in our Institute received this new production technique, successive projects were undertaken that I shall summarise briefly.

In the first place, and independently of specific treatment and editions of small scale images, a transition project was undertaken (1987-1990) of interesting cartographic content and also experimental insofar as it was an attempt to obtain corrected and treated orthoimages of the panchromatic SPOT product at a scale of 1:50.000, in order to selectively update our old National Topographic Map at that scale and, in addition, to publish these orthoimages for general interest and consultation by expert. It was an intensive period of treatment of these images, corresponding to two hundred sheets of the Map, some nine million hectares, during which we acquired coverage of our whole country in SPOT images.

Early in 1988 we were most interested to learn of the European Community project to obtain a Land Occupation Map for its twelve members states, within the CORINE Environmental Programme. Having received a formal order for the project for Spain within this project, national coverage was acquired, corrected and treated in images from Landsat/5, in a working edition at a scale of 1:100.000 and, based on the same, the photointerpretation, coding and digitalization of circumscribed areas with sixty four classes of occupation and use and with a minimum discrimination of areas of 20 hectares. The work was completed in 1991 and satisfactorily delivered to the European Commission following its installation in a SIG selected by the CORINE Directorate, with Spain being the first European country to have this product following the experimental project first carried out in Portugal. As planned, the Land Occupation Map of Spain has been loaded into our own Information System, SIGNA, and related to BCN-200 that I commented on before. In parallel, and as complements deduced from the above the complete series of orthoimages of the Spanish territory has been published at the scale of 1:100.000 and completed with a further two series of our country at scales of 1:250.000 and 1:500.000 respectively.

tratamiento de la cobertura nacional en imágenes del Landsat/5, su edición de trabajo a escala 1:100.000 y, en base a las mismas, la fotointerpretación, codificación y digitalización de contornos de parcelas, con sesenta y cuatro clases de ocupación y uso y con discriminación mínima de parcelas de 20 hectáreas. El trabajo fue finalizado en 1991 y satisfactoriamente entregado a la Comisión Europea, tras su instalación en un SIG seleccionado por la Dirección de CORINE, siendo España el primer país europeo que dispone de dicho producto, tras el proyecto experimental realizado en Portugal previamente. El Mapa de Ocupación del Suelo en España ha sido cargado, según estaba previsto, en nuestro propio Sistema de Información SIGNA, y relacionado con BCN-200, de la que antes hice algún comentario. Paralelamente y como productos complementarios deducidos del anterior, se ha publicado la serie completa de ortoimágenes a escala 1:100.000 del territorio español, completándose con otras dos series, a escalas respectivas de 1:250.000 y 1:500.000 de nuestro país.

En paralelo con la actividad del I.G.N., pero en íntima relación con el mismo, durante estos últimos años se ha realizado la cobertura de todo el territorio nacional en ortofotos a grandes escalas (de 1:5.000 a 1:1.000) como base para la realización del nuevo Catastro. Ha sido ésta una prueba más de la capacidad del sector fotogramétrico español, gracias al que ha sido posible esta magna tarea en tan corto periodo de tiempo.

Me limito ya a citar muy brevemente algunos otros trabajos importantes en las técnicas que nos ocupan, puesto que el espacio previsto para estas notas está ya agotándose.

La fotogrametría española ha colaborado y hecho posible, durante los últimos años, la finalización del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos agrarios, a escala 1:50.000, así como la realización (en plazos record) de los extensos inventarios de la vid y del olivar, en relación con los programas agrarios de la CEE. En otro ámbito de gestión, el de las infraestructuras civiles, la fotogrametría ha propiciado entre otros, el magno proyecto de modernización de la red de carreteras españolas que incluye la construcción de más de seis mil kilómetros de nuevas autovías y carreteras de alta capacidad; la delimitación del dominio público de los casi seis mil kilómetros de costa y otros muchos proyectos de carácter nacional, regional y local.

La teledetección, entre tanto, ha sido introducida en otros ámbitos funcionales diferentes al del Instituto Geográfico Nacional u Organismos cartográficos regionales, entre los que destacan las realizaciones del Instituto Cartográfico de Cataluña, que tiene editadas diversas coberturas del territorio de dicha Comunidad Autónoma española, así como abundantes trabajos aplicados a diferentes proyectos. Los estudios y producciones en teledetección, llevados a cabo por la Agencia del Medio Ambiente de Andalucía, han puesto de manifiesto, también, una probada capacidad del

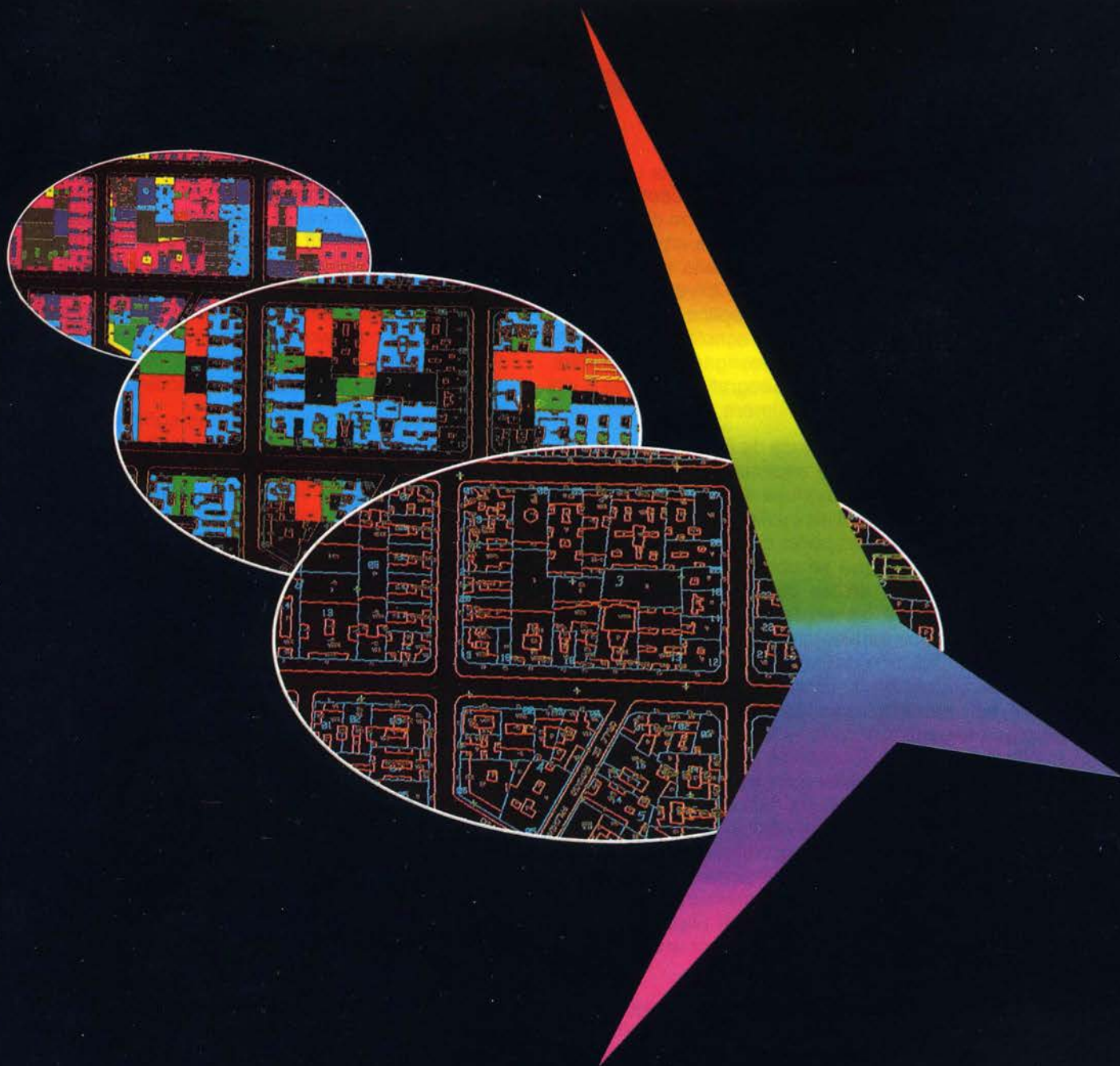
Parallel with the I.G.N. work and intimately related to the same, over the past few years the whole territory has been covered by large scale orthophotos (from 1:5.000 to 1:1000) as a bases for carrying out the new Rating of Buildings. This was yet another test of the capacity of the Spanish photogrammetric sector, thanks to whom the carrying out of this huge task possible in such a short time.

I shall now mention very briefly some other important work in the techniques we are discussing, since there is little space notes to cover everything.

Over the last few years, Spanish photogrammetry has collaborated in and made possible the finalising of the Map of Agricultural Crops and Uses, at a scale of 1:50.000, and the drawing up (in record time) of extensive inventories of vineyards and olive groves, related to EEC agricultural programmes. In another area, civilian infrastructures, photogrammetry has aided, among other things, in the huge modernization project for the Spanish road network that includes the construction of more than six thousand kilometers of new highways and high capacity roads; the delimitation of public domain over the almost six thousand kilometers of coastline and many other projects of a national, regional and local nature.

Remote sensing, in meantime, has been introduced into other functional areas other than those of the National Geographic Institute or regional Cartographic Organisations and special mention can be made of the work of the Cartographic Institute of Catalunya which has edited various coverages of the territory of that Autonomous Spanish Community, as well as abundant works applied to different projects. The studies and productions in remote sensing carried out by the Environmental Agency of Andalucía has also underscored a proven capacity for development attained in this subject. In the University, teaching and research into remote sensing has gradually intensified and spread and special mention can be made of the achievements of the Departments of Geography in the Madrid University of Alcalá de Henares and that of Thermodynamics in the University of Valencia. In applied research we can note the programmes of the Geo-mining Technology Institute, the National Institute for Agricultural Research, the Institute of Economy and Applied Geography and the Jaime Almera Institute of Geology, among others.

Another field of applications for the techniques of remote sensing that I believe is of particular interest is that currently being developed in Spain to study and analyze qualitatively and quantitatively the effect of large infrastructure works on the natural environment in which they are set, and actions are already being taken both in the project stage, during the so-called environmental impact studies, and in the stage of follow-up and control of environmental effects through the observation and quantification of excavations, dumps and waste heaps, affected water sources, etc... Regarding this,



ESTUDIO TOPOGRAFICO, S.A.

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

desarrollo alcanzado en esta materia. En la Univer-sidad, la docencia e investigación en teledetección se extiende con paulatina intensidad, siendo destacables en este sentido los logros de los departamentos de Geografía de la Universidad madrileña de Alcalá de Henares y de Termodinámica de la Universidad de Valencia. También en investigación aplicada, son de señalar los programas del Instituto Tecnológico Geomine-ro, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, del Instituto de Economía y Geografía Aplicada y del Instituto de Geología Jaume Almera, entre otros.

Otro campo de aplicaciones de las técnicas de teledetección que me parece especialmente interesante, es el que viene desarrollándose actualmente en España para el estudio y análisis cualitativo y cuantitativo de la incidencia de grandes obras de infraestructuras en el entorno natural en que se ubican, ya se actúe en la etapa de proyecto, en los denominados estudios de impacto ambiental, ya en la fase de seguimiento y control de efectos ambientales, a través de la observación y cuantificación de excavaciones, vertidos y es-combreras, afección de cauces, etc. Son ya importantes, en este sentido, los trabajos efectuados por alguna empresa española para la Administración o Empresas Públicas, mediante la obtención de datos a través de sensores multispectrales colocados en aviones a cota variable, según los objetivos del estudio concreto. Se trata de un método realmente eficiente y de muy elevada resolución, entre cuyas aplicaciones recuerdo haber quedado muy gratamente impresionado con las efectuadas sobre obras del nuevo Ferrocarril de Alta Velocidad Madrid-Sevilla y sobre las de algunas grandes obras de autovías o hidráulicas, así como con ocasión de inundaciones padecidas.

Entiendo que cubrí mis posibilidades de extensión y que, al menos a modo de muestra, reflejé ya los suficientes ejemplos para ofrecer una idea cabal de la capacidad y potencialidad de la fotogrametría y de la teledetección en España. Cierto es que no hablé de los vuelos fotogramétricos que se ejecutan en mi país, pero no lo hice porque resulta bastante evidente la dotación disponible, tanto en aeronaves como en instrumentación fotográfica, a la vista de los numerosos y variados vuelos fotogramétricos que han sido soporte de los proyectos y realizaciones comentados. Baste decir, sin embargo, que todos ellos fueron realizados por empresas españolas y que, en cuanto a medios, han sido posibles vuelos de toda altitud, escala y características. En cuanto a nuestro nuevo Mapa Topográfico Nacional, sólo señalar que los vuelos utilizados han ido ascendiendo en estos últimos años desde una escala inicial 1:30.000 (habitualmente utilizada hasta 1988) hasta la actual escala de 1:70.000, con pruebas realizadas hace dos años con un vuelo 1:40.000. Indicar, finalmente, la realización creciente de vuelos en color y, en otro sentido, la abundante labor de laboratorios fotográficos para reproducciones de los vuelos en aplicaciones posteriores.

important works has been done by some Spanish companies for the Administration or Public Companies, through the obtaining of data using multispectral sensors placed in aircraft at variable height, according to the specific objectives of the study. This is a really effective method with very high resolution. Among its applications I remember being very much impressed by those carried out for the work on the new Madrid-Sevilla High Speed Train and others for some large highways or hydraulic works, and also when flooding occurred.

I believe that I have continued sufficiently long and have offered at least a sampling with sufficient examples to give a general idea of the capacity and potential of photogrammetry and remote sensing in Spain. Of course I have not talked about the photogrammetric flights carried out in my country, but I did not do so because the equipment available is obvious, both regarding aircraft and photographic instruments, in view of the numerous and varied photogrammetric flights that have been the support of the projects and achievements commented on. However I should mention that they were all carried out by Spanish companies and that, regarding means, flights were possible at altitudes, scales and characteristics. As for our new National Topographic Map, I need only say that the flights used have increased over the past few years from an initial scale of 1:30.000 (normally used until 1988) up to the present scale of 1:70.000, with tests carried out two years ago with a flight at 1:40.000. Finally I should mention the growing use of flights in colour and also the extensive work by photographic laboratories to reproduce the flights for later applications.

I shall summarise my overall opinion of the photogrammetric and remote sensing sector in Spain by recalling the existence and systematic work of at least ten public photogrammetry production and/or research bodies (these already mentioned plus the Geographic Services of the Army and the Cartography and Photographic Services of the Air Force, among others), six more for production, research and application of remote sensing; seventeen Public Teaching Centres in which photogrammetry and Remote Sensing studies are offered, including the new degree in Geodesic and Cartography Engineering; three professional associations, including those of the Spanish Cartography, Photogrammetry and Remote Sensing Society with 400 active members, and also ASTOFO and the Spanish Remote Sensing Association that group together the companies in these sectors. As for the private commercial sector, we should note the existence of some seventy photogrammetry and commercial sector, we should note the existence of some seventy photogrammetry and restitution companies, six photogrammetry flight companies and a further six dedicated to remote sensing, while at the level of regular publications there are already five magazines that dedicate their pages to articles on these techniques. Finally I shall conclude with a figure for the annual Spanish production in both fields, estimated to



ELECTRONICA VILLBAR, S.A.

DELEGACION
Y SAT



C/. Barón Castillo Chirel, 3

☎ **570 39 51** (5 líneas)

FAX: 570 24 43

(DESDE 1965)

C/. Lagasca, 103

☎ **563 97 00 - 563 49 17**

FAX: 563 09 14



KENWOOD / NETSET

COMUNICACIONES PROFESIONALES



**TELEFONO
MOVIL TMA**

- PORTATIL
- FIJO
- VEHICULO
- DE BOLSILLO

SERVICIOS

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

BUSCAPERSONAS

- RECEPTORES COBERTURA NACIONAL
- REDES PRIVADAS
- VENTA O ALQUILER

PANASONIC

- TELEFONOS DE COCHE
- SUPLETORIOS TELEFONICOS
- CONTESTADORES Y FAX



Resumiré mi opinión global sobre el sector fotogramétrico y de teledetección en España, recordando la existencia y el funcionamiento sistemático de al menos diez organismos públicos de producción y/o investigación en fotogrametría (los ya citados, más los Servicios Geográfico del Ejército y Cartográfico y Fotográfico del Aire, entre otros), seis más de producción, investigación y aplicaciones de teledetección; diecisiete Centros Públicos docentes en los que se imparten estudios de fotogrametría y teledetección, con 400 miembros de número, así como ASTOFO y la Asociación Española de Teledetección, que agrupan a las empresas de los respectivos sectores. En cuanto al sector privado comercial, señalar la existencia de unas setenta empresas de fotogrametría y restitución, seis compañías de vuelos fotogramétricos y otras seis dedicadas a teledetección, mientras que en el plano de las publicaciones regulares son ya cinco las Revistas periódicas que dedican sus páginas a artículos sobre estas técnicas. Finalmente, concluyo con una cifra del valor de la producción anual española en ambos terrenos, estimando que asciende hasta muy cerca de los veinte mil millones de pesetas de facturación, es decir, algo más de los 200 millones de dólares USA durante el último año.

El informal y atropellado "currículum" de la fotogrametría y la teledetección españolas, que me propuse exponer en las anteriores páginas, no sólo se motivaba en la conveniencia de recordar las actividades y las realizaciones que se llevan a cabo en nuestro país. Tenía, también, otros dos objetivos complementarios que explicitó para terminar, ambos fundamentados en la elevada capacidad lograda y en la que creo muy conveniente apertura del sector al ámbito internacional de la cooperación técnica.

Se trata, en efecto, de atender a una demanda cierta y extendida de participación española en los proyectos internacionales de información geográfica y territorial, como contribución e instrumento básico para el desarrollo de los pueblos. La capacidad técnica y de producción fotogramétrica y de teledetección, que en España se ha desarrollado como consecuencia de la intensa demanda interior de estos últimos años, ha alcanzado el peso específico suficiente como para competir dignamente en el concierto internacional de la información geográfica, en el que amplias regiones del planeta son, todavía, deficitarias. Entre tales regiones, algunas poseen características culturales, históricas o geográficas íntimamente relacionadas con las españolas, lo que propicia colaboraciones, no sólo más fáciles y cómodas de mantener, en base al idioma, a las costumbres y a la comprensión entre las personas e instituciones, sino también más eficientes y fructíferas en su ejecución y resultados.

Entre esas regiones, en las que la colaboración española parece especialmente adecuada dentro del ámbito de la información geográfica, destaca sobre todas

reach almost twenty thousand million pesetas in invoicing, that is a little more than 200 million US dollars, over the past year.

The informal and uneven "curriculum" of Spanish photogrammetry and remote sensing that I have tried to present in the previous pages arose not only from the desire to record activities and work carried out in our country. It also has two other, complementary objectives that I would like to end by explaining, both based on the great capacity achieved and on the, to my mind, most fitting opening of the sector towards international technical cooperation.

It involves attention to a sure extensive demand for Spanish participation in international project for geographic and territorial information, as a contribution and basic instrument for the development of all countries. The technical capacity and photogrammetric and remote sensing production that has developed in Spain as a consequence of the great internal demand over the last few years, has reached a sufficient specific weight to honourably compete in the international arena of geographic information, in which wide regions of the planet are still deficient. Among these regions, some possess cultural, historic or geographic characteristics that are closely related to those of Spain, which aids in making collaboration not only easier and simpler to maintain based on the language, customs and understanding between people and institutions, but also makes their execution and result efficient and fruitful.

Among the regions in which Spanish collaboration appears to be particularly appropriate within the field of geographic information, special mention can be made of the Latin American countries. I do not wish to offer the usual and obvious arguments of history, culture and language, which are absolutely certain and shared, to express my conviction that such collaboration can and should be very satisfactory for all; rather I want to consider pragmatic reasons that (together with the former) should offer great comparative advantages. Making a topographic or urban map and, above all, maintaining and managing it, are not only technical and productive tasks. The geographic objective is not only the result of a technological process, nor it is industrial construction or mounting. Geographical information is obtained directly from the land and, however sophisticated the procedures for observation and data treatment, it is always necessary to have direct contact with the land, with the country and with the inhabitants. Field training, support or collection of toponyms, the question of collecting urban rating characteristics of lots or the lot or administrative sectioning and so many other basic tasks of geographic work, have their principal difficulties in the work and relationship between geographers and difficulties in the work and relationships between persons, between geographer and cartographer and the inhabitants of the country in which the work is done with their respective difficulties of access, communication, understanding of the reasons for the work,

el conjunto de los países iberoamericanos. No deseo los comunes y obvios argumentos históricos, culturales e idiomáticos, absolutamente ciertos y compartidos, para expresar mi convicción de que esa colaboración puede y debe ser muy satisfactoria para todos, sino que creo conveniente considerar razones pragmáticas que (junto a aquellas) han de proporcionar grandes ventajas comparativas. Levantar un mapa topográfico o catastral, y sobre todo, mantenerlo y gestionarlo, no son tareas solamente técnicas o productivas; el objetivo geográfico no es solamente el resultado de un proceso tecnológico, ni, desde luego, el de construcción o montaje industrial. La información geográfica se obtiene directamente del terreno, y, por muy sofisticados que sean los procedimientos de observación y tratamiento de los datos, siempre es necesario el contacto directo con el suelo, con el territorio y con los habitantes del mismo. La formación de campo, el apoyo de la recogida de toponimia, la encuesta de recogida de las características catastrales de las parcelas, los deslindes parcelarios o administrativos y tantas otras tareas fundamentales de la confección geográfica, presentan sus principales dificultades en la gestión y el trato entre las personas, entre los geógrafos y sus respectivas dificultades de acceso, comunicación, comprensión de los fines del trabajo, recelos sobre consecuencias futuras del trabajo, etc.

Todo lo anterior, que no por evidente es suficientemente tenido en cuenta, genera o puede generar las más serias dificultades para lograr un trabajo geográfico adecuado. Pero no son sólo éstos los problemas que la colaboración española puede resolver mejor en el trabajo geográfico en los pueblos americanos, en términos comparativos. Hay otro tipo de cuestiones, más referidas al proyecto técnico y al diseño de las instalaciones y sistemas de producción, conservación y gestión de la información geográfica, en las que la experiencia española puede aportar un interés neto para los organismos especializados de los países hermanos de Iberoamérica, en mi opinión convencida. Me refiero a nuestra experiencia vivida en la superación de una larguísima etapa histórica de retraso geográfico, a nuestro esfuerzo de modernización por "quemar etapas" en el camino decidido hacia el desarrollo y a nuestro conocimiento adquirido sobre la oferta tecnológica actual, sus limitaciones, frustraciones y éxitos, según los casos, en relación con un Organismo productor, gestor o usuario de información geográfica, muy poco diferente de los que han de realizar tales tareas en cualquiera de los países iberoamericanos.

En este complicado y costoso recorrido hacia la dotación de sistemas y organizaciones productivas de información geográfica moderna, en las arduas fases de formación y adiestramiento del personal y de definición metodológica de los procesos, nuestra experiencia ha sido muy intensa y, en mi opinión, fructífera. En base a dicha experiencia me atrevo a afirmar que no es posible encontrar la solución a nuestros problemas de



IMAGEN MULTIESPECTRAL

suspensions regarding the future consequences of the work, etc.

All the above, obvious but insufficiently taken into account, generates or may generate serious difficulties in carrying out good geographical work. But these are not the only problems in which Spanish collaboration may improve geographic work in the countries of the Americas, in comparative terms. There are other types of questions, referring more to the technical project and design of installations and production, conservation and management systems for geographic information in which Spanish experience can contribute net interest for the specialized bodies in sister countries of Latin America. Of this I am fully convinced. I refer to our lived experience in overcoming a very long historical period of geographic backwardness, to our efforts to modernize "at full blast" along the road towards development and our knowledge acquired regarding current technology available, its limitations, frustrations and successes, in each case, in relation to a producing, managing or user organization of geographic information, very little different from those who will undertake such tasks in any Latin America country.

reconversión y gestión moderna de la producción geográfica en ninguna oferta meramente comercial, por muy adecuada y competitiva que esta pueda parecer; que no existe posibilidad racional de éxito en un sistema cerrado de información geográfica, por muy desarrollado que esté, al menos en el momento actual; que en la producción geográfica existen multitud de fases y procesos que sólo es posible resolver optimizando las soluciones parciales en un contexto general de compatibilidad, lo que exige huir de soluciones cerradas a una marca o a un sistema comercial, Poner "todos los huevos en la misma cesta", com a mí me gusta expresar el concepto que defiendo, no sólo no es prudente ni económico, sino que en nuestro caso es una barbaridad puramente técnica, puesto que no existen panaceas estandarizadas, ya que no existen situaciones de partida idénticas ni objetivos exactos a corto y medio plazo.

Todo proyecto geográfico, ya sea de levantamiento y edición del mapa de un territorio, ya de organización y diseño productivo, ha de estar orientado y definido sobre la base del conocimiento experto e informado de sus responsables sobre una labor previa de asesoramiento específico y de contraste experimental de soluciones presuntamente eficaces y sobre un planteamiento abierto no condicionado por compromisos comerciales preestablecidos.

En este enfoque se motiva y orienta en ofrecimiento serio de cooperación que la fotogrametría, la teledetección y, en general, las técnicas de información geográfica en España realizan hacia el mundo iberoamericano y, cómo no, hacia todas las restantes regiones del Planeta en las que nuestra actitud pueda ser bien recibida. Iniciamos, pues, una nueva etapa de actuación internacional en la que queremos ser auténticamente eficaces y no sólo bien intencionados. En este movimiento, el Instituto Geográfico español desea desempeñar el papel que de él puede esperarse, es decir, la prestación de garantía técnica que debe suponer su finalidad, ajena al ánimo de beneficios económicos y plenamente definida por los objetivos de la tarea geográfica bien hecha, como contribución necesaria y urgente al desarrollo. De esta forma (y así se promueve en muchas empresas españolas del sector), el I.G.N. y su actual Organismo Autónomo C.N.I.G. comienzan a ofrecerse como socios de empresas y grupos privados para la realización del trabajo geográfico en colaboración con los países u organizaciones internacionales en los que tal cooperación pueda resultar conveniente, oportuna y competitiva.

El segundo de los objetivos complementarios del presente artículo, al que me refería anteriormente, es al tiempo colofón del mismo, como podría haber sido su introducción motivadora. Se refiere, en relación con todo lo dicho hasta el momento, a la presentación de la candidatura de Madrid como sede del próximo XVIII Congreso Internacional de la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección. Nuestra pretensión se

In this complicated and costly journey towards the installation of productive systems and organizations for modern geographic information, in the arduous phases of training and improving personnel and the methodological definition of processes, our experience has been most intense and, in my opinion, fruitful. Based on this experience I would dare to affirm that it is impossible to find a solution to our problems of reconversion and modern management of geographic production in any merely commercial supply, however appropriate and competitive it may appear. That there is no rational possibility of success in a closed system of geographic information, however developed it may be, at least at the present time; that within geographic production there exist a multitude of processes and phases that can only be resolved by optimizing partial solutions within a general context of compatibility, which means rejecting closed solutions of a single brand or commercial system. Putting "all one's eggs in one baskets", as I like to express the idea I am defending is not only imprudent and uneconomical, but in our case is a purely technical mistake, since there are no standard panaceas because there are no situations with identical bases, no exact objectives at the short or medium term.

Every geographic project, whether it be drawing and edition of a map of a region, or the production organisation and design, must be orientated and defined on the basis of the expert and informed knowledge of those responsible, based on prior specific consultancy work and experimental comparisons of presumably effective solutions and based on an open idea that is not conditioned by pre-established commercial undertakings.

With this view there can be a serious motive and orientation in the offer of cooperation that photogrammetry, remote sensing and general, geographic information techniques in Spain make to the Latin American world and, why not, to all the other regions of the Planet in which our attitude may be well received. Thus we are beginning a new stage of international activity in which we want to be truly efficient and not only offer good intentions. Within this movement, the Spanish Geographic Institute wishes to play the part due to it, that is, to offer technical guarantees that arise from its public aims, removed from the desire for economic profits and fully defined by the objectives of well done geographic work, as a necessary and urgent contribution to development. In this way (and it is thus promoted in many Spanish companies in the sector) the N.G.I. and its present Autonomous Body the C.N.I.G., are beginning to offer themselves as associates in companies and private groups to carry out geographic work in collaboration with countries and international organizations in which such cooperation may be appropriate, opportune and competitive.

The second complementary objective of this present article, to which I referred above, is the time colophon if the same, as its motivating introduction could have been. Related to all that said above, it refers to the

basa y se justifica en la que he estimado como muy importante expansión de este sector en España y se motiva en la ya expuesta orientación comercial de cooperación internacional que tenemos decidida en estas materias. La primera circunstancia nos proporciona, en nuestra opinión, la capacidad suficiente para garantizar un ambicioso y fructífero XVIII Congreso de la I.S.P.R.S., mientras que la segunda nos aporta un interés evidente por lograr que Madrid y España sean lugar de encuentro mundial par toda la comunidad científica y técnica de la fotogrametría y la teledetección y, al tiempo, foco para la proyección de estas técnicas y de la cooperación internacional en su desarrollo.

Si a esa capacidad y a ese interés puestos de manifiesto, unimos las característica hospitalidad española, sus importantes infraestructuras disponibles para un Congreso como el esperado y la garantía de las posibilidades españolas en organizaciones del máximo nivel internacional, como repetidamente se ha demostrado durante el presente emblemático año, no me cabe la menor duda de que el de 1996 ha de ser un magnífico Congreso de la I.S.P.R.S. En esa convicción basamos nuestra esperanzada candidatura al mismo.

Nos queda, en todo caso, la seguridad de que el XVIII Congreso será muy satisfactorio y exitoso, cualquiera que se la candidatura elegida para su organización, puesto que los dignísimos queridos colegas que ofrecen Glasgow y Viena están en perfectas condiciones, como nosotros, para garantizar el éxito, como es evidente. Se trata, a la postre, de elegir una sede entre las tres ofrecidas y estoy seguro de que los delegados nacionales acertarán plenamente en su decisión, puesto que las tres serán totalmente suficientes y capaces. Esa decisión estará basada en criterios democráticos de oportunidad, conveniencia estimada y otros parámetros complementarios o concretos, entre los que los relativos a Madrid deben ser considerados y por nosotros defendidos como de los más adecuados entre los posibles.

Desde la oportunidad del XVII Congreso de la I.S.P.R.S. de Washington 1992, proyectemos y decidamos el XVIII Congreso de 1996 y que este tenga lugar en Madrid si es que así lo decide nuestra Sociedad Internacional, De ser de esta forma, estemos todos seguros de que nuestras expectativas se verán plenamente satisfechas y de que ese posible XVIII Congreso de la I.S.P.R.S. de Madrid 1996 colmará los objetivos planteados, con el esfuerzo y la responsabilidad de la fotogrametría y la teledetección españolas que, unidas alrededor de la Sociedad Española y de nuestro Instituto Geográfico Nacional, van a poner todo lo necesario para ello. Que así sea.

presentation of the candidature of Madrid as the site of the next XVIII International Congress of the International Photogrammetry and Remote Sensing Society. Our claim is based on, and justified by what I consider the extremely important expansion of this sector in Spain, and motivated by the already explained commercial orientation of international cooperation that we have found in these subject, The former gives us, in our opinion, sufficient capacity to guarantee an ambitious and fruitful XVIII Congress of the I.P.R.S.S. while the latter offers us an obvious interest in seeing Madrid and Spain as the site of a worldwide meeting of the whole scientific and technical community of photogrammetry and remote sensing and, at the same time, as a focal point for the projection of these techniques and international cooperation in their development.

If to that capacity and interest shown we add the characteristic Spanish hospitality, its important infrastructures available for the Congress as planned, and the guarantee of Spanish possibilities in organizations at the highest international level, as has been repeatedly demonstrated during the present, emblematic year, I do no doubt for one moment that 1996 will see a magnificent congress of the I.P.R.S.S. On this conviction we base our candidature for the same.

In any event we are certain that the XVIII Congress will be very satisfactory and successful, whoever the candidate chosen to organize it, since our honoured and dear colleagues who offer Glasgow and Vienna are obviously, like us, perfectly able to guarantee such success. In the end it is a question of choosing a site from the three offered and I am sure that the national delegates will be fully correct in their decision, since the three are completely sufficient and capable. The decision will be based on the democratic criteria of appropriateness, estimated convenience or other complementary or specific parameters, among which those related to Madrid must be considered and are defended by us as being the most appropriate among all possibilities.

On the occasion of the XVII Congress of the I.P.R.S.S. in Washington 1992, let us project and decide on the XVIII Congress in 1996 and may this be in Madrid if our International Society so decides. If so, we may all be sure that our hopes will be fully realized and that the possible XVIII congress of the I.P.R.S.S. in Madrid in 1996 will fulfill all objectives raised, with the effort and responsibility of Spanish photogrammetry and remote sensing than, joined in the Spanish Society and our National Geographic Institute will offer everything required. This is our hope.

During more than thirty years, GRAFINTA, S.A. has excelled in providing engineering supplies for the mapping industry. Through its international network of exclusive sales agreements with the leading companies, GRAFINTA, S.A. has been recognized as the best source of instruments and consumables for Surveying, Cartography, Photogrammetry and Geodesy.

With the advent of the Global Positioning System and its alliance with the TRIMBLE NAVIGATION LTD. company, GRAFINTA, S.A. decided to branch out on a new company under the name of GPSNAV, S.A., which could take care of all GPS applications other than Surveying or Geodesy, such as time, navigation, Defense, vehicle tracking, etc. To this end, GPSNAV was incorporated on January 1990, as a GRAFINTA, S.A. wholly owned subsidiary. And in the field of vehicle tracking, GPSNAV, S.A. was selected by the Barcelona Olympic Organization Committee (COOB'92) to provide equipment and services to control the position of the buoy marks and the accurate establishment of the Regata Fields in the yacht races which are part of the Olympic Games.

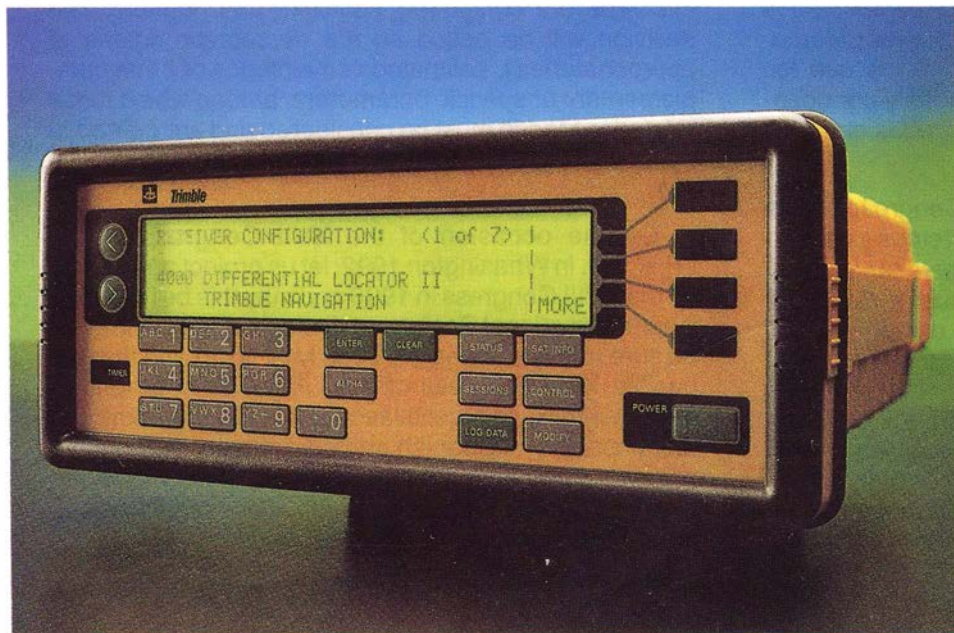
GPSNAV, S.A. was appointed Olympic Official Supplier of Equipment for Control and Tracking of Maritime Platforms.

Es bien sabido que nuestra compañía se ha esforzado desde su nacimiento en ofrecer a su clientela potencial los productos más modernos, siguiendo los avances de la tecnología y manteniendo siempre una información actualizada de los instrumentos, técnicas o consumibles más aconsejables en cada momento para las actividades que atendemos: Cartografía, Topografía, Fotogrametría y Geodesia. Como ejemplo podemos recordar los sistemas de rotulación Leroy, únicos en su tipo después de casi 30 años; la película de poliéster Herculene, que significó un cambio radical en las técnicas de dibujo comunes en Fotogrametría, etc.; más recientemente, fuimos otra vez pioneros en técnicas GPS con los receptores Trimble de Topografía y Geodesia.

Y es en esta línea donde nuestra compañía ha hecho un esfuerzo singular. Dado que las técnicas GPS son de aplicación en campos diversos, distintos a los de Topografía y Geodesia, nuestra compañía creó otra filial, la S.A. General de Posicionamiento Simplificado y Navegación, GPS-NAV S.A., que se ocupase de todas las aplicaciones GPS distintas a las cartográficas. GPS-NAV S.A. fue dotada del personal técnico y de ventas necesario para realizar su cometido. Dispone asimismo de los medios adecuados para realizar el mantenimiento y reparación de equipos GPS y cuenta con dos especialistas, diplomados por Trimble Navigation Ltd., para realizar los trabajos de mantenimiento y puesta al día. Y en uno

de estos campos, el seguimiento de plataformas móviles, GPS-NAV S.A. ha visto compensados sus esfuerzos al haber sido elegida por el COOB'92 como empresa colaboradora para aportar el sistema de control, vigilancia y navegación de las embarcaciones que marcan y regulan los triángulos de las Regatas Olímpicas.

GPS-NAV S.A., especialistas en GPS. Con técnicos en navegación, sistemas de seguimiento de plataformas móviles, aplicaciones militares y tiempo. Su éxito en la colaboración con los Juegos Olímpicos COOB'92 es una muestra más de la dedicación y esfuerzo que tanto GPS-NAV S.A. como GRAFINTA S.A. ponemos en el servicio de nuestros clientes.



NUEVO RECEPTOR TRIMBLE 4000 DLII

Receptor GPS empleado en el diseño de los triángulos olímpicos, ya que sus características nos permiten obtener posiciones, en tiempo real, entre 2 y 5 metros.

GPS Receiver used in establishing the Olympic Regatta Triangles by providing positioning to an accuracy of 2/5 meters under real time differential work.



© 1988 COOB'92, S.A. TM

**EQUIPOS PARA SEGUIMIENTO Y CONTROL
DE PLATAFORMAS MARITIMAS**
Material deportivo Oficial de los
Juegos Olímpicos de Barcelona '92

inta
ANONIMA

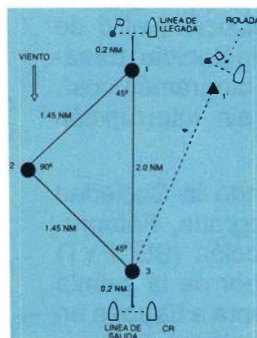
GPS NAV

*La única compañía de España dedicada, exclusivamente,
a técnicas de posicionamiento y navegación GPS.*

**CONTROL Y SEGUIMIENTO
DE PLATAFORMAS
MARITIMAS (CSPM)**



Desarrollo informático que se apoya en equipos GPS y le permite seguir el movimiento de una flota completa de vehículos y embarcaciones a lo largo del país. GPSNAV ha sido seleccionado por el comité olímpico como suministrador oficial del equipamiento para el control y seguimiento de plataformas marítimas.



XVIII CONGRESO DE LA SOCIEDAD INTERNACIONAL DE FOTOGRAMETRIA Y TELEDETECCION 1.996

Profesor Dr. Rodolfo Nuñez
de las Cuevas.

Presidente de la Asociación Española de
Cartografía, Fotogrametría y Teledetección

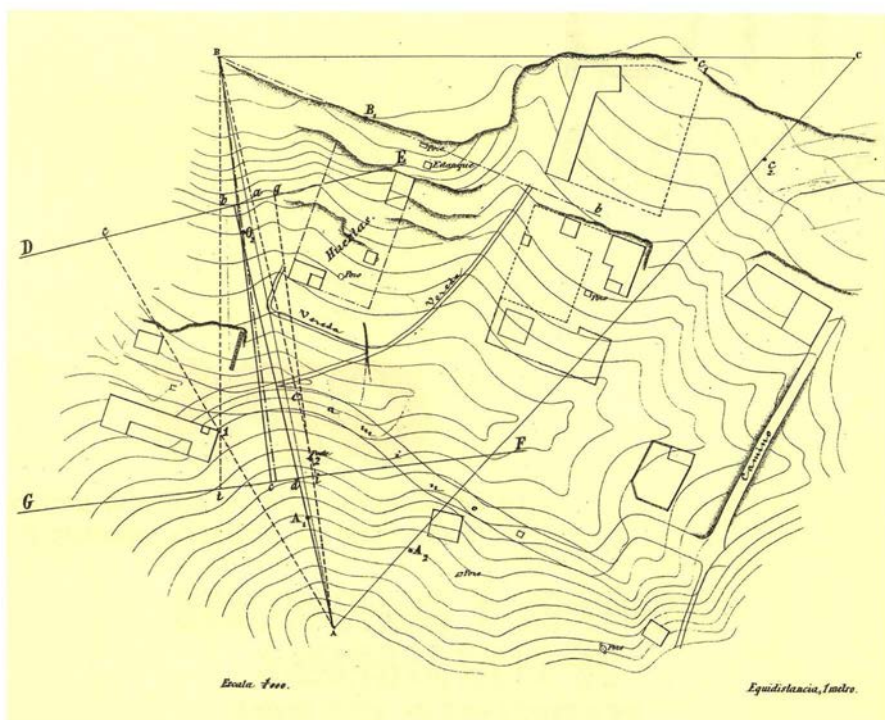
1. Madrid aspira a ser sede del XVIII Congreso de la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección.

El profesor E. Dolezal fundó en Viena en 1907, la Sociedad Internacional de Fotogrametría y entre sus miembros fundadores figuraba el ingeniero geógrafo español y académico, Dr. J.M. Torroja.

Durante más de 25 años, el Dr. Torroja realizó una extraordinaria labor en el campo de la fotogrametría; de él dijo el profesor Dolezal que "coronó una obra inteligente y constante con la Constitución, el 5 de marzo de 1927, de la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos". (1) que funcionó sin interrupción hasta 1936.

En 1977 se fundó la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección (SECFYT) que continúa la labor de la extinta Sociedad y representa a España en la Sociedad Internacional de Fotogrametría y Teledetección (ISPRS). Esta Sociedad ha celebrado hasta ahora 17 congresos internacionales (2) de los que ninguno tuvo lugar en España.

Por esta razón, por la participación desde su creación en las actividades de la ISPRS y por la situación y desarrollo alcanzados por la Fotogrametría y la Teledetección en España, la Sociedad que me honro en presidir, presentará la candidatura de Madrid, como la sede de la XVIII Conferencia General de la ISPRS



Levantamiento Fotogramétrico de la Barrancada de Vistahermosa (Madrid). Autor: Capitan de Estado Mayor Luis Torres y Quevedo. 1886. Utilizó una cámara fototopográfica de su invención.

que se celebrará en Washington D.C. del 2 al 14 de agosto del presente año.

Para llevar a cabo tan importante congreso, el Instituto Geográfico Nacional, en caso de ser elegida Madrid, será responsable de la organización del mismo y su director general, D. Angel Arévalo será propuesto como director del XVIII Congreso; nombramiento que deberá ser ratificado por la citada Asamblea. A esta iniciativa de nuestra Sociedad y del Instituto Geográfico Nacional, han respondido con su total apoyo; la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; el Ministerio de Obras Públicas y Transportes; el Ministerio de Economía y Hacienda, representado por el Centro de Gestión Catastral y Cooperación Tributaria; el Ministerio de Defensa, del que dependen el

Servicio Geográfico del Ejército, el Instituto Hidrográfico de la Marina y el Centro Cartográfico y Fotográfico del Aire; la Universidad Politécnica de Madrid, cuyo rector, el profesor Dr. Rafael Portaencasa es miembro de honor de nuestra Sociedad y la Asociación Empresarial de Trabajos Topográficos y Fotogramétricos (ASTOFO).

(1). Dolezal, E.; *La fotogrametría en España*. Anales de la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos. Tomo I. Resumen 2. Madrid 1928. pag.37.

(2). Viena (1913); Berlín (1926); Zurich (1930); París (1934); Roma (1938); La Haya (1948); Washington D.C. (1952); Estocolmo (1956); Londres (1960); Lisboa (1964); Lausanne (1968); Otawwa (1972); Helsinki (1976); Hamburgo (1980); Río (1984); Kyoto (1988); Washington (1992).



Dr. J.M. Torroja. Ingeniero de Caminos e Ing. Geógrafo. Académico de Ciencias y fundador de la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos.

2. Justificación de la Propuesta

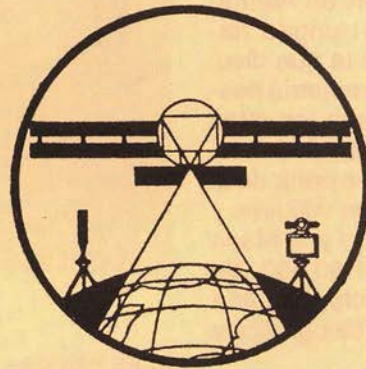
Apoyamos la propuesta en antecedentes históricos, actual desarrollo económico y en nuestra capacidad de organización basada en la infraestructura y medios disponibles.

2.1. Antecedentes Históricos

En 1862 el general español Antonio Terrero publicó un trabajo sobre "Aplicaciones de la Fotografía al Levantamiento de Planos Topográficos", (3) donde desarrolló la teoría epipolar, que fue dada a conocer en 1883 por el profesor Guido Hauck (4). En 1863 la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de España convoca el concurso ordinario de premios sobre el tema "Errores probables que resultan de los planos topográficos deducidos de dos perspectivas fotográficas, teniendo en cuenta todas las causas de error que pueden influir en su producción". Recibió el premio la memoria presentada por el Coronel francés Aimé Laussedat, y se considera como la primera recompensa oficial a la fotogrametría.

En 1863 el ejército se interesa por las aplicaciones de la fotografía al servicio militar. En 1889 el capitán Luis Torres y Quevedo, realizó un levantamiento fotogramétrico a es-

ANALES DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ESTUDIOS FOTOGRAMÉTRICOS



MADRID

Facultad de Ciencias de la Universidad Central.

Dirección postal: Apartado 3010

Tomo IV 1932-33 Núm. 2

Portada de la primera revista técnica de fotogrametría que inició su publicación en España en 1927.

cala 1:1000 utilizando un fotómetro de su invención. De 1896 data el primer levantamiento de una zona extensa a escala 1:1000 y equidistancia de 5 metros, realizado por el ingeniero Juan Pié y allué; es el primer levantamiento fotogramétrico preciso realizado en España.

Una de las figuras más importantes de la fotogrametría española en esa época, fue el coronel de ingenieros Rafael Peralta, que obtuvo fotografías desde globos y proyectó

un instrumental muy superior al de otros ejércitos para la aplicación de métodos aerofotogramétricos.

(3). Publicado en la Revista "La Asamblea del Ejército y de la Armada" Año V, 2ª época, tercer tomo, pp. 31 a 46.

(4). La prioridad del General Terrero fue demostrada por el Dr. J.M. Torroja en un artículo publicado en el Internacionales Archiv für Photogrammetrie, de Viena, año 1910.

El coronel Peralta también inventó un método fototaquimétrico.

En la primera década de nuestro siglo surgieron dos figuras que contribuyeron decisivamente al desarrollo y aplicación de la fotogrametría: el teniente coronel Más y Zaldúa, profesor de la Escuela de Guerra y el Dr. Torroja, cuya primera andadura en este campo fue su tesis doctoral "Fototopografía teórica y práctica", publicada en 1907.

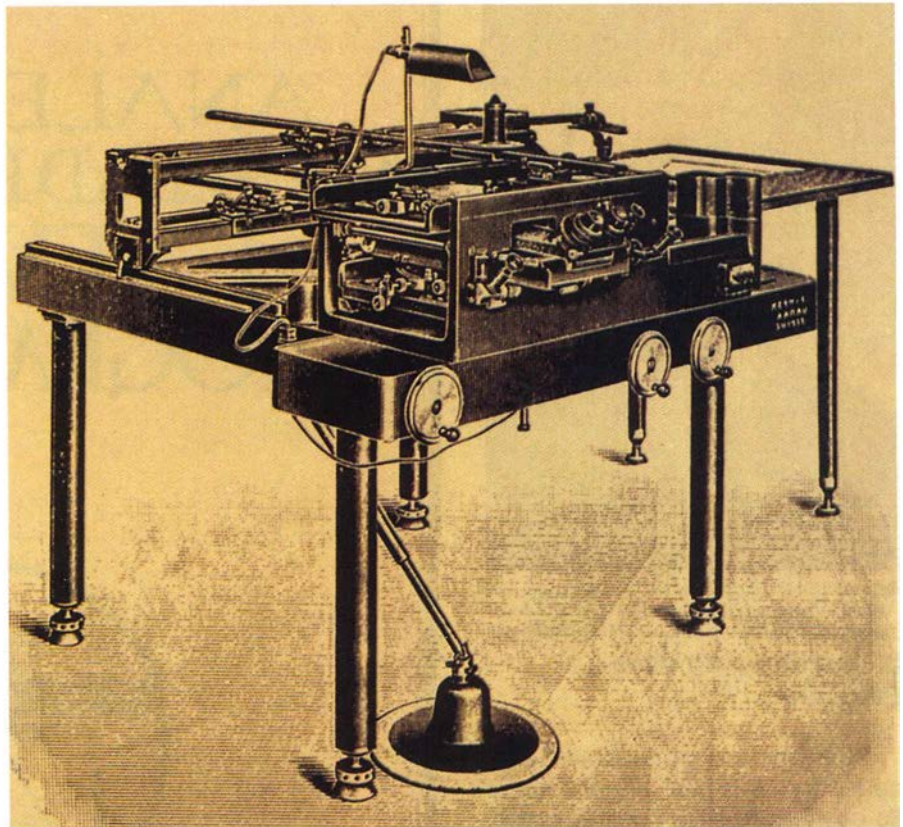
En 1903 Laussedat, en su obra "Reserches sur les Instruments, les méthodes et les dessin Topographie" en la parte dedicada al estudio del progreso de la metrofotografía (5), analiza la situación en Alemania, Inglaterra, Austria, Hungría, Italia, Suiza y España de la que dice: "se interesa de la fotogrametría desde hace más tiempo que los otros países citados". La actividad fotogramétrica se concretó a partir de la fecha en levantamientos militares y de aplicación al catastro y al Mapa Topográfico Nacional 1:50.000. Se creó una brigada de fotogrametría terrestre en el Instituto Geográfico y Catastral.

Comentando la situación de la fotogrametría en España el prof. E. Dolezal, primer presidente de la Sociedad Internacional de Fotogrametría, decía en 1928: "No hay ningún país fuera de Alemania, en que el cultivo y práctica de la fotogrametría sea más intenso que en España. ¡Vivat Sepuens!. (6).

En 1930, el ingeniero español Jesús Ordovás presenta el cartógrafo de su invención, construido en la casa Kern y cuyo fundamento se utilizó más tarde en los equipos fotogramétricos de esa casa en la década de los 80. En 1927 se fundó la Sociedad Española de Estudios Fo-

(5). Laussedat, A. *Reserches sur les Instruments, les méthodes et le dessin Topographiques*, tomo II, 2ª parte, Gauthiers-Villars, París 1903. Pag. 23.

(6). Dolezal, E. *La fotogrametría en España. Anales de la Sociedad Española de Estudios fotogramétricos*, tomo I, núm.2. Madrid 1928.pag.37.



Cartógrafo ORDOVAS 1930.

togramétricos, que funcionó sin interrupción hasta 1936 (Guerra Civil 1936-39). A partir de 1940 el desarrollo y aplicación de la fotogrametría fue lento por falta de medios, los esfuerzos se concentraron en la formación de la Cartografía necesaria para la reconstrucción del país y desarrollo económico.

En la década de los 60 se inicia un resurgir de los trabajos fotogramétricos debido a la necesidad de cartografía a gran escala para concentración parcelaria y mejora de la red de carreteras y en la década de los 70 la fotogrametría alcanza un nivel importante y se crean varias empresas privadas.

2.2 La Fotogrametría y la Teledetección en España. Situación actual.

En 1992, además de los organismos oficiales, hay en España 85 empresas privadas de las que 73 realizan trabajos fotogramétricos, 6 están dedicadas a teledetección y otras 6 llevan a cabo vuelos fotogramétricos.

Podemos decir que que fotogrametría y la teledetección tienen en España un desarrollo y aplicación como no ha existido en tiempos precedentes. La causa inmediata es la necesidad creciente de información de base en los Sistemas de Información Geográfica y los programas para el control de la dinámica del medio físico en nuestro territorio. Como ejemplo podemos citar entre los trabajos más recientes: la Base cartográfica Digital a 1:25.000, la formación de ortofotos, con fines catastrales que cubren todo el territorio nacional; 1.100.000 ortoimágenes, obtenidas a partir del Landsat/5 de todo el territorio; la finalización del mapa de Cultivos y Aprovechamientos a escala 1:50.000 y la entrega a la CEE del Mapa de Ocupación del Suelo de España tipo CORINE 1:100.000, realizado a partir de la información obtenida por Landsat/5. Este mapa está actualmente en forma digital.

A la actividad a nivel nacional, debe añadirse el esfuerzo a nivel autonómico que realizan organis-



NUEVO SERVICIO DE MANTENIMIENTO DE INSTRUMENTOS ELECTRONICOS

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



Isidoro Sánchez, S. A.

PARA MAYOR INFORMACION:

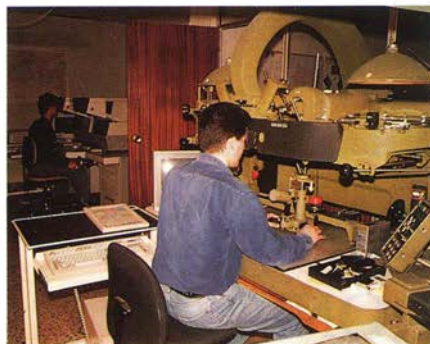


467 53 63

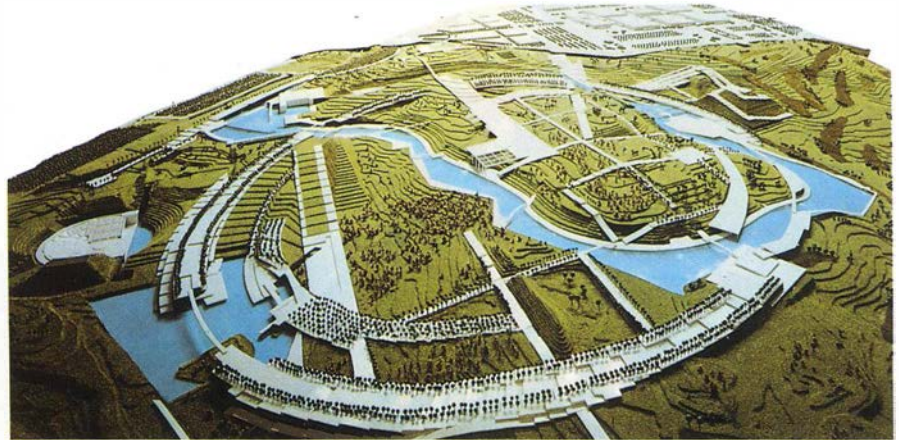
Ronda de Atocha, 16 - 28012 MADRID Fax: (91) 539 22 16

Distribuidor exclusivo de

SOKKIA



Las empresas de fotogrametría españolas están equipadas con las más modernas herramientas existentes en el mercado.



Vista del Parque Juan Carlos I donde se ubica el Palacio de Congresos Y Exposiciones de Madrid.

mos regionales formando mapas a muy diversas escalas, y la que se lleva a cabo, dentro de los planes de cooperación internacional con países de Africa e Iberoamérica.

Los estudios de Fotogrametría pueden realizarse con 5 escuelas Técnicas Superiores, 6 escuelas de Ingeniería Técnica, la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército, el Centro Cartográfico y Fotográfico del Aire y en el Instituto Hidrográfico de la marina. La teledetección se imparte en los centros citados y en las Universidades de Valencia, Barcelona y Alcalá de Henares. En el periodo 91-92 se han presentado 11 tesis doctorales.

Las publicaciones que de forma regular incluyen artículos sobre fotogrametría y teledetección son las siguientes:

- Boletín del Servicio Geográfico del Ejército
- Cartografía y Topografía (Colegio Oficial de Ing. Tec. en Topografía)
- Mapping (Revista independiente de cartografía, Teledetección y GIS)
- Geografía (Revista catalana que publica el Instituto Cartográfico de Cataluña).

Funcionan actualmente en España 4 empresas que trabajan en los campos de investigación y desarrollo relacionados con la Fotogrametría Analítica y digital y Sistemas de Información Geográfica.

En 1977 se creó la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección, que continuó las líneas establecidas 50 años antes por la Sociedad Española de Estudios Fotogramétricos, y que cuenta con 400 miembros de número. Nos honra contar entre sus miembros de honor con el prof. Dr. Cottfried Konecny, presidente de la ISPRS (1984-88) y actual vicepresidente de la ISPRS.

La producción fotogramétrica en España, incluidos vuelos, trabajos de campo y restitución, en el período 1991-92, puede cifrarse en 300 millones de dólares USA.

2.3. Capacidad de organización e infraestructura

La integración de España en la CEE, su crecimiento económico y la modernización de las infraestructuras de nuestro país, llevados a cabo durante los últimos años con motivo de la Exposición Universal de Sevilla y los Juegos Olímpicos de Barcelona unido a sus condiciones turísticas y climáticas, hacen de España el marco adecuado para organizar el XVIII Congreso de la ISPRS, que vendrá a Europa después de 16 años. El último Congreso celebrado en Europa fue el de Hamburgo, en 1980.

A la reconocida hospitalidad española debemos añadir el gran interés demostrado por nuestra comunidad científica y técnica, y especialmente la fotogramétrica. El apoyo a nuestra propuesta ha sido unánime por parte de: la Sociedad Española



VISTA DE MADRID

de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección: los Ministerios de Obras Públicas y Transportes, Economía y Hacienda y Defensa y de las Instituciones científicas y académicas, como la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales y a la Universidad Politécnica de Madrid.

Estas tres razones: hospitalidad, interés de la comunidad científica española y apoyo institucional, forman la base para asegurar el éxito del Congreso en el caso de que Madrid sea elegida como sede del XVIII Congreso de la ISPRS.

Madrid podrá disfrutar en 1996 de un magnífico Palacio de Congresos y Exposiciones con capacidad para más de 300 participantes, y salas de exposiciones donde es posible albergar la Exposición Comercial, la Técnica y la Científica. Este Palacio de Congresos, obra del arquitecto Ricardo Bofill, es un edificio *inteligente dotado de todos los medios necesarios* para llevar a cabo congresos del más alto nivel y su inauguración esta propuesta para 1993. Madrid ofrece también la po-

sibilidad de organizar visitas a los principales centros cartográficos oficiales, centros de investigación y empresas privadas de Fotogrametría y Teledetección. Desde el punto de vista de actividades sociales y excursiones, nuestra capital está extraordinariamente bien situada y en el programa figurarán recepciones y visitas a Toledo, Segovia, La Granja, Avila y El Escorial. Está previsto organizar excursiones antes y después del congreso a Cataluña, Andalucía, Galicia y Levante.

Madrid está conectada por vía aérea con las principales capitales del mundo y dispone de una magnífica red ferroviaria. Está unida actualmente por tren de alta velocidad -AVE- con Sevilla, y en 1996 lo estará con Barcelona y la red francesa. La red de carreteras permite viajar por autovía en los principales ejes nacionales.

3. Programa Técnico del XVIII Congreso de ISPRS

El programa técnico del Congreso lo organizan el Consejo y las 7

Comisiones Técnicas del ISPRS, con los que se mantendrá en contacto el Comité Técnico de la organización nacional. Habrá traducción a los idiomas alemán, francés, inglés y español. Se celebrarán 4 exposiciones:

- Exposición comercial
- Exposición de las organizaciones miembros del ISPRS
- Exposición científica
- Exposición Histórica sobre la evolución de la fotogrametría, bajo el título "140 años de Fotogrametría".

4. Conclusión

Por las razones expuestas y el interés de los expertos españoles en fotogrametría y teledetección, esperamos el voto de los países miembros de la ISPRS para que pueda celebrarse en Madrid, 1996 el XVIII Congreso Internacional de la ISPRS.

¡MADRID OS ESPERA!

MADRID 96

M A D



XVIII CONGRESS
18th
ISPRS

R I D





FOTOGRAFIA AEREA

FOTOGRAFIA MULTIESPECTRAL

PROSPECCIONES GEOFISICAS



AZIMUT.SA

FOTOGRAFIA AEREA-GEOFISICA



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

**Marqués de Urquijo, 11
Telef.: 541 05 00
Fax: 542 51 12
MADRID 28008**



INVESTIGACIONES CIBERNÉTICAS

INGENIERIA EN CARTOGRAFIA

TOPOBASE

Sistema de Información Geografica



Investigaciones Cibernéticas, S.A.
Grupo Iberdrola BBV
Urb. Parque Real, Blq. 1
28280 EL ESCORIAL - MADRID
Tel. (91) 890 20 61 Fax (91) 890 78 73

GENERAL DYNAMICS
Electronics Division

XVII CONGRESS

INTERNATIONAL SOCIETY FOR PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING



SECOND ANNOUNCEMENT

WASHINGTON, D.C. AUGUST 2-14, 1992

IBEROAMERICA DESDE EL ESPACIO: ALGUNAS EXPERIENCIAS SOBRE EL DISEÑO DE UN ATLAS DE IMAGENES DE SATELITE

Emilio Chuvieco y José Sancho
Departamento de Geografía
Universidad de Alcalá

1. INTRODUCCION

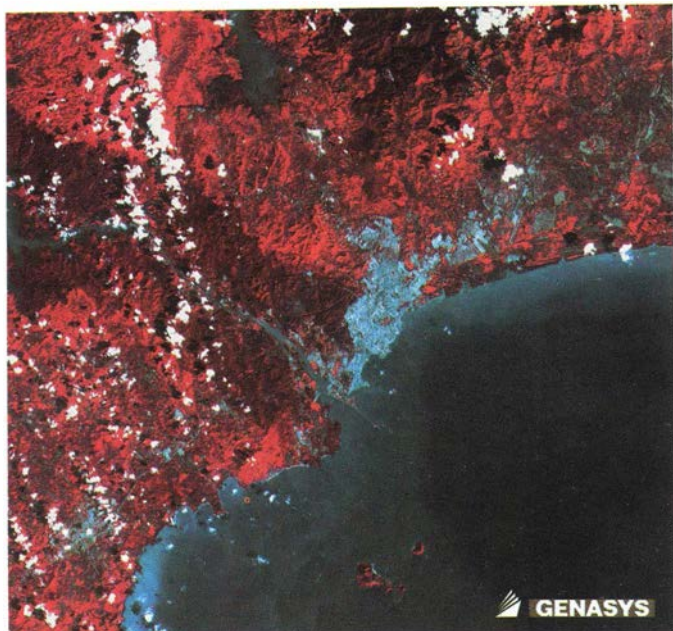
Desde el inicio de la observación exterior de los paisajes terrestres, a bordo de rudimentarios globos o aviones, el hombre ha sido consciente de la gran riqueza informativa que podía proporcionarle esta nueva perspectiva. La mejora de los sistemas aeronáuticos y el desarrollo espacial han permitido confirmar estas primeras impresiones. Gracias a estas técnicas de observación remota, comúnmente denominadas teledetección, se han podido estudiar fenómenos de gran radio de cobertura, muy dinámicos en el tiempo o localizados en áreas inaccesibles, contribuyendo a mejorar notablemente nuestro conocimiento del planeta.

La celebración del V Centenario nos brindó oportunidad para abordar un proyecto que permitiera evidenciar, en un marco amplio de referencia, las múltiples aplicaciones de esta información espacial. A ello se unió nuestro interés por los problemas sociales y medioambientales que afectan al querido continente Iberoamericano. La primera propuesta de trabajo, realizada en 1989, recibió una entusiasta acogida desde Iberoamérica. Así formalizamos la idea de realizar el primer Atlas de imágenes de satélite de los países que forman la comunidad Iberoamericana. Al primer núcleo de personas interesadas en el proyecto, se fueron adhiriendo otros hasta formar un entramado de 24 grupos de trabajo, pertenecientes a 13 países: Méjico, Costa Rica, Cuba, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Chile, Uruguay, Argentina, Portugal y España. Asumimos con gran ilusión la coordinación de este



Imagen SPOT de Bogotá adquirida el 31 de enero de 1991
(cortesía de SPOT Image)

proyecto, que permitiría ofrecer un documento único sobre la gran variedad de paisajes iberoamericanos.



Ciudad de Panamá y el canal (cortesía de SPOT Image)

2. OBJETIVOS

Desde el inicio del proyecto, intentamos evitar que el Atlas se encasillara entre los diversos catálogos de imágenes que ya están publicados (NASA, 1976; Sheffield, 1981 y 1983; Francis y Jones, 1984; Smith, 1984). Pretendíamos que mostrara los rasgos más destacados del continente, y a la vez enseñara al lector a descubrir la información temática que estas imágenes proporcionan.

Por estas razones, el proceso de selección de las imágenes partió del interés del territorio en sí, y no de la calidad intrínseca de la imagen. En otras palabras, no seleccionamos las mejores imágenes disponibles sobre el conjunto de los países analizados, sino los paisajes más interesantes, sobre los que realizamos la búsqueda de las imágenes más convenientes. Esto dificultó notablemente la fase de selección, ya que en algunas zonas la cobertura de nubes es prácticamente permanente. En el caso de Bogotá, por ejemplo, SPOT Image sólo disponía de una adquisición libre de nubes (FIG.1), pese a intentar el registro durante casi cinco años. Otros sectores corrieron peor suerte, como la desembocadura del Orinoco y Amazonas, o las islas Malvinas, que hubieron de desecharse



Barcelona (cortesía de SPOT Image)

ante la ausencia de imágenes disponibles en los archivos del EOSAT y SPOT Image.

Para reforzar nuestro objetivo didáctico, nos propusimos que todas las imágenes incluyeran un croquis temático, que ofreciera una clave interpretativa de esa escena. Esto permitía, por un lado, reforzar el mensaje de que estas imágenes no son sólo documentos estéticos, sino, además una magnífica fuente de información, en algunos casos exclusiva -ante la carencia de inventarios de campo o aerofotográficos- y siempre eficaz. Estos croquis están orientados desde la óptica del propio intérprete, salvaguardando una mínima coherencia entre todos los ejemplos incluidos en el libro. Así, algunos enfatizan la cubierta vegetal del suelo, otros la ocupación agraria, o el sustrato geológico, o las áreas de interés medioambiental. Un croquis de localización acompaña a cada uno de los ejemplos, para situar al lector en el entorno geográfico que se analiza.

Como objetivos indirectos de este trabajo, pretendíamos contribuir a la difusión de las técnicas de teledetección entre los países Iberoamericanos, como una de las herramientas más idóneas para mejorar la información disponible sobre el territorio y sus recursos naturales. Asimismo, se pretendía estrechar los lazos de cooperación científica entre diversos centros de España, Portugal y Latinoamérica en técnicas de análisis y representación de datos geográficos (teledetección, SIG, cartografía).

3. ORGANIZACION Y COMPOSICION

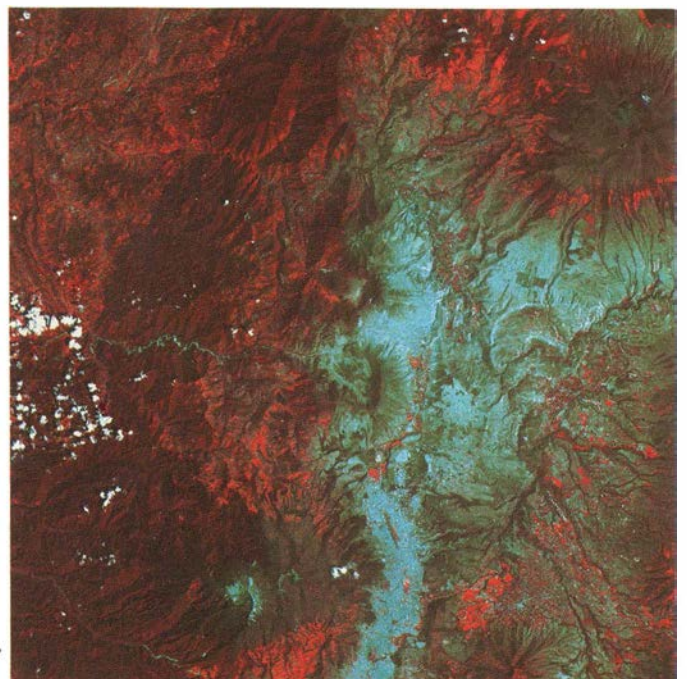
Uno de los elementos clave para garantizar una exposición didáctica de este trabajo era dotarlo de un esquema fácilmente comprensible al lector. En otras palabras, no se trataba de presentar las imágenes en secuencia arbitraria, sino de que respondieran a un esquema claro. En este punto se nos brindan dos opciones. Por un lado, adoptar un enfoque temático, que organizará las imágenes en el marco de aplicación en donde resultarán más convenientes: por ejemplo, recursos mineros, áreas de interés ecológico, cadenas alpi-

nas, etc. Por otro lado, se nos ofrecía la posibilidad de una organización geográfica, a modo de itinerarios regionales.

La solución adoptada combina ambas opciones. Las imágenes se estructuran en tres grandes capítulos: marco natural, asentamientos urbanos y paisajes antropizados. En el primero, se intentan recoger las grandes unidades naturales del continente. Partiendo de la Península Ibérica, en donde se recogen imágenes de los Pirineos, la desembocadura del Guadalquivir y Tenerife, se presentan los ámbitos litorales del Golfo de México, el litoral Pacífico (FIG.2), el Caribe, y las costas templadas atlántica y pacífica, la cordillera de los Andes, las grandes cuencas fluviales (Orinoco, Amazonas y cuenca del Plata), y los paisajes del cono Sur. En cada uno de estos epígrafes, las imágenes se presentan siguiendo un itinerario geográfico de Norte a Sur. Así se parte de la desembocadura del río Grijalba (en México), para culminar con el estrecho de Magallanes.

En el segundo capítulo, se analizan las principales urbes del mundo iberoamericano. Se inicia el repaso con Barcelona (FIG.3), para cruzar el Atlántico hasta las ciudades insulares del Caribe (como Santo Domingo o la Habana), las portuarias (como Lima, Río de Janeiro o Montevideo), y las del interior, distinguiendo aquí entre las de tradición andina (Bogotá, Quito, (FIG.4), la Paz (FIG.5), Mendoza), y las situadas en el interior del continente (México (FIG.6), Brasilia, Sao Paulo).

Por último, el tercer capítulo analiza la actividad humana sobre el territorio, que implica la transformación de los espacios agrarios, los enclaves mineros y las áreas de protección ambiental. En este marco se recogen ejemplos de los paisajes ibéricos, intensamente humanizados (Aranjuez, Castellón, Porto, Faro), de las agriculturas tradicionales y de plantación (Yucatán, Valle del Magdalena), de las regiones templadas (Talca, la Pampa), y de los enclaves de mayor interés ecológico (Galápagos, la Amazonía, Lago Argentino). Asimismo, se incluyen algunos sectores de interés minero, como es el caso de Belo Horizonte, el Salar de Uyuni o Chiquicamata.



Ciudades andinas: Quito (cortesía de SPOT Image)

Cada uno de estos tres capítulos se antecede de una introducción temática al conjunto del continente, realizada por el profesor argentino Mariano Zamorano, que se acompaña por una amplia selección de mapas y gráficos. Previo al desarrollo de los comentarios, hemos introducido un capítulo técnico, que pretende orientar a aquellos lectores poco familiarizados con la lectura de las imágenes espaciales.

4. ALGUNOS DATOS TECNICOS

1. Participantes

Como se apuntó previamente, pretendíamos que este trabajo sirviera como estímulo de la colaboración iberoamericana en el ámbito de la teledetección. Por ello, fomentamos la participación de un amplio número de grupos de trabajo, de países y procedencias muy diversas. En conjunto, han participado 25 grupos, provenientes de 13 países, principalmente del ámbito universitario y de los centros cartográficos nacionales. Esta amplia procedencia ha supuesto una laboriosa tarea de coordinación, que permitiera unificar -dentro de una sana variedad- los criterios interpretativos y el tono de los comentarios. Para ello, se realizó una reunión en Quito, en Marzo de 1991, y se han mantenido numerosos contactos con los diversos participantes.

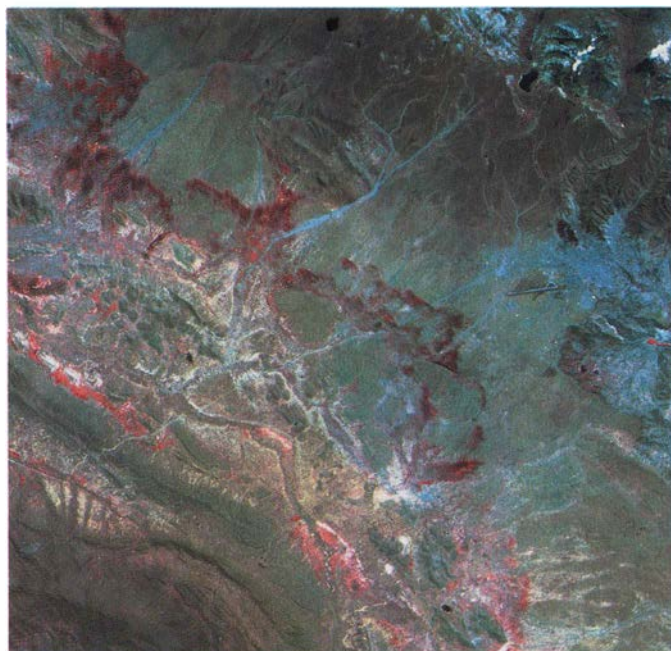
2. Materiales

El conjunto del Atlas incluye, a lo largo de sus 300 páginas, un total de 117 imágenes, 93 distribuidas en ejemplos temáticos, y el resto incluidas en las secciones técnicas y de introducción. La mayor parte de las mismas fueron adquiridas por el satélite Landsat, si bien un pequeño grupo (11) se tomaron de los archivos de SPOT Image. Asimismo, se han incluido en las introducciones 2 imágenes de satélites geoes-tacionarios, otras 2 del NOAA (incluyendo un magnífico mosaico realizado por la empresa norteamericana Eyes on Earth), y algunos ejemplos de técnicas digitales.

Entre las imágenes Landsat, 66 fueron adquiridas por el sensor Thematic Mapper y 34 por el Multispectral Scanner. La combinación de color para las imágenes SPOT y MSS es un falso color convencional (infrarrojo medio (banda 5), para



Sector Central de la ciudad de México (cortesía de SPOT Image)



Ciudades andinas: La Paz (cortesía de SPOT Image)

facilitar la detección de áreas nevadas y recursos minerales). Todas las imágenes correspondientes a los ejemplos temáticos incluyen un croquis interpretativo y otro de localización. En conjunto, estos croquis recogen más de 100 categorías temáticas. En las introducciones, se presentan 16 mapas y 4 diagramas.

3. Entidades colaboradoras

Este proyecto se gestó en el Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares, que cuenta con una cierta experiencia en las aplicaciones temáticas de la teledetección. Además de esta institución, han financiado este proyecto la Sociedad Estatal para la Ejecución de Programas del Quinto Centenario, el Instituto Tecnológico y Geominero y la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología. En la publicación de la obra, también participan la editorial Lunwer y el Centro Nacional de Información Geográfica.

REFERENCIAS

- Bullard, R.K. y Dixon-Gough, R.W. (1985): Britain from Space. An Atlas of Landsat images, London, Taylor and Francis Ltd.
- Francis, P. y Jones, P. (1984): Images of Earth, Londres, George Philip and Son.
- NASA (1976): Mission to Earth. Landsat views the world, Whashington, D.C., SP-360.
- Sancho, J. y Chuvieco, E. (1986): Castellón desde el Espacio, Castellón, Caja de Ahorros.
- Sheffield, C. (1981): Earth Watch, Londres, Sidgwick and Jackson Ltd.
- Sheffield, C. (1983): Man on Earth Watch, Londres, Sidgwick and Jackson Ltd.
- Smith, R.M. (Ed) (1984): Images of the world. An Atlas of Satellite Imagery and maps, Essex, Collins. Longman.



Compilación cartográfica.
Procesadores automáticos.
Traductores.
KDMS: líder en Cartografía Digital

De la restitución
Conversiones analíticas
GALILEO SANTONI II-C



analógica a la analítica: la vía Qasco
para KERN PG2, TOPOCART,
y WILD-B8/B8S, A10, BC1/BC2

Restitución digital:
tecnología de futuro
KORK-DVP: Restituidor digital sobre MS-DOS
Vectores estéreo Kork superpuestos
sobre la imagen de un modelo digitizada en video



Automatizando la mesa del ingeniero:
PLUS III - TERRAMODEL
Modelador de terreno. Proyecto. Trazado.
Hidrografía. Minería.



SAICA

S.A. de Instalaciones Cartográficas



Soluciones compatibles.
Soluciones integradas.
Asistencia técnica y soporte personalizado.

EXPERIENCES AND RESULTS OF THE GPS AERIAL TRIANGULATION TEST URGELL

I.Colomina, M.Hernández-Pajares, J.Talaya and A.Térmens
Institut Cartogràfic de Catalunya
Spain

ABSTRACT:

In summer 1990 the GPS supported aerial triangulation *Test Urgell* was conducted by the *Institut Cartogràfic de Catalunya* (Barcelona) with the collaboration of the *Institut für Photogrammetrie* (Stuttgart) and the *Rijkswaterstaat* (Delft).

The goal of the experiment was, among others, to analyze the overall error characteristics of kinematic GPS positioning under the conditions of an operational environment and to let the flight and photogrammetric departments of the ICC get in contact with the GPS technology and its application to aerial triangulation.

An important component of the test was a block of 257 images flown at 1:16500 image scale over a test field with simultaneous recording of GPS carrier phase data. In the paper, the experiences and results of this test block are described.

KEY WORDS: aerial triangulation, GPS.

1 INTRODUCTION

In July 1990 a GPS experimental photogrammetric flight, the *Test Urgell* was conducted by the *Institut Cartogràfic de Catalunya* (ICC) in collaboration with two other European institutions: the *Institut für Photogrammetrie* (IfP) and the *Rijkswaterstaat*.

The experiment was preceded by a kinematic positioning exercise organized by the ICC and the French company SAGEM which took place in November 1989 near Barcelona's International Airport. The *Test Urgell* is part of PoCNav (*Posicionament Cinemàtic i Navegació*), a larger project of the ICC. The long term goal of PoCNav is to develop an operational system which allow general position and attitude determination of airborne sensors for environmental, mapping and numerical point determination purposes, and which facilitate navigation according to a pre-defined aerial survey plan.

This paper will solely report on the experiences and results of the test. The general approach to and the theory behind the problem can be found in [1, 2, 5, 7, 8, 12] for the GPS supported aerial triangulation and in [3, 4, 10, 11] for the more complex GPS/INS integration for position and attitude determination and for precise navigation.

The goal of the test was manifold. First of all, the overall performance of aerial triangulation with kinematic GPS derived aerial control at a medium image scale —1:16500— had to be assessed (aspect 1). Second, the long term effect in the kinematic GPS positions —drifts— of approximately solved ambiguities and other systematic factors, had to be empirically investigated (aspect 2). Third, the software and procedures developed by the three institutions during the analysis of the data from the dutch test block Flevoland [5, 7, 12] had to be tested against new and

better (sic) data. Last, the different groups of the ICC involved in the aerial triangulation process, from the aircraft's crew to the photogrammetric operator, had to have a first contact with this application of the GPS technology.

For the purposes described above two tests were planned: AT for research aspect 1 and DR for research aspect 2. For the tests, four areas —1 AT + 3 DR— were selected as depicted in Figure 1. The three DR test areas (D_1 , D_2 and D_3), approximately lay on a straight line.

The aircraft was a *Partenavia P-68 Observer* (twin piston engine, high wing) equipped with a *Wild RC10* camera (153.653 mm focal length) and with an *Ashtech LD-XII* dual frequency GPS receiver.

In test DR the aircraft repeated several times the same operation: flying from one test area to the next one in the way defined by the following sequence

$D_1 D_2 D_3 D_2 D_1 D_2 D_3 D_2 D_1 \dots$

Every time that the aircraft flew over D_1 , D_2 or D_3 , about 20 photographs were taken for the *a posteriori* photogrammetric control of the GPS antenna coordinates. This could have been done since in every test area a small control network was available (20 signalled and targeted points at an approximate distance of 460 m from each other). All coordinates were referred to the same reference system. Flying height above ground was about 768 m which resulted in an approximate image scale of 1:5000.

Unfortunately, for reasons described in Section 3, the data gathered in the test DR could not be processed. The paper will, therefore, concentrate on the AT component of the test.

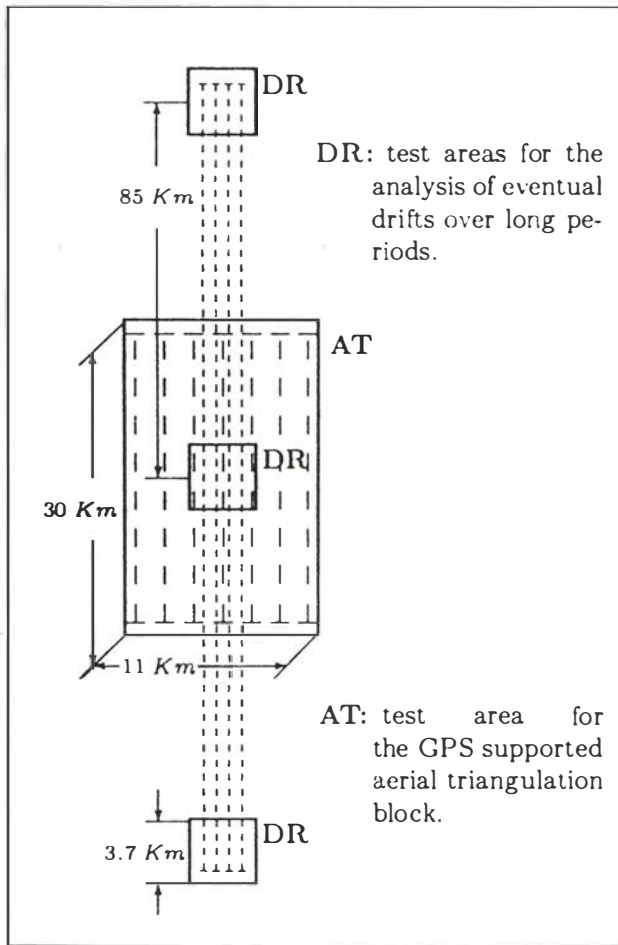


Figure 1: Test areas as of the original plans.

2 THE URGELL AT TEST BLOCK

The AT test block is a standard test block constituted by a high precision terrestrial network whose points can be used either as control or check points, by a photogrammetric network and by the kinematic GPS aerial control observations.

2.1 Terrestrial control network

In the AT area a three dimensional network of 66 points was observed by the ICC and the IFP with *Ashtech* receivers. The network was established in two steps.

First, a basic network of 10 points and 31 difference vectors were observed and adjusted. In a second densification step, 338 difference vectors were observed. The overall precision of the so obtained network is 1.67 *cm*.

The coordinates were further transformed from the WGS84 reference system into a local horizon cartesian reference system.

2.2 Antenna-receiver-camera set-up

Since the ICC's *Partenavia* is a high wing aircraft, in order to avoid satellite occlusions by the propellers, a 1.20 *m* height mast was constructed. The antenna, a single frequency *Adams-Russell AN-712*, was screwed on top of the mast. In the last set-up configuration there was a filter provided by *Ashtech-SAGEM* between the antenna and the receiver.

The receiver was powered by an independent battery so oscillations or other disturbances in the aircraft's power supply could not perturbate the phase observations. Carrier phase data was recorded once per second into a PC *GRiDCASE 1530*. The *LD-XII* receiver had the photogrammetric camera input — an event marker — option which was fed by a photodiode installed in the camera. The photodiode provided time signals for the instant of maximum aperture with a synchronization accuracy better than 1 *ms* when the shutter was released at 1/800 *s*.

The offset between the camera projection center and the antenna phase center was measured and computed after each flight session [9]; i.e., the navigator had the freedom to maneuver the camera before the first photograph was taken, then the camera was held fixed until the vector offset was measured.

In short, with the exception of the mast, this was a similar set-up to that used in the Flevoland test (see [5, 7, 12]).

2.3 Experiment design: photogrammetry

The main block parameters are given in Table 1. A layout of the block is depicted in Figure 2.

The photogrammetric block AT was designed as a standard block of 9 strips (60% × 60% overlap, 25 images per strip) with the addition of 3 cross strips (11 images per strip) as suggested in [2] and with the setting of the nominal overlaps to 65% in order to guarantee a final 60% since the camera was held fixed after the first photograph and since only smooth maneuvers were allowed to the pilot.

All control/check and tie points were originally targeted.

2.4 Experiment design: GPS

A reference receiver was set up on the center of the AT test area, 60 *Km* away from the airport. The original plans were to solve the ambiguities on the ground and compute the trajectory of the aircraft hopping that no loss of lock will occur during the flight.

In order to initiate the kinematic observation the

C	<i>WILD RC10</i>	n_s	207	C	camera type	n_s	n. of sig. points
f	153.653 mm	n_a	1138	f	focal length	n_a	id. pugged tie points
h_g	2535 m	n_t	1202	h_g	flying h.ab.ground	n_t	total n. points
s	1 : 16500	n_{go}	3 × 257	s	photo scale	n_{go}	n. GPS obs.
v	265 Km/h	n_{DP}	14	v	airplane speed	n_{DP}	id. drift par. sets
p	65 %	Control points		p	forward overlap		
q	65 %	$n_{HV} + n_V$		q	side overlap		
n_i	257	I	4 + 0	n_i	id. images	n_{HV}	num. full control p.
n_{AP}	3	II	4 + 2	n_{AP}	id. AP sets	n_V	id. vertical c.p.
n_s	9 + 3	III	4 + 4	n_s	id. strips		
n_{is}	25 - 11	IV	4 + 14	n_{is}	id. photos/strip		
t	17 s	V	4 + 16	t	time between exp.		
		σ	1.63 cm			σ	σ control points
n_{po}	2 × 7894	Check-points		n_{po}	num. of photo obs.		
σ_s	2 - 20 μ m	$n_{HV} + n_H$		σ_s	σ signalized points		
σ_a	2 - 20 μ m	I	55 + 0	σ_a	σ pugged points	n_{HV}	number full ch.p.
m_p	6.57	II	53 + 2	m_p	obs./point	n_H	id. horizontal ch.p.
m_i	30.72	III	51 + 4	m_i	obs./image		
		IV	41 + 14				
		V	39 + 16				

Table 1: Main parameters of the block AT.

reference receiver and the airborne receiver remained stationary for about one hour to solve the initial ambiguities.

Once the aircraft took off it smoothly climbed to the desired height describing circles to avoid bank angles greater than 5° that could cause a loss of lock. All this maneuvers were possible because the airport selected (Reus) had a moderate traffic, this could not be done in Barcelona's International Airport.

The turns between strips were also very smooth avoiding inclinations greater than 5° .

The maneuvering within the strips was also restricted. (Recall that the overlap between strips was designed to account for that restriction.) Finally the landing was done avoiding bank angles again greater than the above mentioned 5° and whenever possible another static observation was done.

3 EXPERIENCES

The realization of the *Test Urgell* was affected by a number of unexpected difficulties which ruined most of the project. Actually, only results of a low accuracy and therefore of a questionable value for the photogrammetric community could be obtained. Since, however, anyone who is conducting a similar test may

be affected by similar problems it is worth listing them.

Receiver sensitivity to radio sources. It was soon discovered that every time that the pilot (frequencies' range: 117.975 - 136.000 MHz) communicated with the traffic controllers all satellites were lost. After many checks and once the manufacturer accepted that the receiver itself was to blame, he provided a filter which solved the problem. The experiment could be further continued, however, after many wasted flying hours and with the GPS window already shifted too early in the morning.

Receiver sensitivity to bank angles. Over the whole experiment the bank angles reached when changing from one strip to the next were carefully kept to a minimum ($< 5^\circ$). Again, lock to some satellites with an elevation angle greater than 15° was lost. In this case, multipath effects due to the situation of the GPS antenna 1.2 m above the aircraft's fuselage might have had an influence. Similar preliminary tests made with the new generation of *Ashtech P-XII* receivers show a much more robust behavior and therefore indicate that the *LD-XII* receiver was again to blame.

This last problem was present in both AT and DR tests. Thanks to the introduction of drift nuisance parameters in the combined adjustment the data gathered for the AT could be processed as de-

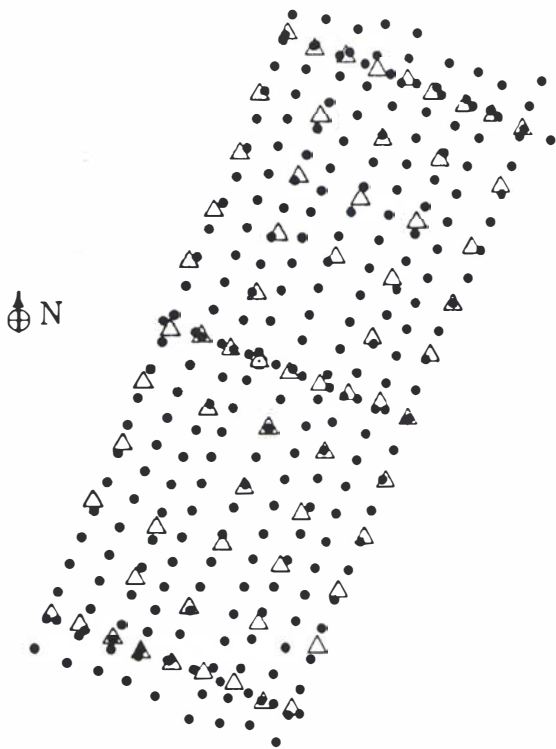


Figure 2: General layout of the block (Δ : control point, \bullet : projection center).

scribed in the next sections.

Receiver sensitivity to high peak accelerations. During the realization of the DR test strong air turbulences were found in the vicinity of some mountain ranges. In several occasions this resulted again in a total loss of lock to the GPS satellites. (Contrary to the AT test, continuous tracking of four satellites at least was essential for the DR test.)

Image quality. Since the exposure time was $1/800$ s, the diaphragm was opened to its maximum (4). This unusual aperture for the ICC's *RC-10* resulted in blurred images.

The identification of the targets for the tie points (207!) was just impossible and for the control/check points extremely difficult. In addition to the original identification by means of "punched" orthophotomaps, all control/check points had to be revisited — 5 of them could either not be measured or rejected as identification gross errors in a previous conventional bundle block adjustment without GPS aerial control. Thus, the accuracy of the photogrammetric observations was very low. For each particular observation the operator made a guess on its precision which gave *a priori* standard deviations ranging from 2 to $20 \mu\text{m}$. This low precision is the decisive fac-

tor influencing the results reported in Table 3 and Table 4.

4 DATA PROCESSING

All GPS data has been processed using the *Ashtech* GPPS software. For the rest of the data processing, network adjustments of one type or another (terrestrial control network adjustment, conventional bundle block adjustment, combined GPS and bundle adjustment), the *GeoTeX/ACX* software [6] has been used.

4.1 Processing of the GPS observations

Since the signal was lost several times (see Section 3) it was not possible to process the data as it was originally planned, so the data were divided into 14 independent data sets. Each data set contained the data recorded for both receivers during the flight of one strip. Due to a loss of lock within the strips 4 and 11, the corresponding data were subdivided into four subsets 4.1, 4.2, 11.1 and 11.2.

Coordinates for each data set thereof were computed independently following the approach described in [7, 8]; that is, amounts closest as possible to the true ambiguities are estimated for a specific epoch at each data set.

"as closest as possible" means either one of the following alternatives:

- solving the initial static baseline between the static receiver and the airborne receiver;
- with the help of the orientation elements of one photograph and the antenna offset vector (In the *Test Urgell* the orientation elements were computed taking as control points nearly the whole terrestrial network. This is not tricky since eventual errors so introduced will be accounted for in the combined adjustment.);
- using pseudorange observations.

"specific epoch" means either

- at the beginning, during the static measurement;
- or given a projection center, at the time of the nearest GPS data epoch.

Since the antenna was a single frequency one the data processed were L1 carrier phase observations.

The trajectory of the aircraft was computed using *Ashtech's* GPPS. The files containing the GPS data sets, however, could not be directly used as input files. In order to avoid small uncorrected cycle slips, flags

referring to satellite health had to be changed. The antenna positions at the exposure instants were linearly interpolated between the positions of the nearest GPS epochs.

4.2 Processing of the photogrammetric observations

Photogrammetric observations were adjusted twice.

First a previous conventional bundle block adjustment without GPS aerial control was processed to compute projection centers for the GPS kinematic processing and to eliminate gross errors from the photogrammetric observations. There were 7627 photogrammetric observations (average of 30.72 observations per image). At this step, 5 terrestrial control points were rejected due to wrong identification on the images.

After the GPS data processing, a combined bundle block adjustment was computed. There was the same number of photogrammetric observations, 3 sets of additional self-calibration parameters (Ebner's 12 orthogonal parameter set), 254 GPS aerial control observations and 14 sets of linear drift parameters; different control and check point configurations were used (see Section 5.2).

5 RESULTS

5.1 Empirical accuracy of GPS positioning

The projection centers of the photographs computed by aerial triangulation were used for testing the projection centers given by the GPS data. The results are summarized in Table 2 where the root mean square values of the differences between both solutions are shown.

Note the differences between Table 2 and Table 3, which show the existence of drifts in the GPS aerial control.

5.2 Ground control configurations

Five different ground control configurations have been considered. Each ground control set consists of 4 horizontal and vertical control points located at the block corners and:

- no other control points (AT-I, Figure 3);
- 2 vertical control points located at the block border, at the ends of the central cross strip (AT-II, Figure 3);

Strip	X	Y	Z	PDOP	
				min	max
1	0.61	1.08	0.79	4.9	5.5
2	0.55	0.99	0.39	3.6	4.0
3	0.58	1.05	0.53	3.2	10.4
4.1	0.61	0.69	0.37	3.9	5.1
4.2	0.29	0.28	0.25	4.0	5.0
5	0.77	0.76	0.88	6.5	38.1
6	0.85	0.48	0.37	4.6	9.8
7	0.69	0.84	0.81	2.5	5.5
8	0.31	0.74	0.39	3.1	4.8
9	0.70	0.65	0.42	5.2	12.8
11.1	1.75	0.92	0.66	5.3	12.3
11.2	0.24	0.41	0.41	4.6	21.6
12	1.68	1.49	1.97	4.8	46.1
13	1.27	0.87	0.38	5.0	5.7

Table 2: r.m.s. of differences at the projection centers between the conventional bundle and GPS determinations (units in meters).

- 4 vertical control points located at the block borders (AT-III, Figure 3);
- 2 vertical control chains located at the block border, at the ends of the strips (AT-IV, Figure 4), as suggested in [2];
- the configuration AT-IV with the addition of 2 vertical control points at the ends of the central cross strip (AT-V, Figure 4).

The above configurations were selected on the basis of this specific block error behavior and are not intended for the establishment of general minimal ground control patterns.

5.3 Results of the combined adjustment

The results for each one of the five control distribution configurations are shown in Table 4 whose amounts are the differences between coordinates obtained in the adjustment of the terrestrial network and coordinates obtained in the combined adjustment.

In Table 4, in addition to the five control configurations, two different sets of check points, F and I , have been used in the empirical evaluations ($\#(F) = 55$, $\#(I) = 25$). F stands for the full set of check points available for each specific control version; I stands for F after removing the check points which lay on the border of the block. The distinction has been made

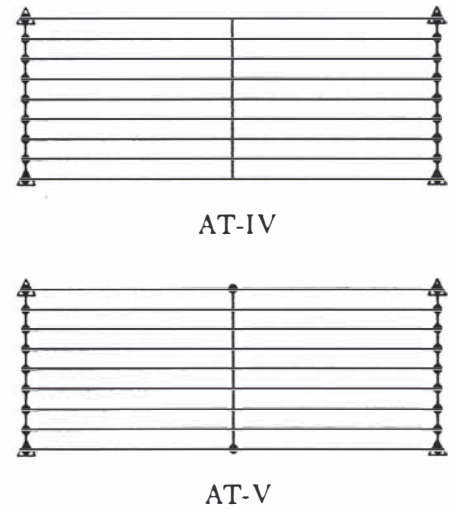
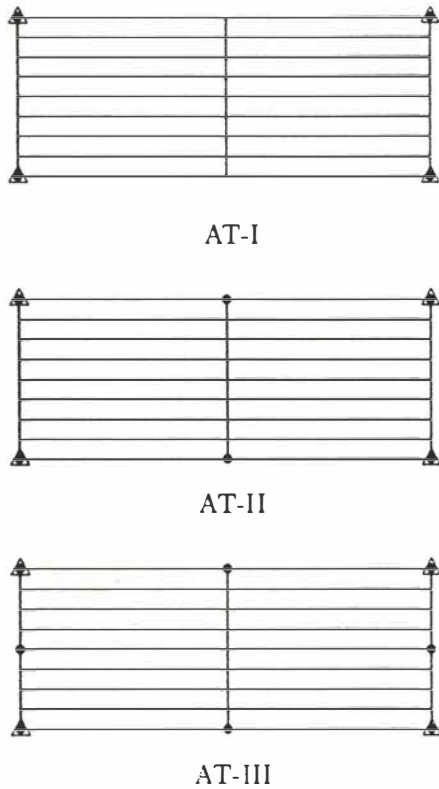


Figure 4: Test block AT control configurations IV and V (Δ : horizontal control, \bullet : vertical control).

Figure 3: Test block AT control configurations I, II and III (Δ : horizontal control, \bullet : vertical control).

since the largest differences correspond to points in $F - I$.

For the analysis of the results it must be kept in mind that the root mean square value of the photogrammetric residuals, r_p , is $r_p \approx 10 \mu m$ and that if the mean is taken over the photogrammetric residuals for the check points, then it is $r_p \approx 13 \mu m$.

Configuration I is affected by large systematic deformations, specially in the height component. These deformations concentrate on the block border. Configuration II is an intermediate one in the sense that there are still large systematic deformations of a similar type.

Configuration III stabilizes, practically, the block geometry. (Further control densification does not substantially contribute to the reduction of systematic effects on the border.) In spite of everything that happened to the *Test Urgell*, the accuracy potential of kinematic GPS aerial control is shown already in this configuration; for the check points in the interior of the block it holds $r_v \approx 0.35 m$ or, equivalently, $r_v \approx 0.0138\% \cdot h_g$, $r_v \approx 21 \mu m$.

Configuration IV yields similar qualitative results to those of configuration I; again deformations are still present on the border. The results of configuration V are only slightly better than the ones of config-

AT version	GPS aerial control		
	X	Y	Z
I	0.34	0.35	0.29
II	0.34	0.35	0.29
III	0.34	0.35	0.27
IV	0.33	0.35	0.26
V	0.33	0.35	0.27

Table 3: Residuals of kinematic GPS aerial control observations in the combined adjustment (units in meters).

7 ACKNOWLEDGEMENTS

The authors truly thank the collaboration of the many individuals and organizations who participated in the project and point out that no one of the problems that affected the experiment had to do with the contribution of the collaborating institutions.

The design of the experiment was done with the collaboration of P.Frieß of the IFP. The modification of the old *Wild RC10* aerial camera for the sincronization with the GPS receiver was done by M.Ausems and T. de Koningh of the *Rijkwaterstaat*.

I.Guillén (pilot) and J.Martí (navigator) of the ICC Flight Department and R.Miguel and M.Miguel (aircraft's maintenance technicians) of *M & S Aviación en General*, were key —and patient— people of the project.

J.Sendra (ENIFOSA) organized the signalization of the test areas in a short time. S.Costa (ENIFOSA), M.Englich and E.Stark (IFP) participated in the observation and adjustment of the terrestrial control network. J.Gili (*Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports*, Barcelona) determined the PC-antenna offset [9].

The artificial point transfer (PUG) was done by C.Ruiz and the photogrammetric measurements by M.Roman, both of the ICC Cartographic Production Department.

References

- [1] Ackermann,F.,1987. The use of camera orientation data in photogrammetry – A review. *Photogrammetria*, 42: 19–33.
- [2] Ackermann,F.,1991. Prospects of GPS for aerial triangulation. To be published in *ITC Journal*
- [3] Cannon,M.E.,1991. Airborne GPS/INS with an application to aerotriangulation. Ph.D. dissertation, *UCSE Reports* No. 20040, Department of Surveying Engineering, The University of Calgary, Calgary.
- [4] Colombo,O.L.,Peters,M.F.,1992. Precision long-range DGPS for airborne surveys. *GPS World*, 3(4): 44–50.
- [5] Colomina,I.,1989. Combined adjustment of photogrammetric and GPS data. In: *Schriftenreihe des Instituts für Photogrammetrie*, Universität Stuttgart, Vol. 13, pp. 313–328, Stuttgart.
- [6] Colomina,I.,Navarro,J.A.,Térmens,A.,1992. GeoTeX: a general point determination system. In: *International Archives of Photogrammetry*, Vol. 29, Comm. III.

AT version		F			-	I		
		X	Y	Z		X	Y	Z
I	μ	-.01	.09	-.09	.03	-.04	.22	
	σ	.35	.47	.99	.43	.45	.72	
II	μ	-.00	.09	-.01	.03	-.04	.16	
	σ	.35	.45	.72	.42	.43	.55	
III	μ	-.01	.08	-.14	.02	-.04	.04	
	σ	.35	.45	.53	.42	.43	.35	
IV	μ	-.01	.09	-.25	.02	-.04	.05	
	σ	.32	.48	.68	.42	.44	.35	
V	μ	-.01	.09	-.10	.02	-.04	.07	
	σ	.33	.47	.45	.42	.42	.30	

F: all check points included.

μ : mean.

I: check points not on the border.

σ : r.m.s.

Table 4: Results of the combined adjustment (units in meters).

urations III and IV for the I set and much better than the ones for the set F, similarly as it happens when adding two vertical control points to configuration I.

Because of the poor quality of the data it is a risky adventure to go further in the discussion of the results and to draw general conclusions upon them.

6 CONCLUSIONS AND PROSPECTS

No one of the scientific goals set (Section 1) for the test has been achieved because of the adverse circumstances that played havoc against the experiment. In particular, the analysis of the DR data set had to be cancelled. The analysis of the AT data for the I set, however, shows results consistent with the synthetic precision models [2] ($\sigma_H \approx 2.1 \cdot \sigma_0 \cdot s$, $\sigma_V \approx 2.3 \cdot \sigma_0 \cdot s$).

The ICC's *Partenavia P-68 Observer* is now equipped with the new *Zeiss RMK TOP* aerial metric camera, which allows for a straightforward sincronization with the GPS receivers, and with the new *Ashtech P-XII* dual frequency P-code receiver. (In the preliminary tests the *P-XII* exhibits a much better performance than the *LD-XII*.)

The next GPS aerial triangulation block will be flown in June 1992 in the frame of a urban cartography project; image scale will be 1:3500, forward overlap 60% and cross overlap 35%; there will be a ground control/check point every 800 m.

- [7] Frieß,P.,1990. Kinematische Positionsbestimmung für die Aerotriangulation mit dem NAVSTAR Global Positioning System. *Deutsche Geodätische Kommission*, Col. C, Vol. 359, München.
- [8] Frieß,P.,1991. Aerotriangulation with GPS - methods, experience expectations. In: *Schriftenreihe des Instituts für Photogrammetrie*, Universität Stuttgart, Vol. 15, pp. 43-49, Stuttgart.
- [9] Gili,J.A.,Sendra,J.,1990. Mediciones del *offset* de la antena de la avioneta Partenavia. *Enginyeria i Fotogrametria*, S.A., Barcelona.
- [10] Jacob,T.,1991. System integration of inertial navigation, satellite navigation and laser airborne positioning. In: *Schriftenreihe des Instituts für Photogrammetrie*, Universität Stuttgart, Vol. 15, pp. 61-72, Stuttgart.
- [11] Lindenberger,J.,1991. Methods and results of high-precision airborne laser profiling. In: *Schriftenreihe des Instituts für Photogrammetrie*, Universität Stuttgart, Vol. 15, pp. 83-92, Stuttgart.
- [12] van der Vegt,J.W.,1989. GPS test flight Flevoland. In: *Schriftenreihe des Instituts für Photogrammetrie*, Universität Stuttgart, Vol. 13, pp. 285-298, Stuttgart.

" LA TIENDA VERDE "

C/ MAUDES Nº 38 - 28003 - MADRID

TI.: 533 07 91 533 64 54

Fax: 533 64 54

"LIBRERIA ESPECIALIZADA EN
CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA"

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

"VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA"

"SOLICITE CATALOGO"

DISCRETE MATHEMATICAL TECHNIQUES IN THE ANALYSIS AND ADJUSTMENT OF HYBRID NETWORKS

I. Colomina
Institut Cartogràfic de Catalunya
Spain

ABSTRACT:

Over the past decade, adjustment of hybrid networks —usually referred to as combined adjustment within the photogrammetric community— have deserved the attention of numerous researchers. In the software, when dealing with the heterogeneous data of hybrid networks, everything tends to be more complex. The paper shows how discrete techniques can help deal with this complexity. Two examples are discussed: the detection of a family of gross errors and the numbering of unknowns for fill-in reduction. The concept of discrete models for the network and standardized discrete kernels for the software are proposed.

KEY WORDS: discrete models, discrete techniques, graphs, matroids, graph filtering, hybrid networks.

1 INTRODUCTION

Over the past decade, hybrid networks have deserved the attention of numerous researchers. This is witnessed by the one time period 1984–1988 of WG III/1 (Working Group III/1: Accuracy Aspects of Combined Point Determination) of the ISPRS, the two time periods 1983–1987, 1987–1991 of SSG 1.73 (Special Study Group 1.73: Integrated Geodesy) of the IAG, and by the meetings organized, either separately or jointly, by the two organizations. Today, integrated geodesy and combined point determination are still active research fields [5]. (The trend towards combined approaches in geodesy and photogrammetry has been mainly influenced by three factors: the advent of satellite geodesy —in particular the Global Positioning System—, the development of comprehensive models including all type of data, and the availability of high-speed large-capacity computers [9].)

In general, combined solutions are expected to provide more accurate and reliable results. Not less important is that global approaches lead to a cost reduction in software development, maintenance and acquisition; that they promote closer collaboration and understanding between groups traditionally involved —as well as traditionally separated— in point determination tasks; and that, as a result, they introduce factors of rationality and coherence in the corresponding point determination projects.

The combined adjustment philosophy, however, has found small acceptance in practice.

In conventional adjustment problems, in the first step, the unknowns and their accuracy are determined. In the second step, it is common to detect poorly measured data subsets which can impair the quality of the global adjustment. When dealing with heterogeneous data sets everything tends to be more complex and even the first step may not be easy to

carry out. Thus, for day-to-day practical projects, the magnitude and structure of system equations which result from the above general approaches may be brought up as an argument against their application. Indeed, this is not the point if a suitable numbering for the unknowns is computed.

The heyday of research and development in numbering of graphs associated to geodetic networks was the decade of the seventies and the early eighties. In addition to the availability of the obtained results,¹ the increasing computer capacity has contributed to some decay of the topic.

In combined networks, however, there are pathological structures which perturbate the regularity and locality that classical photogrammetric and geodetic networks have exhibited so far (Section 5). In order to apply the old good algorithms, those structures must be understood and characterized so they can be detected and eliminated. For that purpose, discrete mathematics seem to be the best tool.

Discrete techniques can also contribute to the structural analysis of networks, hybrid or not (see the related work in [7, 14]). These techniques, have already been [implicitly] used for the generation of initial approximations in the nonlinear cases and, in a much lesser extent, for the detection of what is known as gross errors. For instance, many times

¹Three statements describe the situation well.

First, the rigorous solution of the problem is NP-complete. Secondly, there are many algorithms which perform well — even at best— under certain regularity conditions. Last, the problem has been somewhat closed since it has been proven that problems not satisfying those regularity conditions are not amenable to sparse gaussian elimination.

In what photogrammetric and geodetic networks is concerned, the pure numbering policy —that is, abstract time and space complexity considerations— can be summarized as follows: if the network is medium-sized (up to 2000–3000 unknown groups or even less) use a sequential numbering algorithm, otherwise use nested dissection; and, of course, try to take advantage of any regular pattern which might occur (for instance in photogrammetric blocks).



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

identification errors are coped with pure statistical techniques like iterated reweighting. This approach sometimes leads to troublesome computation sessions and does not take into account that the error is of a structural nature and can be detected by structural means. This second aspect —structural analysis of networks— emerges in a natural way while investigating the pathologies mentioned above.

2 BASIC TERMINOLOGY AND RESULTS

In order to facilitate the understanding of the next sections some basic concepts from combinatorics are required. The concepts reviewed are graphs and their cycle structure, hypergraphs and matroids. Other more specific concepts will be introduced when required.

2.1 Graphs

Let V be a finite non empty set and $E \subset \{\{x, y\} : x \neq y, x, y \in V\}$ a collection of unordered pairs of elements of V . (V, E) will be called a *finite undirected graph with no loops and no multiple edges* or, in our context, simply a *graph*. If G is a graph then it will be written $G = (V(G), E(G))$. The elements of $V(G)$ are the *vertices* or *nodes* of G and the elements of $E(G)$ — unordered pairs of $V(G)$ — are the *edges*. The amount $\#(V(G))$ is the *order* of the graph and $\#(E(G))$ is the *size*.

If $\{x_1, x_2\} \in E(G)$, then x_1, x_2 are *adjacent vertices*. Given a subset X of V , the *adjacent set* of X is defined as

$$Adj(X) = \{y \in V(G) - X : \exists x \in X; \{x, y\} \in E(G)\}.$$

$Adj(x)$ will also be used for $Adj(\{x\})$.

The *degree* of a vertex x , $d(x)$, is the number of vertices in $Adj(\{x\})$, i.e. $d(x) = \#(Adj(\{x\}))$. If $d(x) = \#(V(G)) - 1$ then x is said to be a *border vertex*.

The series $x_1 a_1 x_2 a_2 \dots a_{n-1} x_n$ ($n \geq 2$) where $\{x_1, \dots, x_n\} \subset V$, $\{a_1, \dots, a_{n-1}\} \subset E$ and $a_i = \{x_i, x_{i+1}\}$ is a *path of length $n - 1$* which *connects* x_1 and x_n . It is said, then, that the path *contains* the above vertices and edges and that it is a path *through* them. A *path of length 0* is a series x_1 . A *closed path* is a path such that $x_1 = x_n$. A *chain* is a path with no repeated vertices. A *cycle* is a closed path with no repeated edges. A *simple cycle* is a closed path with no repeated vertices. Henceforth, if not otherwise stated, it will be assumed that when referring to cycle a simple cycle is meant.

A graph is *connected* if there is a chain which connects each pair of vertices.

The *distance* $d_G(x_1, x_2)$ —or simply $d(x_1, x_2)$ — between vertices x_1 and x_2 of a connected graph G is the length of the shortest chain from x_1 to x_2 .

2.2 Graph numberings and elimination graphs

A *numbering* of a graph $G = (V, E)$ is a one-to-one mapping $p : \{1, \dots, \#(V)\} \rightarrow V$. The graph G together with the numbering p is sometimes called an *ordered graph* and written as $G_p = (V, E, p)$. In this paper, the equivalent definition $p : V \rightarrow \{1, \dots, \#(V)\}$ will also be used.

For a given G_p the *elimination graph* is $(G, E \cup F)$, where the new edges in F are the *fill-ins*; the *fill-in factor* is $\#(E \cup F)/\#(E)$. Since the concept of fill-in is very well known in photogrammetry, only the *path theorem* [12] which characterizes them and which will be used in Section 4 as a definition is reviewed.

The path theorem[12]: Let G be a graph and p a numbering of G . Let $i > j$, $i = p^{-1}(a)$, $j = p^{-1}(b)$. Then $\{a, b\}$ is a fill-in if, and only if, there exists a path

$$a \{a, x_{p_1}\} x_{p_1} \dots x_{p_m} \{x_{p_m}, b\} b$$

in the graph G^0 , $p_1, \dots, p_m < j$; where $p_r = p^{-1}(x_{p_r})$. \square

Based on results derived from the above theorem [12][p.277], a fast fill-in generation algorithm (running time: $O(\#(V) + \#(E \cup F))$) can be devised.

2.3 Cycle bases

Let $G = (V, E)$ be a graph and p a one-to-one map $p : \{1, \dots, \#(E)\} \rightarrow E$; to each cycle c of G the element $\mu(c) = (u_1, \dots, u_{\#(E)})$ of $Z_2^{\#(E)}$ is associated, defined as

$$u_i = \begin{cases} 1 & \text{if } p(i) \text{ is an edge of } c, \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

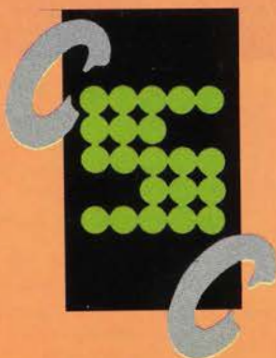
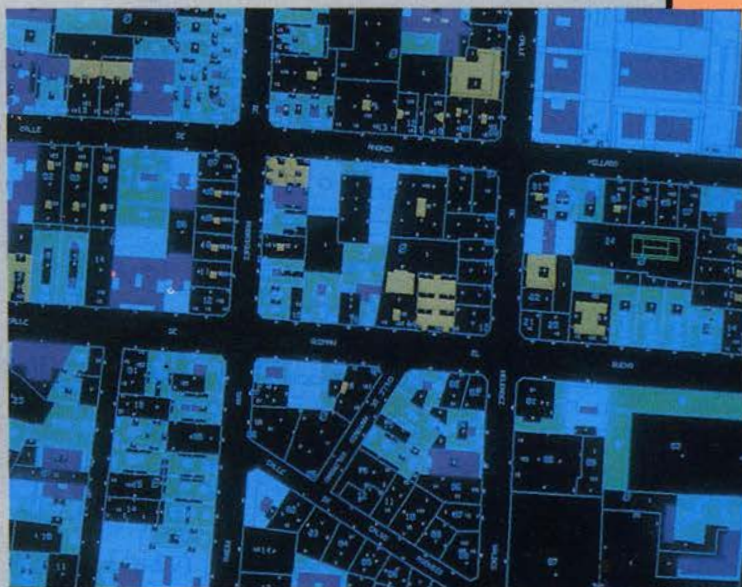
Let c_1, \dots, c_n be n cycles of G and their respective $\mu(c_1), \dots, \mu(c_n)$ as defined above. c_1, \dots, c_n are said to be *dependent* if there is a non empty subset $Q \subset \{1, \dots, n\}$ such that

$$\sum_{i \in Q} \mu(c_i) = \mathbf{0},$$

where, recall, the summation is taken in Z_2 . Otherwise they are called *independent*.²

A *cycle basis* of G is a set $\{c_1, \dots, c_k\}$ of independent cycles such that any cycle c of G can be written

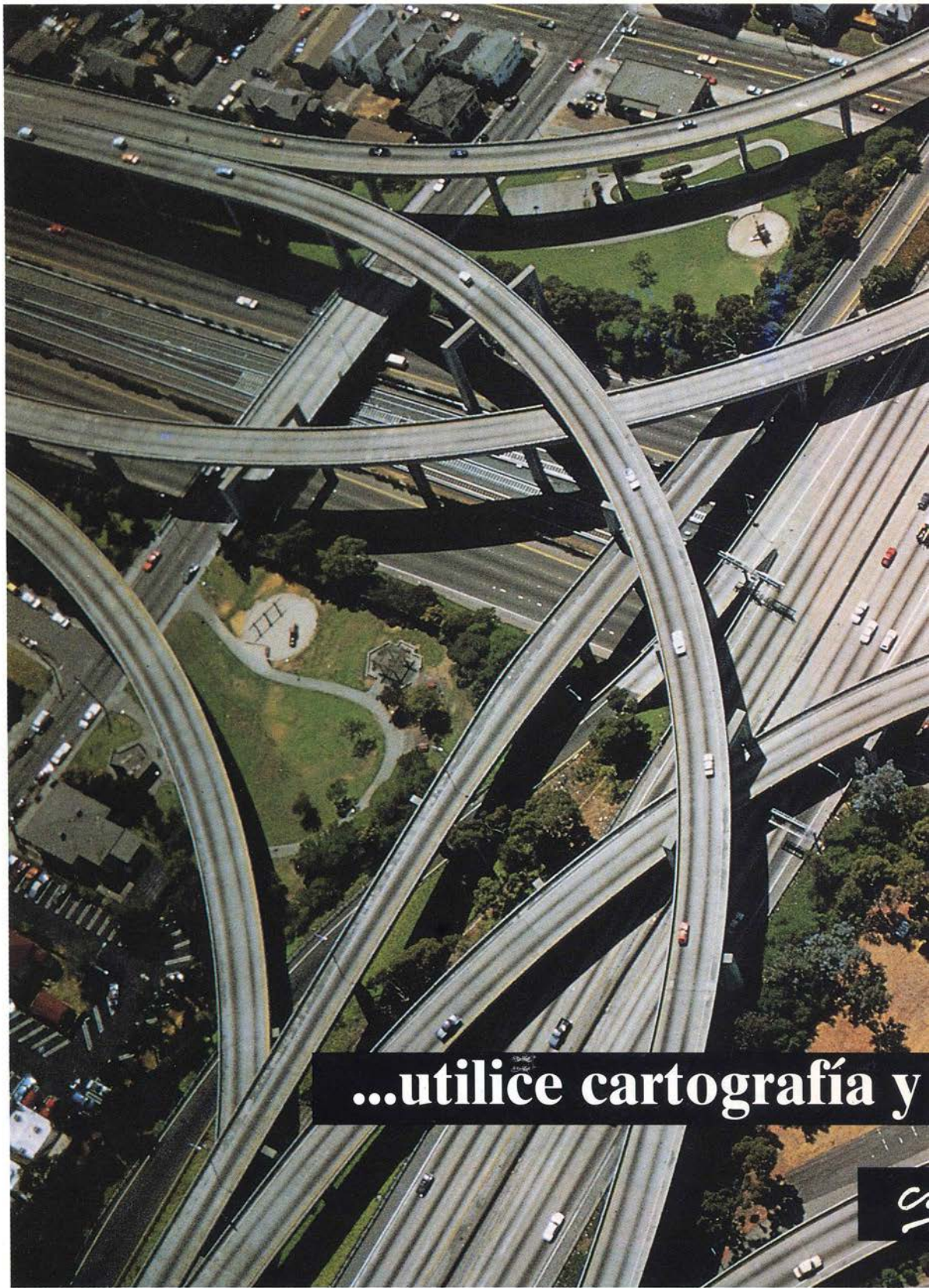
²Usually, it is also written $\sum_{i \in Q} c_i$ instead of the formally correct $\sum_{i \in Q} \mu(c_i)$.



CONTROL Y SISTEMAS CARTOGRAFICOS, S. A.

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

Hay otro camino



...utilice cartografía y



cnig

CENTRO NACIONAL DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

MINISTERIO DE OBRAS P
SECRETARIA DE ESTADO PARALAS P

General Ibá
Teléf.: 533 38 0
28003

no más corto...



no se ande con rodeos.

T. I.B. STEVE PROEHL

ILICAS Y TRANSPORTES
AS DEL AGUA Y DEL MEDIO AMBIENTE

de lbero, 3
Fax: 553 29 13
MADRID



INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

as

$$c = \sum_{i \in Q} c_i$$

for some $Q \subset \{1, \dots, k\}, Q \neq \emptyset$. The cycles of the basis will be called *basic cycles*.

The number k above is constant for all cycle basis and is called the *cyclomatic number* of G . If the graph has p connected components the cyclomatic number equals $\#(E) - \#(V) + p$. It is denoted by $\nu(G)$.

2.4 Hypergraphs

If V is a finite non empty set and $E, E \subset \mathcal{P}(V)$, a family of non empty subsets of V such that

$$\bigcup_{E_i \in E} E_i = V,$$

then the couple $H, H = (V, E)$, is called a *hypergraph*. The elements of V are referred to as the *vertices* of the hypergraph. The *edges* or *hyperedges* are the elements of E .

2.5 Matroids

In 1935, H. Whitney introduced the matroid concept in order to investigate linear independence in an abstract way. Let $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ be a finite set and $\mathcal{F} \subset \mathcal{P}(A)$. (A, \mathcal{F}) is defined to be a *matroid on A* if, and only if,

1. $F \in \mathcal{F} \Rightarrow F \neq \emptyset$,
2. $\{a_i\} \in \mathcal{F}$, for $i = 1, \dots, n$,
3. $F \in \mathcal{F}, F' \neq \emptyset, F' \subset F \Rightarrow F' \in \mathcal{F}$,
4. and for each $S \subset A$, the members of \mathcal{F} that are maximal in S have the same cardinality.

The elements of A are called the *elements of the matroid* (A, \mathcal{F}) and the elements of \mathcal{F} are called the *independent sets* of the matroid. Maximal independent sets are called *matroid bases* and minimal dependent sets are called *circuits*.

It is very easy to show [3][Chapter 2] that, if

$$C = \{H \in E(G) : H \text{ is a cycle}\},$$

and

$$F = \{I \in \mathcal{P}(C) : I \text{ is an independent set of cycles}\},$$

then (C, F) is a matroid on C whose bases contain $\nu(G)$ elements.

If a weight $w(c)$ for each element c of C is defined—for instance, $w(c)$ could be taken as $l(c)$; the length

of c in G —then the weight $w(B)$ of a basis $B, B \in F$, is defined as

$$w(B) = \sum_{c \in B} w(c).$$

For an elementary introduction to the subject see [2].

2.6 NP-completeness

The class NP contains the problems solvable by non-deterministic polynomial algorithms. The subclass NP-complete of NP contains the hardest problems of NP in the sense that a solution for a NP-complete problem is a solution to any other problem in NP through a transformation by a polynomial time algorithm.

A nondeterministic algorithm is an algorithm that at each step has several choices for the next step. A polynomial or polynomial time algorithm is an algorithm that gives a result after a number of steps which is bounded by a polynomial function.

3 NETWORK DISCRETE MODELS

In [4] the practical convenience that network discrete models be available is discussed in connection with the many algorithms of a discrete nature involved in the software; the conclusion is that comprehensive discrete network models and their corresponding discrete software modules are missing concepts in our systems.

A widely long since accepted abstraction is the correspondence between a network NE and a graph $G(NE)$: to each unknown parameter group³ a graph vertex is associated; there is an edge connecting two vertices if their corresponding parameters are involved in a same observation (see [6]).

It is also known how an undirected graph $G(N)$ describes the zero-nonzero sparsity pattern of a block symmetric matrix and that $G(NE) = G(N)$ if N is the normal equations matrix of NE .

This, however, represents only a part of the problem.

To improve the situation consider the network adjustment [sparse] design matrix $A = (a_{ij})_{1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n}$ and the hypergraph H such that $\#(V(H)) = n$, and a numbering p of the vertices

³A parameter group stands for a set of parameters related in the obvious way. In a photogrammetric block, the three coordinates of a point constitute a parameter group, also the six orientation elements of an image; the set of selfcalibration parameters constitutes as well another parameter group.



HELI-IBERICA

EXPERTOS EN...
Experts in...

VUELOS FOTOGRAMETRICOS
Photogrametric Flights

Y/ and

SENSORES REMOTOS
Remote Sensing

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

ambos/both
CONTROLADO POR GPS
GPS controlled

AEROPUERTO CUATRO VIENTOS
Aptd. 116019
28044 MADRID
TEL.: 208 45 44
208 89 40
FAX: 208 84 29



$V(H)$. Then, consider the map ϵ

$$\begin{aligned} \epsilon : \{1, \dots, m\} &\longrightarrow E(H) \\ i &\longrightarrow E_i \end{aligned}$$

where $\epsilon(i) = E_i$ if $E_i = \{p(i_1), \dots, p(i_q)\}$ and the only non zero elements of row i in A are $a_{ii_1}, \dots, a_{ii_q}$. ϵ may be non bijective.

H does contain all structural information of the network, including the observations. The problem of finding an optimal sequence for loading the partial normal equations —if required— can be formulated in terms of finding a proper numbering for the hyperedges of H .

$G(NE)$ can be obtained from $H(NE)$ as follows

$$H(NE) \xrightarrow{\alpha} H(NE)^* \xrightarrow{\beta} L(H(NE)^*), \quad (1)$$

where $G(NE) = L(H(NE)^*)$, $L(H(NE)^*)$ is the *representative graph* of $H(NE)^*$ and $H(NE)^*$ is the *dual hypergraph* of $H(NE)$.

If $H = (\{v_1, \dots, v_n\}, \{E_1, \dots, E_m\})$ is a hypergraph, the dual hypergraph H^*

$$H^* = (\{e_1, \dots, e_m\}, \{V_1, \dots, V_n\})$$

is defined through the relation

$$e_i \in V_j \Leftrightarrow v_j \in E_i$$

for $1 \leq i \leq m$ and $1 \leq j \leq n$. It is apparent that $(H^*)^* = H$.

The representative graph $L(H)$ of H is a graph of order m —i.e., $V(L(H)) = \{x_1, \dots, x_m\}$ — defined with the equivalence

$$\{x_i, x_j\} \in E(L(H)) \Leftrightarrow E_i \cap E_j \neq \emptyset,$$

for $1 \leq i, j \leq m$.

In the above two definitions, for the sake of a simpler notation, the existence of a one-to-one correspondence between sets of same cardinality has been highlighted with subindices.

In transformation (1), step α is a *discrete transpose*, step β is a *discrete —symbolic— product of discrete matrices*. The composition of them is a *discrete transpose product*. (There are algorithms available that given $H(NE)$ and a numbering p of its vertices, directly generate the elimination graph of $G_p(NE)$.)

$H(NE)$ can be introduced as the *network discrete model* —for hystorical reasons one could call $G(NE)$ the network [associated] graph— although it is an open question whether one should allow for multiplicities in the edges of the hypergraph $H(NE)$. If so, then the map in 1 would be one-to-one.

A last observation is that network discrete models provide the skeleton for the network abstract data

types to be used in the adjustment systems. Moreover, since graphs, hypergraphs, lists and sets are basic mathematical objects, the fundamental operations and algorithms on them can be borrowed from standard discrete mathematical software packages.

4 A REMARK ON CLASSICAL PHOTOGRAMMETRIC NETWORKS

Graphs associated to photogrammetric blocks, for both bundle or independent model methods, are bipartite. A graph G is called *bipartite* if $V(G)$ can be partitioned into two subsets —parts— in a way that an edge always connects vertices of different parts. In the case of a bundle network, one part has as many vertices as points are in the network and the other part has a number of vertices that equals the number of images.

n-partite graphs are defined in a similar way. For a given graph G , its *chromatic number* $\chi(G)$ is the smallest n for which G is *n-partite*. In general, computing $\chi(G)$ is NP-complete. Note that a bundle network with additional selfcalibration parameters can be associated to a tripartite graph.

For photogrammetric blocks, in the frame of a general network adjustment program, the traditional steps of forming the reduced normal equations and numbering of their group unknowns, can be put in an abstract form as follows:

- check the network graph for bi- or tripartiteness.

If the answer is yes, then proceed and

1. generate the two or three partitions,
2. generate a partial elimination graph R ,
3. number the vertices of a suitable subgraph of R .

Testing whether a graph is bipartite and generating the vertex parts is easy (the well known equivalence between bipartite graphs and graphs with no cycles of odd length must be used). For tripartite graphs the generation of the parts is more involved but it still can be done [3][Chapter 3]. This solves step 1.

For step 2, consider the following less restrictive definition of graph numbering than the one given in Section 2.2: any map $p : V \longrightarrow \{1, \dots, \#(V)\}$. If p is taken as $p(\text{any point}) = 1$ and $p(\text{any image}) = 2$, then the elimination graph R generated by applying the path theorem to p corresponds to the graph of the intermediate symmetric matrix obtained after factorization of the point unknowns [3][Chapter 2].

For the last step, it suffices to extract the subgraph of R corresponding to the image unknowns and apply your favorite numbering algorithm to it.

¡ABIERTOS!

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

GIS ABIERTOS

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

ABIERTOS A LOS USUARIOS

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

ABIERTOS A LAS APLICACIONES

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

ABIERTOS A LA INFORMACION

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

ABIERTOS A LAS PLATAFORMAS

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

ABIERTOS A LOS DATOS

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

ABIERTOS A LA FUNCIONALIDAD

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

ABIERTOS A USTED

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



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

F\C	1234567890123456789012345678901
01	+.....+.....+.....+.....+.....+
02**..
03**..*.*.
04*.*.*.*.
05*.*.*.*.
06**..*.*.
07	+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
08**..*.*.
09**..*.*.*.*.
10*.*.*.*.
11*.*.*.*.
12**..*.*.*.*.
13	+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
14**..*.*.*.*.
15**..*.*.*.*.
16*.*.*.*.
17*.*.*.*.
18**..*.*.*.*.
19	+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
20**..*.*.*.*.
21**..*.*.*.*.
22*.*.*.*.
23*.*.*.*.
24**..*.*.*.*.
25	+.....+.....+.....+.....+.....+.....+
26**..*.*.*.*.
27*.*.*.*.
28*.*.*.*.
29*.*.*.*.
30*.*.*.*.
31	+.....+.....+.....+.....+.....+.....+

Figure 1: A cut subset for SQ 31 LD 6 (automated nested dissection).

In general, all the different policies of dealing with the “sorting of unknowns” in photogrammetric blocks can be reduced to numbering alternatives of bipartite graphs. Conversely, the extremely efficient methods devised by photogrammetrists for their blocks over the past two decades can be transferred to other sparse gaussian elimination problems in other fields where bipartite matrix graphs appear.

5 TROUBLESOME ASPECTS OF HYBRID NETWORKS

Compared to classical networks, hybrid networks may be troublesome because their local and regular connectivity structure is lost. In order to illustrate this statement, an example (Figure 1) will be given before generalizing.

Figure 1 depicts a cut subset generated in the first step of a nested dissection graph numbering algorithm for arbitrary networks [8].⁴ The elements of the cut

⁴The nested dissection algorithm has been selected since it

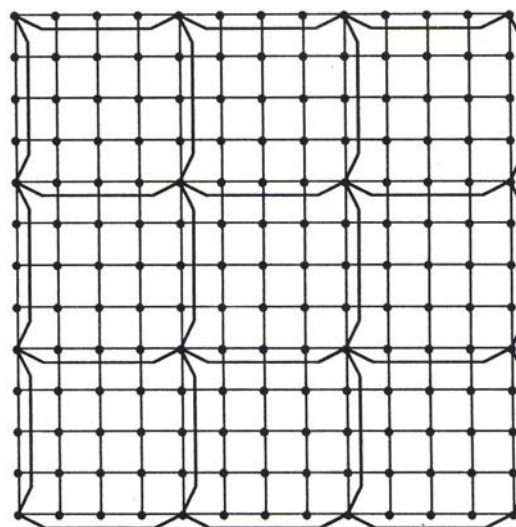


Figure 2: A graph with a 4-distance connected subgraph.

subset are marked with the character *. The graph —SQ 31 LD 6— is based on a regular grid graph —SQ 31— whose vertices are connected to their four N, E, S and W neighbors. Thus, SQ 31 is of order 961 and size 1860. SQ 31 LD 6 is SQ 31 plus a 6-distance connected subgraph LD 6 (see Section 6.3 and Figure 2 with a SQ 13 LD 4 graph); it is of order 961 and size 1920. In other words, SQ 31 LD 6 is a simplification of a regular graph perturbed with the long edges of LD 6. The simplification aims at being representative of a photogrammetric block which is adjusted together with the terrestrial control network or, also, of a conventional geodetic network readjustment that brings together a main and a densification network.

The fill-in factor obtained after applying nested dissection to SQ 31 is 4.67; for SQ 31 LD 6 is 6.88 and for a graph of the type SQ 31 LD 6 LD 3 is 9.66 [3][Chapter 5]. Note that for either cases SQ 31 LD 6 and SQ 31 LD 6 LD 3, numberings do exist which lead to fill-in factors very close to 4.67! The problem behind is the inability of the algorithms to produce a clean cut subset in the presence of the perturbing subgraphs LD 6 and LD 3 (Figure 1). Of course, this depends on the particular numbering algorithm (see [11]); this point is discussed in [3].

In [3], more cases of hybrid troublesome networks are analysed. In general, it can be stated that graphs of hybrid networks have a dominant structure of the classical type plus some perturbing edges; for instance in aerial triangulation, edges induced by drift correction parameters if aerial GPS control is used or edges induced by the terrestrial control network which destroy bipartiteness.

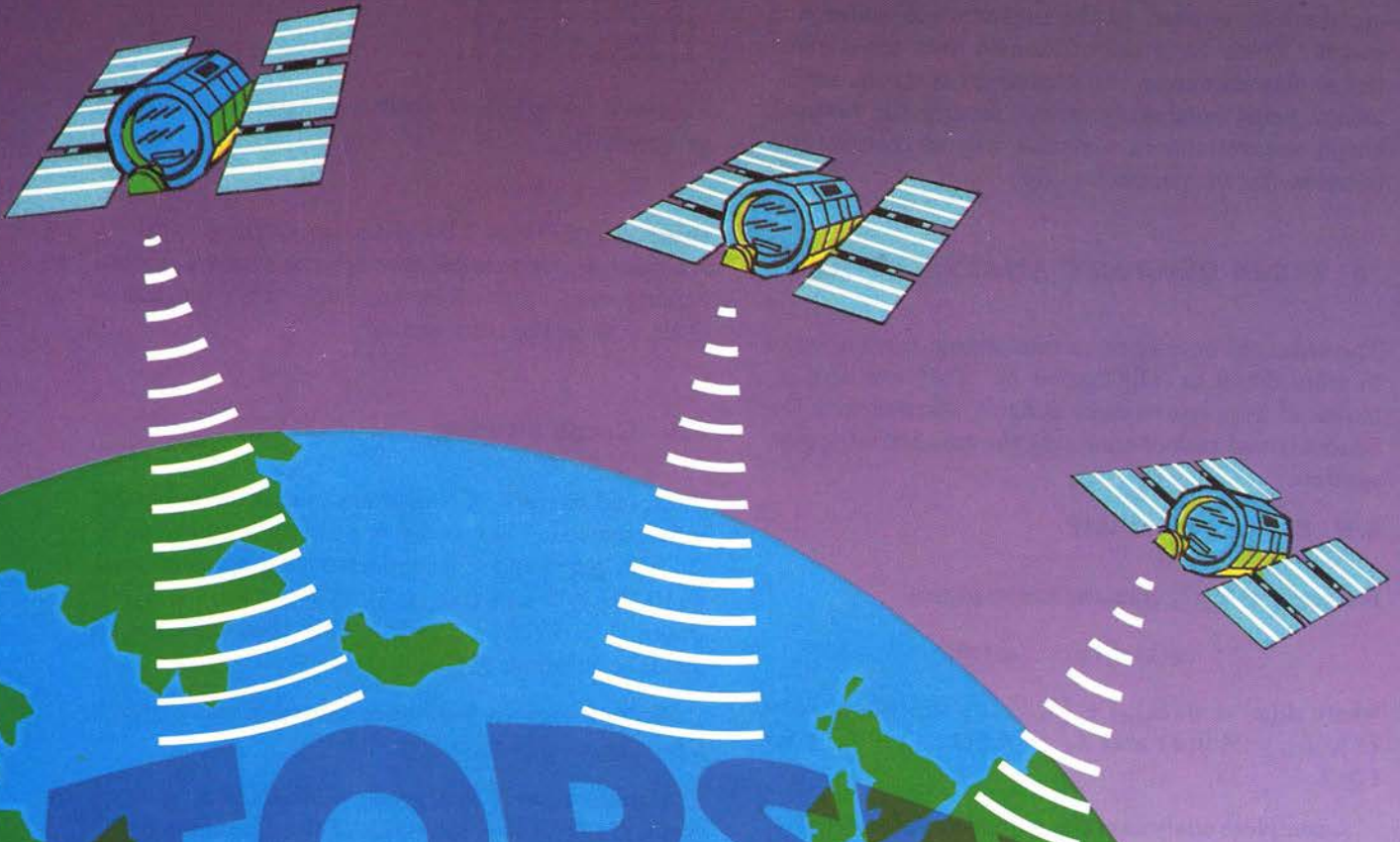
is the algorithm to be used in large problems [11]. If the hybrid network is medium sized or small any sequential algorithm, for instance the banker's [15], will do the job reasonably well.



NUESTRO OBJETIVO EL DESARROLLO...

Ramírez de Arellano, 26 - MADRID 28043

Tif. 413.77.12 - FAX 5193948



TOPSER



To face those problems, rather than to establish brand new numbering algorithms, it seems wiser to develop network analysis tools for the detection and isolation of the perturbing edges as pursued in the following section. Once this is done, appropriate action can be taken before the actual numbering algorithms be applied to the unperturbed underlying graph. These tools are of interest even for conventional networks since [structural] gross errors, for instance point numbering errors, modify the network graph connectivity in a similar way as observations between distant parameters do.

6 SOME DISCRETE ANALYSIS TOOLS

The concepts developed in this section can be found in more detail in [3][Chapter 6]. They are here introduced from less to more difficult, starting with the almost trivial task of analysing the connectivity propagation.

6.1 Superconnectivity

For any $x \in V(G)$ consider the sequence

$$d_0(x) d_1(x) \dots d_r(x),$$

where $d_i(x) = \#(L_i)$, $i \in \{0, \dots, r\}$ and where $L_0 = \{x\}$, $L_1 = \text{Adj}(x)$ and $L_i = \text{Adj}(L_{i-1}) - L_{i-2}$ for $i \geq 2$.

A complete analysis of the sequences $d_0(x) d_1(x) \dots d_r(x)$ requires too big a computational effort. The computation of a restricted number of elements of the above sequences —the first elements provide the most relevant information—, however, is almost as helpful as the whole computation. This is specially true if the very pathological vertices like border ones are removed from the graph as soon as they are detected.

6.2 Nonlocality

Let $G = (V, E)$ be a graph and $e = \{a, b\}$ one of its edges such that $\#(E) \geq 3$ and $(V, E - \{e\})$ is connected. The *nonlocality* of e , $r(e)$ is defined as

$$r(e) = d_{(V, E - \{e\})}(a, b).$$

$r(e) + 1$ is, obviously, the length of the shortest cycle through the edge e . The concept of nonlocality, however, fits the intuitive idea of *discrete distance* between graph —network— vertices better and can be further extended by considering $d_{(V, E - F)}(a, b)$ for some subset F of edges.

Nonlocality has some limitations. For instance, for any edge e of P in Figure 3 it is $r(e) = 6$. This allows the detection and isolation of P . On the contrary for

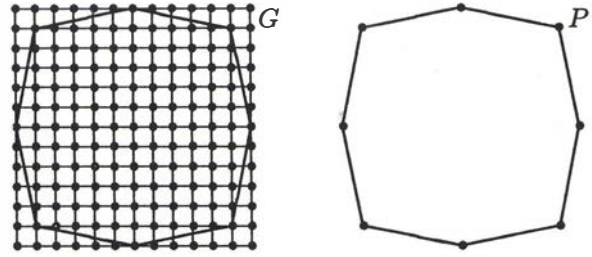


Figure 3: A graph G with a 6-distance connected subgraph P .

the graph of Figure 2 the detection of the perturbing subgraph is not possible through the analysis of non-locality since $r(e) = 3$ for any edge. This question is dealt with in the next section.

6.3 Graph filtering

First, the concept of n -distance connected subgraph is introduced. Let n be a positive integer, $G = (V, E)$ a graph and P a connected subgraph such that $\#(V(P)) \geq 2$ and that $d_I(u, v) \geq n$, $\forall u, v \in V(P)$ where $I = (V, E - E(P))$. P is then called a *n -distance subgraph* of G .

Figure 2 shows a 4-distance subgraph and Figure 3 a 6-distance subgraph (P).

A graph filter f is a graph operator; i.e. given a graph G , $f(G)$ is a subgraph of G . Throughout the section, B will stand for a minimal weight (length) cycle basis of G and q for an integer $q \geq 3$.

Filter h_B^q . $h_B^q(G)$ is the subgraph of G defined as

$$h_B^q(G) = G(\{v \in V(G) : \exists c_j \in B, w(c_j) < q, \\ v \text{ is a vertex of an edge of } c_j\}).$$

$h_B^q(G)$ may be nonconnected or the empty set. Based on the fact that (C, F) is a matroid on C (Section 2.5), it can be proven that $h_B^q(G)$ does not depend on the particular base B .

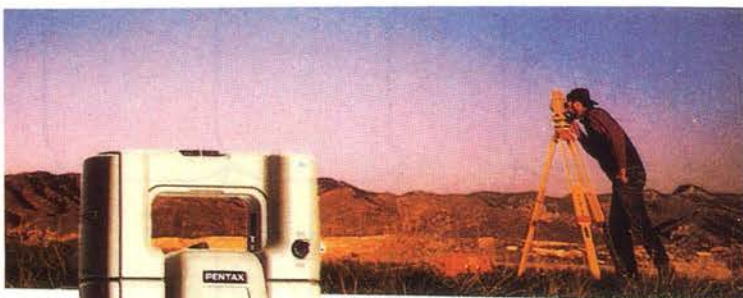
Filter l_B^q . In a similar way the subgraph $l_B^q(G)$ may be defined as

$$l_B^q(G) = G(\{v \in V(G) : \exists c_j \in B, l(c_j) > q, \\ v \text{ is a vertex of an edge of } c_j\}).$$

Again $l_B^q(G)$ may be nonconnected or even the empty set but in this case $l_B^q(G)$ is clearly dependent on B . In spite of this dependency, under certain conditions, some edges of G belong to $l_B^q(G)$ no matter which particular minimal basis is chosen. This property is useful in practice and formalized as follows: if P is a q -distance connected subgraph, for any minimal cycle basis B , it holds that $P \subset l_B^q(G)$.

PENTAX®

ESTACIONES TOTALES PENTAX SERIE PTS III



Funciones:

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

COLECTOR DE DATOS MULTIFUNCION PENTAX GSA-C5

1. Cálculos

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

2. Gráficos

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

Realizando la compra del Equipo Ingeniería:

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



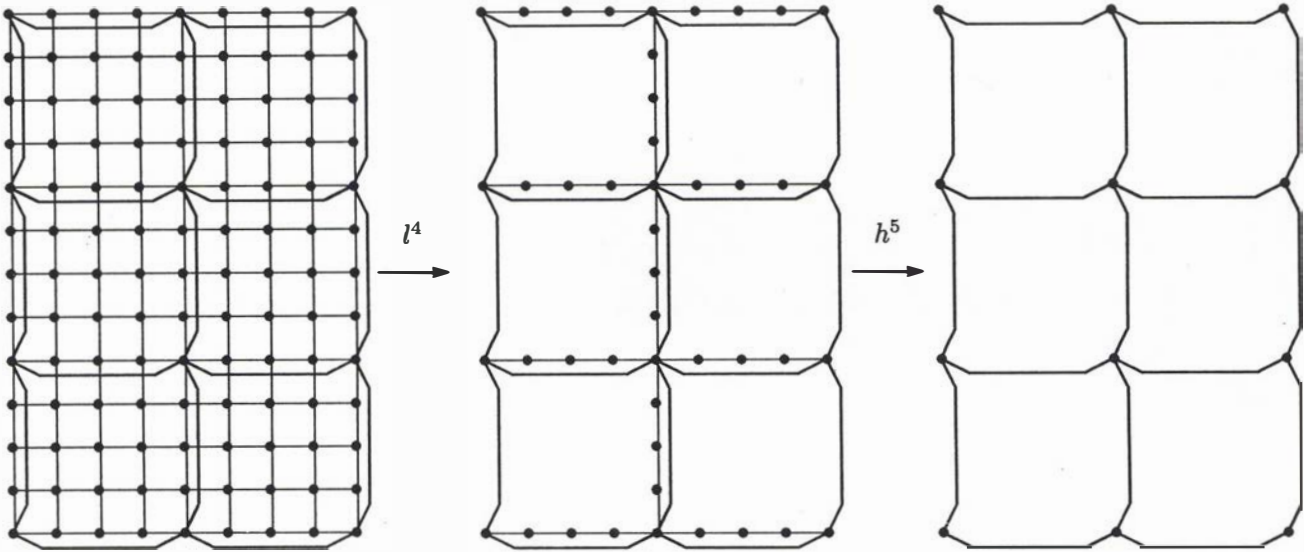


Figure 4: Detection and isolation of a 4-distance connected subgraph.

An example of detection/isolation of a 4-distance connected subgraph with the composed filter $h^5 \circ l^4$ is given in Figure 4.

6.4 On algorithms for minimal weight bases

A major drawback of the discrete filters proposed in the former section is the lack of fast algorithms for finding cycle bases of minimal length. In 1987, J.D.Horton published the first algorithm for constructing minimal weight cycle bases [10]. Although it is a very expensive algorithm —it takes time $O(m^3n)$, for a graph of order n and size m — it has the benefit of showing that the problem of finding a minimal cycle basis is not NP-complete.

As Horton writes in his paper, *there is considerable room for improvement on this problem*. In particular, it remains an open question whether a faster algorithm for [sparse] graphs do exists.

7 HINTS FOR NUMBERING ALGORITHMS

A practical way to deal with the numbering of complex graph structures is to build up the numbering map $p : V(G) \rightarrow N$ in n steps, which is equivalent to build q where

$$q : V(G) \rightarrow N \times \dots \times N, \quad (2)$$

and then identify the natural order in N with the lexicographic order in N^n .

If $q(v) = (q_1(v), \dots, q_n(v))$, the sets I_i , $I_i = \{q_i(v)\}_{v \in V(G)}$ are computed successively for $i = 1, \dots, n$ according to different criteria set for each

step. An example for such criteria sequence could be as follows.

1. Compute the connected components C_1, \dots, C_m of G ; $q_1(v) = k$ if v is a vertex of the connected component C_k .

2. For each $i \in I_1$ consider the subgraph

$$G(\{v : q_1(v) = i\});$$

set $q_2(v) = 2$ if v is a border vertex (Section 2.1) or almost (a vertex with too many adjacent vertices according to some relative threshold).

3. Consider the family of subgraphs

$$G(\{v : q_1(v) = i, q_2(v) = j\}),$$

for all $i \in I_1$ and $j \in I_2$. Try to apply some of the techniques described; for instance, check for bipartiteness, look for high nonlocality values, etc.

4. Consider the family of subgraphs

$$G(\{v : q_1(v) = i, q_2(v) = j, q_3(v) = k\}),$$

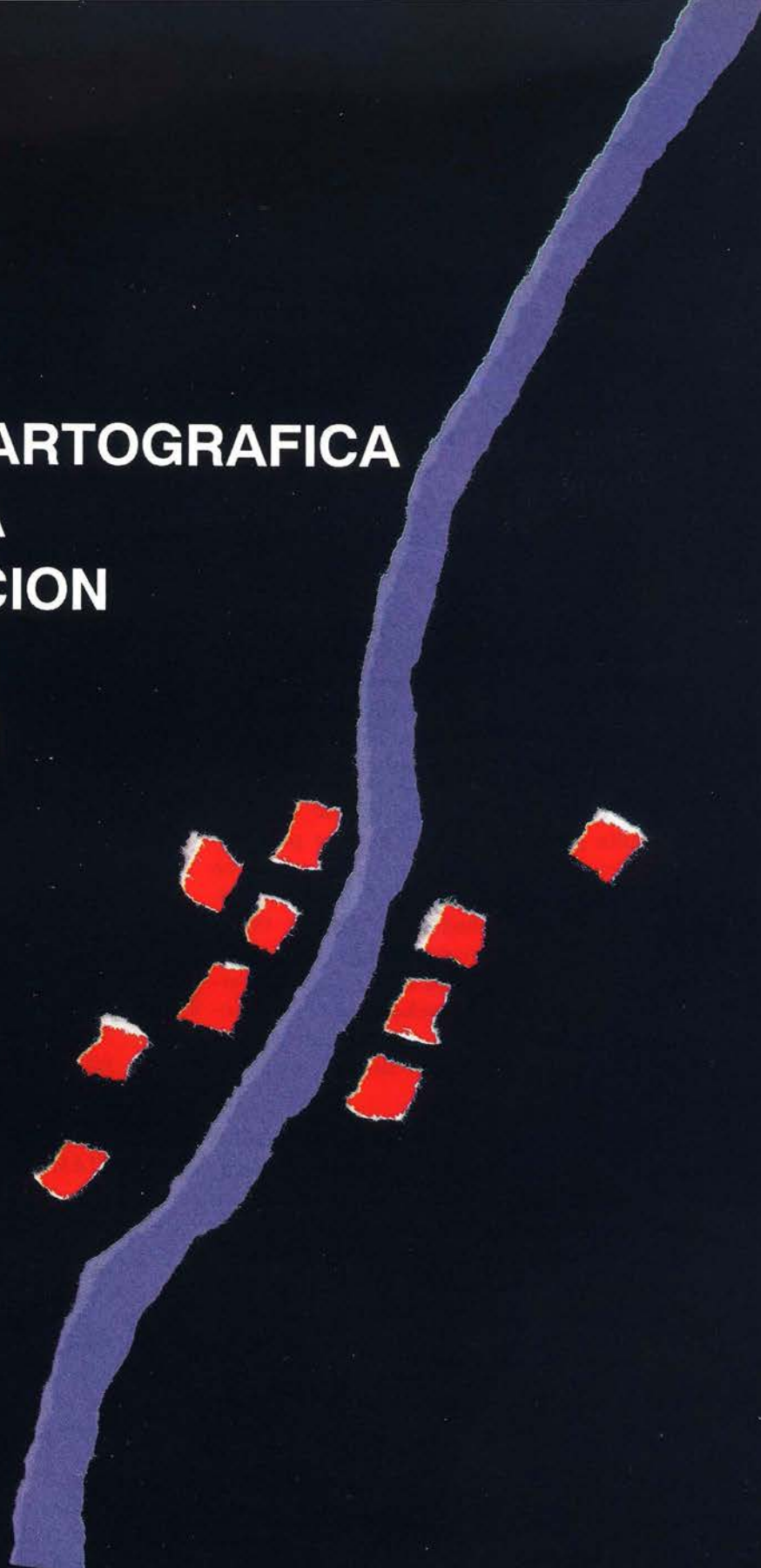
for all $i \in I_1$, $j \in I_2$ and $k \in I_3$. Apply to each subgraph nested dissection or any algorithm you might prefer.

5. ...

Note that the former sequence is just an example for the sake of illustrating the idea, and that it can be further refined if one has the algorithmic tools to do it. A possibility is to devote some step m to assign values to $\{q_m(v)\}_{v \in V(G)}$ according to *a priori* known information on the network which might come from a previous adjustment, from approximate algorithms



DELINEACION CARTOGRAFICA
FOTOMECANICA
FOTOCOMPOSICION
MAPAS RELIEVE
DIGITALIZACION



DELCAR

or directly from the human being in charge of the computation.

If the complexity of the situation so requires or if one is trying to detect structural gross errors, the above procedure could be done even interactively.

8 CONCLUSIONS AND OUTLOOK

From Section 3, Section 4 and from [3] it seems possible to set up a discrete model for the classical [least squares] adjustment of general networks. All the information required for the model is contained in the hypergraph associated to the functional model design hypermatrix (block matrix). In particular, operations like formation of reduced normal equations, formation of nested dissection blocks and partial elimination of unknown groups can be formulated as pure [generalized] numbering/elimination operations on graphs.

It is quite clear that for some of the concepts and the results presented here to become practicable (recall Section 6.4) key problems are still to be solved; considerable research is still to be done both in the theoretical and applied sides. This is, therefore, just an intermediate paper though some of its ideas have been already applied at the *Institut Cartogràfic de Catalunya* in the development of the GeoTeX system [4]. (More details, practical motivation and proofs to all statements made here can be found in [3].)

Last but not least, it will be more than enough if the paper contributes to the growing feeling that techniques from discrete mathematics can be of help for a new generation of photogrammetric/geodetic procedures and software, even in the almost old-fashioned field of network adjustment.

References

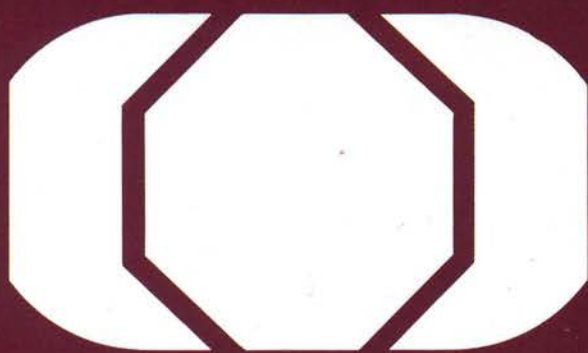
- [1] Berge, C., 1973. Graphs and hypergraphs. North-Holland, Amsterdam.
- [2] Bryant, V., Perfect, H., 1980. Independence theory in combinatorics. Chapman and Hall, London and New York.
- [3] Colomina, I., 1991. Structural aspects of hybrid networks in geodesy and photogrammetry. Ph.D. dissertation, Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- [4] Colomina, I., Navarro, J.A., Térmens, A., 1992. GeoTeX: a general point determination system. In: *International Archives of Photogrammetry*, Vol. 29, Comm. III.
- [5] Dermanis, A., 1991. Integrated geodesy. Report of the IAG Special Study Group 1.73: period 1987-1991, XX General Assembly of the IUGG, Wien.
- [6] Friedrich, K., 1930. Beiträge zur direkten und indirekten Auflösung der Normalgleichungen unter besonderer Berücksichtigung der geodätischen Netzausgleichung. *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 49: 525-539.
- [7] Grafarend, E.W., Mader, A., 1989. A graph-theoretical algorithm for detecting configuration defects in triangular geodetic networks. *Bulletin Géodésique*, 63: 387-394.
- [8] George, A., Liu, J.W.H., 1978. An automatic nested dissection algorithm for irregular finite element problems. *SIAM J. Numerical Analysis*, 15: 1053-1069.
- [9] Hein, G.W., 1986. Integrated geodesy state-of-the-art 1986. Joint Workshop on Combined Adjustment of Heterogeneous Geodetic and Photogrammetric data, IAG-ISPRS, München.
- [10] Horton, J.D., 1987. A polynomial time algorithm to find the shortest cycle basis of a graph. *SIAM J. Computation*, 16: 358-366.
- [11] Mark, A., Poder, K., 1982. Ordering and dissection of geodetic least squares equations. *Deutsche Geodätische Kommission*, Col. B, Vol. 258/VIII, pp. 100-112, München.
- [12] Rose, J.D., Tarjan, R.E., Lueker, G.S., 1976. Algorithmic aspects of vertex elimination on graphs. *SIAM J. Computation*, 5: 266-283.
- [13] Schwarz, C.R., 1978. TRAV10 horizontal network adjustment program. *NOAA Technical Memorandum NOS NGS No. 12*, US Department of Commerce, NOAA, NOS, Rockville.
- [14] Snay, R.A., 1978. Solvability analysis of geodetic networks using logical geometry. *NOAA Technical Memorandum NOS NGS No. 14*, US Department of Commerce, NOAA, NOS, Rockville.
- [15] Snay, R.A., 1979. Reducing the profile of sparse symmetric matrices. *NOAA Technical Memorandum NOS NGS No. 4*, US Department of Commerce, NOAA, NOS, Rockville.
- [16] Yannakakis, M., 1981. Computing the fill-in is NP-complete. *SIAM J. Algebraic Discrete Methods*, 2: 77-79.
- [17] Zenger, Ch., 1986. Trends in computer and software technology and the impact on combined adjustment. Joint Workshop on Combined Adjustment of Heterogeneous Geodetic and Photogrammetric Data, IAG-ISPRS, München.

EN FOTOGRAMETRIA Y TOPOGRAFIA EXIJA CALIDAD

NUESTRAS EMPRESAS

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

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



ASTOFO

ASOCIACION EMPRESARIAL DE TRABAJOS
TOPOGRAFICOS Y FOTOGRAMETRICOS

EN VANGUARDIA DE LA FOTOGRAMETRIA.

BARCELONA:

G&DA

MADRID:

AEROGRAM - AEROTOPO - AZIMUT
CADIC - CARTOCIVIL - CARTOGESA
CARTOYCA - CAYT - CETFA
CYS - EDEF - ESTOSA - ETYCA
EUROCATO - FOTOCAR - GENECA
GEOCART - GEOMAP - INCAR
INTECPLAN - INTOPSA - LA TECNICA
LEM - OFICINA TECNICA "A PETIT"
PROTOCAR - STEREOCATO - TASA
TEISA - TICSA - TOGESA
TOPYCAR - VALVERDE TOP.

SAN SEBASTIAN:

NEURRI

SEVILLA:

CARTOFO DEL SUR - TECNOART

VALENCIA:

CARTOGRAFIA Y SISTEMAS

SERVITEX

VALLADOLID:

GRAFOS



**Aerofotogrametría
a su servicio**



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

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

GeoTeX: A GENERAL POINT DETERMINATION SYSTEM

I.Colomina, J.A.Navarro and A.Térmens
Institut Cartogràfic de Catalunya
Spain

ABSTRACT:

The GeoTeX system of the *Institut Cartogràfic de Catalunya* (ICC) is a general geodetic and photogrammetric point determination system which is able to deal with any type of geometric functional model. GeoTeX is suited for research as well as for production purposes and can be easily extended to incorporate new models. Examples of tasks that the system can master are: spatial triangulation —SPOT images—, aerial triangulation with kinematic GPS derived positions, conventional geodetic network adjustment, DTM surface information and combinations thereof. In the paper, two components of the system are described: the discrete model kernel based on discrete mathematical techniques and the I/O kernel based on a general formal geodetic model and its associated formal grammar based interface language.

KEY WORDS: abstract data types, combined adjustment, compiler-compilers, data standards, grammars, network discrete models.

1 INTRODUCTION

In a sense, network point determination is an old-fashioned topic in photogrammetry and geodesy. It can be stated at least that the subject is no longer appealing to the academic research community.

On the other hand, fast, accurate and reliable point determination is still a must for private companies and official agencies in the allied fields of geodetic surveying, photogrammetry and remote sensing. These organizations face a variety of problems ranging from huge data sets, to changing hardware/software environments, to the extension of the traditionally supported observable types (for instance the testing of new mathematical models or the use of new sensor types). As a consequence, remarkable efforts are still being made mainly by instrument/software manufacturers and by research/development departments in land surveying agencies in order to improve and keep the software systems for point determination up to date.

Two additional introductory remarks are in order here. First of all, the principles and concepts established by the research activities related to the former ISPRS Working Group III.1 (period: 1984-1988; subject: accuracy aspects of combined point determination) have not been transferred to practice with the exception of industrial photogrammetry and GPS aided aerial triangulation. Secondly, advantage of already existing progress in computer hardware and software must not only be taken to speed up the old software but also to develop superior methods and procedures.

At the ICC, besides the above general remarks, there are particular motivations behind the research and developments reported in this paper. A unique point determination system both suited for research

and production was needed since the development and maintenance of two different systems cannot be afforded. Similarly, it is not cost feasible to develop and maintain a system for geodetic networks, a system for aerial triangulation and a system for spatial triangulation.

The authors claim that this kind of a contradiction between research/production software and tailored/general software can be overcome if proper mathematical and computer science tools are used. Another claim is that the benefits of this global approach are not solely of interest to small groups. They are: a cost reduction in software development, acquisition and maintenance; a closer collaboration between teams traditionally involved —as well as traditionally separated— in point determination tasks; and the introduction of factors of rationality and coherence in the corresponding point determination projects.

2 ON GENERALITY, ADAPTABILITY AND PORTABILITY

In the context of point determination systems, generality is the power of mastering a broad range of [network] observations, conditions and parameters; adaptability is the power to incorporate new ones; and portability, as everywhere else, is the power to run on different platforms with minor or no changes,

To say that generality, adaptability and portability are desirable properties of a software system is common place. Rather than restating this, this section aims at describing a specific example of how the pursuing of those properties has led to certain design concepts.



SITARC-1

garantía en la implantación de un SIT

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



(Composición de SITARC-1)



SISTEMAS DE INFORMACION TERRITORIAL S. A.

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

2.1 Generality

Usually, in a same organization, there are several different groups involved in point determination tasks; namely, the geodesists, the photogrammetrists, the remote sensing specialists and the surveyors. There is no difference whether referring to *ppm*, *% of flying height*, μm , or *pixel*; they all perform similar computations to estimate position, orientation and other parameters. For each group, there is usually a different software system as well. This redundancy, besides being an increase in software costs, implies some additional complexity in data transfers and communication between processes. The situation is even in contradiction with the current evolution of technology towards more heterogeneous systems and procedures. Examples are the GPS supported aerial triangulation, the convergence of digital photogrammetry and remote sensing, and the democratization of geodetic surveying with the advent of GPS.

Since the statistical, functional and structural abstract concepts are the same for any set of observations —indeed, an elementary statement from adjustment theory—, the natural solution to the above mentioned problems is the development of general point determination systems. These systems are built around general network adjustment programs.¹ Credit for a remarkable and early realization of this idea goes to A.A.Elassal and his GALS software system [8]. At the ICC the idea has been realized through the development of the GeoTeX system, whose heart is the general network adjustment program ACX (see [4] for a first and short description and application).

The above discussion related to generality can be summarized in two items: a design concept and a realistic goal set to be achieved in the particular implementation of GeoTeX/ACX.

Design concept: definitions of observable, condition and parameter polymorphic abstract data type must be available; any particular abstract type of observable, condition and parameter must fit the former definition.

Realistic goal: that the system and the adjustment program be able to handle any combination of observations of the geodetic, photogrammetric, SPOT and DTM-surface type (in a 3 dimensional space).

2.2 Adaptability

Some commercial and operational software packages exhibit certain difficulties in keeping pace with tech-

nological and scientific progress. This constitutes a major inconvenience for users, specially for those involved in continuous testing of new instruments, procedures or models.²

Moreover, it is quite frustrating that advanced users, perfectly aware of the mathematics of their experiments, cannot extend the software to fit their needs.

As in the former section, the above remarks lead to the following design and implementation items.

Design concept: The user must be allowed to define observable, condition and parameter new abstract data types. (Actually, ACX has been developed in this way by the authors.)

Realistic goal: that the addition of new models take only the formal definition of the observable and new parameters involved (definition of the particular observable and parameter abstract data types), the coding of the observation equations and their jacobian matrix, and linking; that very limited knowledge of the software be essential for the extension of the models.

2.3 Portability

Moving from one platform to another is unavoidable for many reasons: different collaborating organizations might have different platforms, the optimal development platform might not be the optimal production platform, the optimal field platform (PC) might not be the optimal office platform, the optimal platform today might not be the optimal platform tomorrow, etc.

Therefore, from the overall software architecture to the programming habits, portability has to be a main concern. It is a fact that highly qualified professionals waste too much time in transferring software to different platforms and plotting devices.

A last observation is that contrary to classic algorithmic programming languages, which happen to have well established standards, Graphic User Interfaces (GUI) are troublesome for scientific programmers and analysts. Actually, GUI standards appear to be competition weapons between manufacturers (see, for instance, [11]) rather than tools to ease the work of developers.

As before, two summarizing ideas are highlighted.

Design concept: define levels of interface complexity, built upon the same data structures, in such a

¹In the photogrammetric literature general network adjustment programs are usually referred to as combined adjustment programs.

²In the opinion of the authors, it is a misunderstanding that operational software mean stiff software; and conversely, that "flexible" research oriented software mean a poor user interface.

Rendimientos que superan límites



Sírvase Vd. del diálogo para resolver problemas de medición

Estacionamiento libre con compensación, determinación de coordenadas, replanteo por coordenadas, distancia punto - recta, determinación de trazas entre puntos ...

Su taquímetro, ¿le ofrece de verdad una solución práctica y elegante para cada problema de medición que se presente?

Si el software de un taquímetro electrónico, debe ser «comprensible» para Vd., inevitablemente tendrá que considerar los taquíme-



NOVEDAD: Taquímetro electrónico registrador Rec Elta

tros electrónicos registradores Rec Elta Serie E de Carl Zeiss.

El software de los instrumentos Rec Elta ofrece posibilidades universales, incluso cuando se trata de mediciones difíciles. Con ayuda del diálogo, obtendrá rápida y exactamente el resultado deseado.

Además, ya que un Rec Elta de registro interno le permite ahorrar tiempo, gracias a funciones adicionales aptas para la práctica.



Producto de la Comunidad Europea

LA SERIE E
Electrónica de vanguardia en geodesia

Medición automática de la presión y temperatura atmosféricas

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

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

way that a minimal sufficient set of functionalities for professional work are guaranteed in case of a platform migration. For GeoTeX, three levels, 0, 1 and 2, were defined. 0 is the lowest interface level with essentially no tools other than those provided by the operating system; 1 is the alphanumeric interface level and makes no other assumption than the ANSI standard; 2 is the graphic interface level, most likely to degrade after a migration.

Realistic goal: that the system and the adjustment program be able to run at least at the interface level 1 (see Section 5.2 and Figure 2) in the three *de facto* standard operating systems in scientific computing, DOS, UNIX and VMS.

2.4 Drawbacks of general approaches

A known effect of design principles similar to those of the preceding sections is the proliferation of software shells which slow down the execution of some processes. Since that increase in computing time is approximately linear, it can be absorbed by faster hardware. In other words, the extra time budget offered by the new hardware can —and should— be partly invested in more complex software architectures. (Note that time and space algorithmic complexity remain a problem.)

The real danger of a general approach is that either a number of useful tailored functionalities may be lost or that irrelevant details for a particular subset of applications may burden the operation of the software.

In this respect, the following design concept must be fully realized in the implementation.

Design concept: generalization of concepts must be rigorous enough to make developers write tailored modules —always of an informative auxiliary nature— in rare occasions only; privileged users like project or department managers must have the possibility to customize the software by setting defaults and abling/disabling options.

3 ON THE FORMAL STRUCTURE OF OBSERVABLES

The idea of defining the formal structure of observables and other elements participating in an adjustment dates back to the late seventies [15, 17] and it has been driven by the need for automation, either in the design of geodetic data bases [17] or in the design of adjustment systems [7, 14].

Probably, there is more than one approach well suited for the management and reduction of photogrammetric and geodetic data. Even for a given

data structure approach, there might be different complexity levels; for instance, the general data base might contain information irrelevant to an adjustment.

For the sake of simplicity and because the GeoTeX data base is not completely defined a simple *adjustment oriented* point of view will be adopted. Then, the main data types are: observables, parameters, constraints and sensors (instruments may be called as well). The sometimes used term *formal structure* of observables, is nothing else than a rough expression for the definition of abstract data types. The data type *observable* is defined in GeoTeX as

$$\langle p_1 \dots p_i \rangle \langle s_1 \dots s_j \rangle \langle a_1 \dots a_k \rangle \quad (1)$$

$$\langle o_1 \dots o_l \rangle \langle c_1 \dots c_m \rangle,$$

where $p_1 \dots p_i$ are the identifiers of the parameters involved, $s_1 \dots s_j$ the identifiers of the instruments, $a_1 \dots a_k$ auxiliary information (meteorological, etc.), $o_1 \dots o_l$ the actual observed amounts, and $c_1 \dots c_m$ some representation of the covariance matrix.

The above definition is polymorphic in the sense that a particular observable data type is a particular case of (1). A photogrammetric observation data type would be defined as

$$\langle p_1 p_2 p_3 \rangle \langle s_1 \rangle \langle o_1 o_2 \rangle \langle c_1 \dots \rangle, \quad (2)$$

where p_1 stands for an image orientation parameter, p_2 for a point, p_3 for a selfcalibration parameter, s_1 for a metric camera sensor, $o_1 o_2$ for the image coordinates, and $c_1 \dots$ for the statistical information. Last, a photogrammetric observation, i.e. an instance of the former abstract data type could be

$$8623 \ 13245 \ 1 \ 9001 \ 2345.7 \ - \ 92356.6 \ 7.5. \quad (3)$$

A control point observable data type would look like

$$\langle p_1 \rangle \langle o_1 o_2 o_3 \rangle \langle c_1 \dots \rangle. \quad (4)$$

Analogously, the abstract data type *parameter* is defined in GeoTeX as

$$\langle p_1 \rangle \langle a_1 \dots a_k \rangle \langle o_1 \dots o_l \rangle \langle c_1 \dots \rangle, \quad (5)$$

where the meaning of $p_1, a_1 \dots a_k, o_1 \dots o_l, c_1 \dots c_m$ is clear.

Constraint and *sensor* data type definitions follow the same philosophy.

4 DATA STANDARDS, ABSTRACT DATA TYPES AND DISCRETE NETWORK MODELS

It is necessary to differentiate three concepts used throughout the paper: data [transfer] standards, net-



SERVICIOS TOPOGRAFICOS

LA TECNICA

Un equipo de profesionales al servicio de sus necesidades

Juan de Austria, 27 y 30

Telef. 446 87 04 - Fax. 593 48 83

28010 - MADRID

work abstract data types and network discrete models.

Data standards and some of their implications are discussed in Section 4.1. Note that data standards is a concept mainly related to data management and processing.

Network abstract data types, either for a data base or for a program, deal again with management and processing. Actually, Section 3 deals with just a small part of the problem of defining a consistent and comprehensive set of abstract data types for a network adjustment program.

A network discrete model is, on the contrary, a pure mathematical concept. It is motivated and introduced in Section 4.3.

4.1 Data standards, grammars and the GeoTeX I/O kernel

A data standard is nothing but a set of formal rules describing the structure and meaning of data, that is, a language. Geodetic data, as many other types of data, may be expressed by means of a formal language. This is important from many standpoints: aesthetics, automatic language recognition, automatic code generation, etc.

A language is defined by a grammar. Grammars are always formal and some of them can be *automatically* processed by a computer. In fact, it is possible to create a tool—a *compiler-compiler*—which, using a formal description of a grammar G —i.e. a metalanguage—as input, generates software able to recognize text files written in G [1]. A well known commercial example of such tools is the Lex & Yacc package [13].

As discussed in Section 3 and also in Section 2, the formal structure of the observables, parameters, etc. may be represented by means of polymorphic abstract data types. An immediate—and very important—consequence of this fact is that only a single limited grammar is required to define the language describing those geodetic items. Thus, only couples of modules have to be coded for the reading and writing basic operations.

The GeoTeX I/O kernel has been implemented following these principles. First of all, the AdIL grammar, which represents the formal geodetic data model, was defined. Then, a compiler-compiler tool, GDL, was developed. GDL uses that grammar to automatically generate the skeletons of the I/O modules. At this point, the software is able to decide whether a text is written in AdIL or not (that is, to decide if that text is syntactically correct).³ Finally,

³Note that the tools known as compiler-compilers are only able to generate the *syntactical parsers*. That means that the

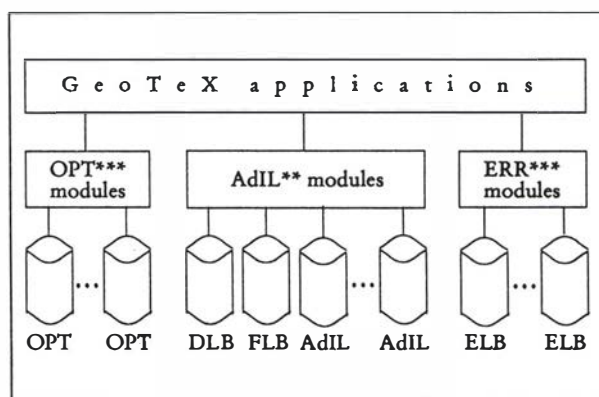


Figure 1: GeoTeX I/O kernel.

all the semantic procedures were coded.

Specifically, the GeoTeX I / O kernel is composed of:

- A descriptor library (DLB), used to describe the particularities of the observables, parameters, sensors and constraints. One record—a descriptor—is stored in this file for each single instance of those geodetic elements.
- AdIL** modules. The GeoTeX I/O kernel consists of couples of modules (which are used to read and write the observables, etc.). The output modules also use a format library (FLB), created and tailored by the user, to write the output AdIL files according to the user's preferences.

These previous components have been specifically designed for the GeoTeX system. Additionally, other general input/output subsystems, shared by many other applications of the ICC, are used. Exactly the same rationale—formal grammars, abstract data types and automatic code generation—can be and has been applied to these types of data—not only to geodetic.

The additional general I/O subsystems are:

- OPT*** modules (OPT grammar). These two modules are used to read and write the “run option files” (that is, the set of options controlling the behavior of a program).

modules created in this way can only recognize whether a text is written according to a grammar or not. The semantic process of the information contained in the input file has to be implemented manually. Nevertheless, the syntactical recognition of a text is a hard problem to solve, so the availability of those tools is of a great help.

The difference between syntactical and semantic processes is shown by the following example: if 182.4527 is a string of characters representing an angular magnitude, the syntactical process of such a string would check whether the format DDD.MMSS is used or not; the semantic treatment would transform, for instance, this magnitude from gons to radians.



FOTOGRAFIA DE ALTOS VUELOS



TASA
TRABAJOS AEREOS, S.A.

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

- ERR*** modules (ERRMSG grammar). All the error messages related to the system have been stored into an “error message library” (ELB), identified by an error code number. The ERR*** modules gather the text of these error messages and display them according to a printing standard. The main advantage of such conception lies in the fact that it is possible to modify such messages with no changes in the software. Thus, multilingual versions of the system can be implemented with no additional development cost!

GeoTeX takes advantage of these subsystems as well (see Figure 1).

4.2 Abstract data types

A data type is any of the forms that information may adopt according to a classification criterion. The real x FORTRAN declaration states that x is an object whose type is real. More modern programming languages allow for a recursive construction of new—user defined—data types. Nevertheless, these programming languages are still third generation ones.

Thus, for instance, the practical implementation of the formal structure concept of observables in Section 3 could be

```
photogrammetric_observation x(n),
```

which would define the object x as an array of n photogrammetric observations. In this context, a photogrammetric observation is an abstract data type.

It is possible to go further up in the abstraction level. For example, the following sentence

```
observation x,
```

would redefine x as an observation of *any* type. Again within the scope of this context, this is a polymorphic abstract data type. It would be possible then to define polymorphic operators on observables which would take different actions—i.e. procedures—depending on the specific observation being processed; photogrammetric or control point observations.⁴

GeoTeX has been designed following the paradigm described above as far as allowed by the limitations imposed by the available tools (a FORTRAN compiler). Nevertheless, the polymorphic concepts of observation, parameter, sensor and constraint have been implemented using the techniques described in the previous sections. Note that there is also a close relation between polymorphic abstract data types and the data standards used to transfer the information.

⁴One could add two observations of different type. In such a case, an error condition would be returned.

Ideally, this abstraction process would lead to a final polymorphic abstract data type, the network—which would embody, among others, the observation data type. Powerful polymorphic operators on such an object could be defined, for instance as: `adjust_network`, `print_network`, `transfer_datum`, `create_subnetwork`, etc.

4.3 Discrete network models: the ACX discrete math model

The ACX network adjustment program, which incorporates most of the design considerations of Section 2, is the central component of the GeoTeX system.

There are many definitions available for networks in the context of least squares adjustment which more or less read *it is a set of points related through observations...*, but which are not definitions in any mathematical sense. On the other hand, for an adjustment the well known functional model—linear or not—and the stochastic model may do, though the structural (or topological) information of the network does not show up explicitly.

That the structural aspects are explicitly formulated is of practical importance.

For instance, structurally seen, a distance observation between two points is equivalent to a vector difference observation between the same two points. Both observations have the same influence on the numbering of unknowns in the normal equations and in their loading sequence. For the two purposes it is even irrelevant whether there are one or more repeated observations.

Another point in favor of explicit discrete models is based upon the following remark. For anyone who has ever written an operational production-valid adjustment program it is well known that the so called organizational tasks represent at least 70% of the analysis and coding effort. Many operations and algorithms thereof are of a discrete nature:

- extraction of parameters from observations,
- generation of the network graph,
- optimal graph vertex numbering for solving the normal equations,
- optimal numbering of the observations for the loading sequence of the normal equations,
- generation of the elimination graph (generation of the symbolic fill-ins),
- analysis of identification errors,
- generation of information for the sparse matrix numerical modules,



ESTACIÓN TOTAL ELECTRÓNICA

GTS-303

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

¡HAGA COMPARACIONES!

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



¡CAMBIARÁ A TOPCON!

TOPCON ESPAÑA, S.A.

Central:

Frederic Mompou, 5 Ed. EURO-3

08960 S. Just Desvern (Barcelona)

Telf.: (93) 473 40 57 Fax: (93) 473 39 32

Del. Norte:

Chonta, 48

20200 Eibar (Guipúzcoa)

Telf./Fax: (943) 12 16 20

Del. Centro:

Dr. Esquerdo, 148

28007 Madrid

Telf.: (91) 552 41 60 Fax: (91) 552 41 61

• ...

Now, if a look at existing software is taken, one will probably find out that most components (data bases; functional, statistical and numerical modules) are more or less alike. However, the discrete parts are either very different or, even worse, they are not clearly separated from the rest of the software. This is an indication that, still today, the discrete model and the corresponding discrete software modules are missing concepts in our systems.

As a discrete network model the concept of *hypergraph* is proposed [2][p. 389] (see as well [5, 6]). If V is a finite non empty set and $E, E \subset \mathcal{P}(V)$, a family of non empty subsets of V such that

$$\bigcup_{E_i \in E} E_i = V,$$

then the couple $H, H = (V, E)$, is called a *hypergraph*. The elements of V are referred to as the *vertices* of the hypergraph. The *edges* or *hyperedges* are the elements of E .

The vertices of the hypergraph clearly correspond to the network parameters and the hyperedges to the observations. Note the n -to-1 correspondence between observations and hyperedges and, accordingly, the same correspondence between the design block [sparse] matrix of the adjustment. An additional advantage [5], is that if H is a network discrete model —i.e., a hypergraph— then the *representative graph* G of the *dual hypergraph* H^* is the graph of the network in the usual sense: an edge between two vertices (parameters) exists if the two parameters are involved in a same observation.

In short, all the structural information of the network is contained in its associated hypergraph. (For other additional properties see [5, 6].)

5 SYSTEM DESIGN

The coding of the first modules of GeoTeX/ACX started by the end of 1988. Their architecture is a compromise between the ideas described here, in [4, 5, 6], and the means available.⁵

5.1 GeoTeX architecture

From the architectural standpoint, GeoTeX is a system consisting of two types of software components: *heavyweight* and desktop applications. This classification is based on two criteria: the complexity of

⁵To be honest, the maturing of some of these ideas were not completely independent of the simultaneous realization of the software.

Type	Complexity	Environment	Examples
Main Utility Desktop	High Medium Low	Full Full None	ACX, GAI Plotting Coordinate transf.

Table 1: GeoTeX software components.

the functions to be implemented by the software — and therefore, its size— and the working environment required. Within the context of the GeoTeX system, a working environment is a standardized set of input/output files, user procedures and system resources. See Section 4.1 for a description of the GeoTeX I/O kernel and Section 5.2 for more information about procedures.

Heavyweight applications are the most complex and a full working environment is required. On the contrary, an almost non-existent environment is used to run the much simpler desktop applications (usually, screen interaction).

From a photogrammetric/geodetic point of view, the heavyweight applications are divided into main and utility applications. This classification is made for the sake of practical use. Main applications are much more demanding in terms of computer resources (usually main applications are executed in batch mode and utility applications in interactive mode).

The software components of the GeoTeX system are listed in Table 1.

The GeoTeX files may be classified into two groups: user and system files. The user files are those created and modified by the user during the life of each project (that is, the usual input/output files required by any system).

The system files are the implementation —using the available resources and tools— of the abstract data types used to model geodetic data. These files remain unchanged during the exploitation of the system but may be modified by the advanced users to upgrade or expand GeoTeX (correspond to the GeoTeX input files in Figure 3).

In a near future (see Section 6 and Figure 3), GeoTeX will be able to interface with geodetic/photogrammetric, topographic and other databases by means of utility applications.

A workstation (with the set of graphic/alphanumeric functionalities required to run the selected interface level) and a DIN A3 fast PostScript plotter —for work plots— is the minimum local configuration recommended to run GeoTeX. Additionally, a link to the LAN of the organization would be advisable —mainly when photogrammetric/geodetic etc.



**Cartografía, Topografía
y Catastro**

CARTOYCA, S.A.

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

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

data bases are available. The photogrammetric analytical systems may be connected to the workstation of to the LAN system.

5.2 Interface levels

As discussed in Section 2.3, three interface levels were defined for GeoTeX. Level 0 consists of the set of tools offered by the platform's operating system — editors and batch commands; level 1 is composed of alphanumeric ANSI-based utilities — as for instance, syntax oriented file editors; level 2 is (or will be) based on Graphic User Interface (GUI) and Graphic System (GS) packages.

The reason for defining such interface levels is the authors' aim at creating a portable system and, at the same time, offering a helpful —also portable— set of tools to its users. To achieve that, the usage of widely spread GUI/GS packages has been carefully avoided. As it is well known, nowadays there is not a fully accepted GUI/GS standard. Therefore, the realistic goal proposed in Section 2.3, —running GeoTeX on DOS (the field platform), VMS (the current platform) and UNIX (the threatening platform) at the interface level 1— has been the authors' main objective.

A simple, character-oriented, ANSI-based, portable user interface is used by level 1 utilities. Minor or no changes are required to migrate such utilities to new platforms. Hence, a standard set of tools is guaranteed⁶ to the user. Once this objective has been fulfilled, it is possible to develop the corresponding level 2 utilities for specific environments.

Note that "character-oriented" does not mean *poor interface*. The quality of a user interface depends on several factors. Of course, aesthetics play a very important role —shorter learning times, better usage, understanding and acceptance of the application by the users, etc.—, but there are other components which contribute to the quality of the final result. The concept behind the interfacing software, sometimes called the interface's foundation, is the key point here (see [10]). The mental data model the user has to assume, the available functions, the navigation scheme and the look & feel of the interface being used are the critical success factors to take into account.

It is recalled that when the GeoTeX interface foundation was conceived (see again *Design Concept* in Section 2.3), a clear objective was pursued: to offer the user a professional, upgradable interface, including the minimum set of functionalities required to perform his task. These functionalities —the *feel* of the interface— have been implemented at level 1 by

⁶Syntax oriented file editors, data screening, coordinate transformations, graph utilities, interface with data bases and plotting (PostScript). PostScript is becoming a *de facto* standard for plotting in scientific environments; see as well [3].

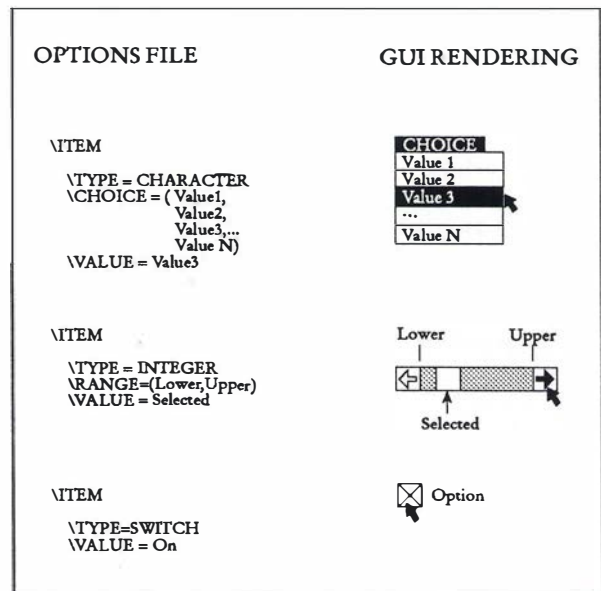


Figure 2: Option files and GUI rendering.

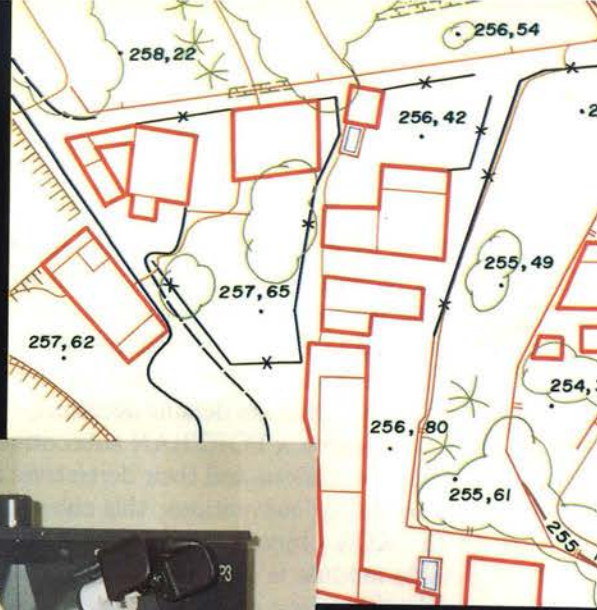
means of a character-oriented *look*, the ANSI portable package. Of course, it is possible to use more sophisticated tools, specific non portable GUI/GS environments, to upgrade that look (level 2); the feel, nevertheless, will remain unchanged (see Figure 2).

Thus, note that GeoTeX offers to its users a portable, professional level 1 interface, covering a basic range of functionalities. This interface may be upgraded from the "rendering" point of view using GUI/GS non-portable packages. Nevertheless, the concept behind the interfacing software is the same for all levels.

5.3 ACX architecture

A layout of the structure of ACX is depicted in Figure 3. ACX, like GeoTeX, has been developed as a compromise between the limited available means and the paradigm of object oriented programming. Figure 3 is almost selfexplanatory though somewhat simplified. The generation of initial approximations is, at the moment, done with a separate main application program (GAI) but the next version of ACX will embody GAI; this makes the program flow more complex than in Figure 3 since intermediate adjustments with simplified linear models have to be added.

Note the files in the dashed boxes in the same Figure 3. The upper left box contains the GeoTeX system files. The most important one contains descriptors which serve as links between abstract data types and data [transfer] standards. The lower left box contains the ACX files whereby the most important one contains the network abstract data type definitions.



GE
NE
CAR,
S.A.



GENECAR, S.A.

Cardenal Belluga, 6, 1º B

Teléfonos: (91) 361 1576

361 1753

Fax: 361 1857

28028 MADRID

Thus, when the advanced user wants to implement a new model, she/he has just to edit the files within the dashed boxes; the two mentioned files (the major task) and other 5 remaining files (minor details like output formats that are not absolutely necessary since ACX will make default decisions). Then she/he has to program a FORTRAN subroutine for the observation equations and their derivatives according to certain calling conventions; this subroutine is added to the ACX object module library and a new executable module is generated. The pure photogrammetric or geodetic engineer or scientist needs to know very few about the program and just nothing about the discrete and I/O modules.

6 CURRENT STATUS AND FUTURE DEVELOPMENTS OF THE GeoTeX SYSTEM

GeoTeX is an operational photogrammetric/geodetic point determination system. Besides research, it is supporting production projects in geodesy and development projects in photogrammetry; the SPOT model is undergoing implementation in collaboration with the authors' colleagues of the Remote Sensing Group and with the team of the *Lehrstuhl für Photogrammetrie und Fernerkundung* at the Technical University in Munich [9].

There are two missing pieces in the system. One is the interface to the photogrammetric, geodetic, topographic and other data bases which, with the exception of the topographic —DTM— data base, are undergoing definition.

The other missing piece of software is a level 2 interface (Section 5.2) which requires a GUI system including a GS.

Last, with the new generation of digital photogrammetric stereo workstations, a closer integration of the point determination system and the measuring instruments is foreseen. The stereoscopic display capabilities and the new fast hardware might change some working routines in the sense of easier network analysis and, in many cases, almost real time adjustments.

References

- [1] Aho, A.V., Sethi, R., Ullman, J.D., 1986. *Compilers: principles, techniques, and tools*. Addison-Wesley, Reading.
- [2] Berge, C., 1973. *Graphs and hypergraphs*. North-Holland, Amsterdam.
- [3] Cavuoto, J., 1991. PostScript moves up. *Computer Graphics World*, 14(7): 105–108.
- [4] Colomina, I., 1989. Combined adjustment of photogrammetric and GPS data. In: *Schriftenreihe des Instituts für Photogrammetrie*, Universität Stuttgart, Vol. 13, pp. 313–328, Stuttgart.
- [5] Colomina, I., 1991. Structural aspects of hybrid networks in geodesy and photogrammetry. Ph.D. dissertation, Departament de Matemàtica Aplicada i Anàlisi, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- [6] Colomina, I., 1992. Discrete mathematical techniques in the analysis and adjustment of hybrid networks. In: *International Archives of Photogrammetry*, Vol. 29, Comm. III.
- [7] Crippa, B., de Haan, A., Mussio, L., 1989. The formal structure of geodetic and photogrammetric observations. In: *Proceedings of the Tutorial on Mathematical Aspects of Data Analysis*, ISPRS, Intercomission WG III/VI, Pisa, pp. 9–35.
- [8] Elassal, A.A., 1983. Generalized adjustment by least squares (GALS). *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 49: 201–206.
- [9] Heipke, C., Kornus, W., Strunz, G., Thiemann, R., Colomina, I., 1992. Automatic photogrammetric processing of SPOT imagery for point determination, DTM generation and orthoprojection. In: *International Archives of Photogrammetry*, Vol. 29, Comm. IV.
- [10] Hildebrand, J.D., 1991. Menus, mice & mom. *Computer Language*, 8(9): 42–48.
- [11] F.U.W., 1991. The empire (IBM) strikes back (at MICROSOFT and the ACE consortium). *Imaging technology report*, 4(8).
- [12] Judge, P., 1991. *Guide to IT standards makers. Technology Appraisals*, Isleworth (UK).
- [13] Mason, T., Brown, D., 1990. *lex & yacc*. O'Reilly & Associates, Sebastopol (California).
- [14] Sarjakoski, T., 1988. Object-oriented approaches in the design of more capable (adjustment) systems. In: *International Archives of Photogrammetry*, Vol. 27, part B10, Comm. III, pp. 244–253.
- [15] Schwarz, C.R., Tscherning, C.C., 1982. Introduction to and report from the Symposium on Management of Geodetic Data, august, 1981. *Bulletin Géodésique*, 56: 106–114.
- [16] Swanke, J.E., 1991. The realities of portable software. *Computer Language*, 8(11): 57–66.
- [17] Tscherning, C.C., 1978. Defining the basic entities in a geodetic data base. *Bulletin Géodésique*, 52: 85–92.

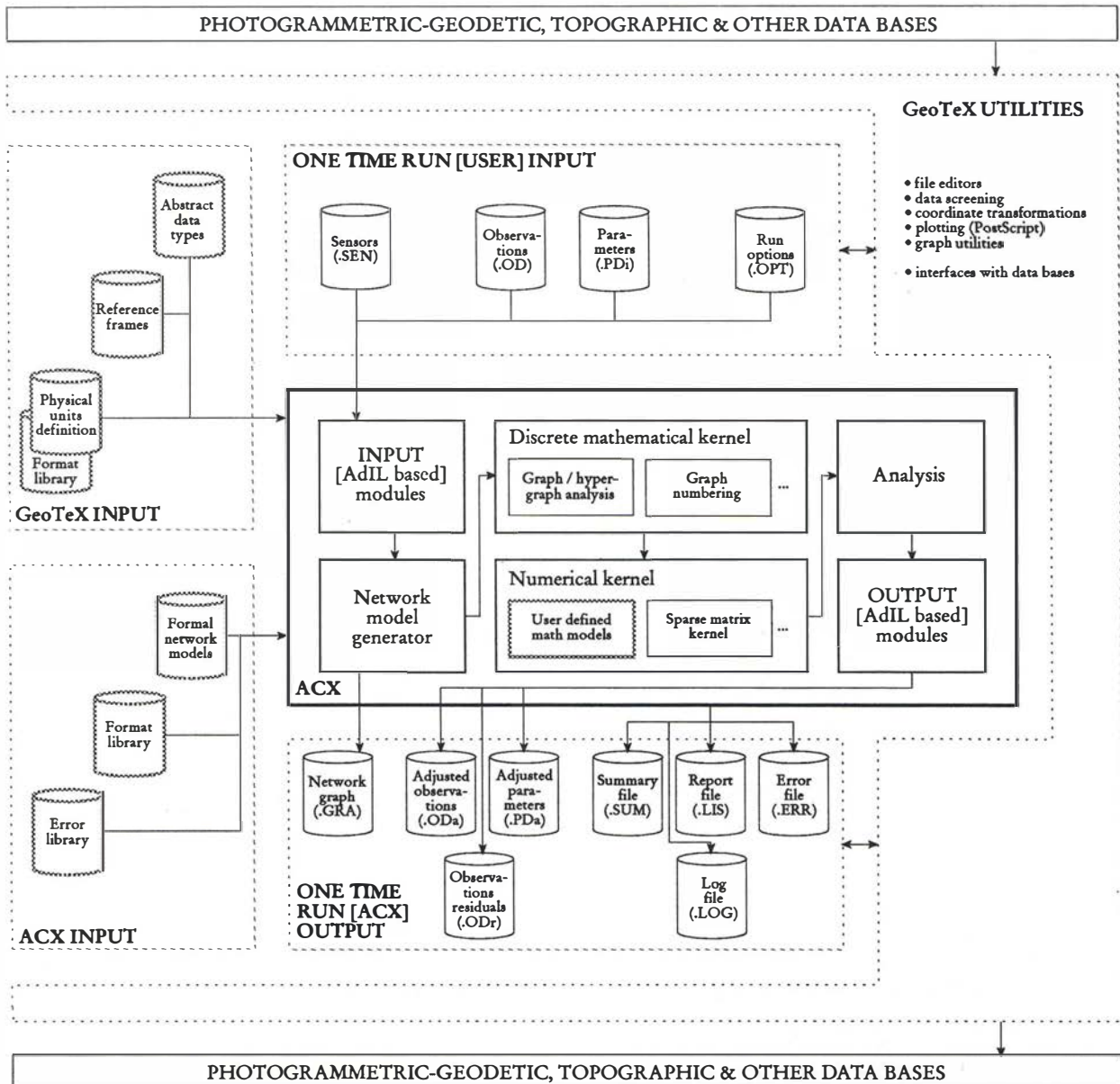


Figure 3: Schematical layout of the ACX general network adjustment program and its environment.

DECAR

DELINEACION CARTOGRAFICA, S.A.

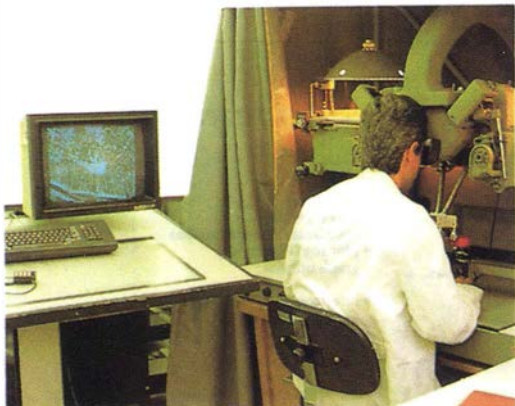
Carlos Martín Álvarez, 21 – Bajo – Local 5 – Teléfono y Fax: 478 52 60 – 28018 MADRID

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

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

INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA

UNA INSTITUCIÓ JOVE AL SERVEI D'UNA LLARGA TRADICIÓ



Fotogrametria assistida

La restitució fotogramètrica és mecanitzada de manera integral; inicia així la mecanització de la delineació.



Edició digital

L'edició digital s'efectua a través del sistema gràfic que ajuda a dibuixar els mapes i la seva simbologia; també s'utilitza per dissenyar i controlar els vols fotogramètrics, etc.

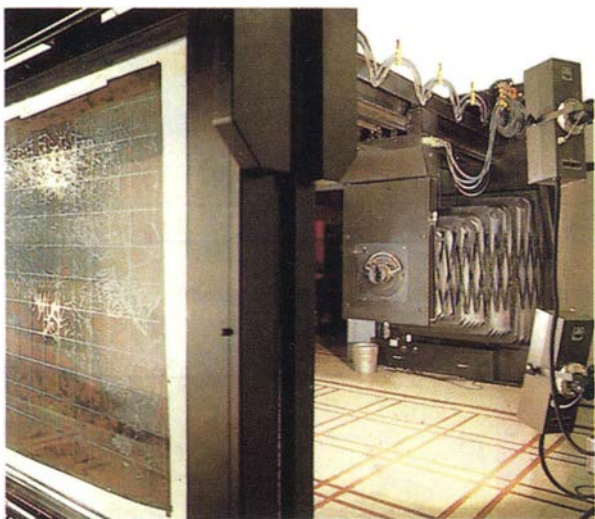
Teledetecció

Les imatges emeses des de satèl·lit són rebudes per un sistema de procés d'imatges digitals en color que permet d'una forma directa diferents tractaments de les mateixes.



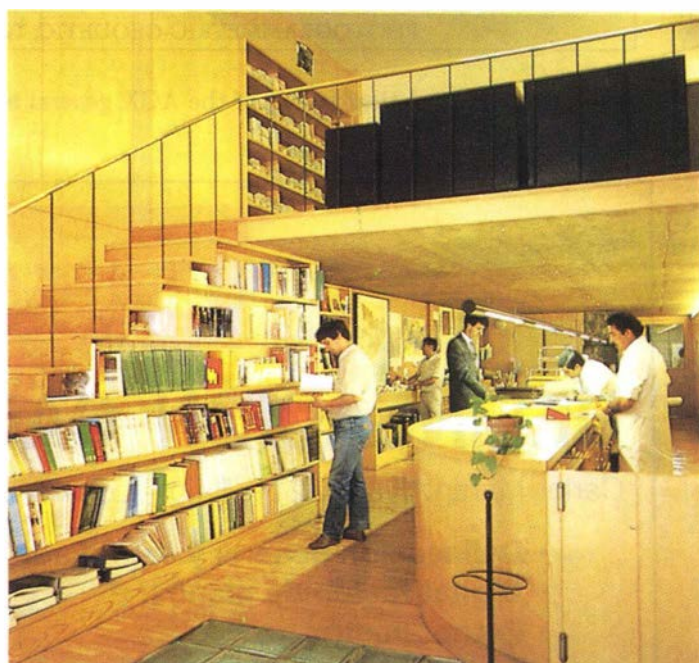
Centre de càlcul

El Centre de càlcul, proveït de dos ordinadors (un IBM-4381/2 (D.P.T.O.P.) i un VAX-11/780) i d'un sistema de procés d'imatge, constitueix la infraestructura que permet el tractament de totes les dades necessàries per a l'elaboració de la cartografia.



Laboratori

El Laboratori fotogràfic, compost de les més modernes processadores i cambres de precisió, permet la màxima exactitud en la reproducció foto-cartogràfica.



Generalitat de Catalunya
Departament de Política Territorial
i Obres Públiques
Institut Cartogràfic de Catalunya

Balmes, 209-211 - Telèfon (93) 218 87 58
Tèlex 98471 ICCB E - 08006 Barcelona

- Mapes topogràfics
- Mapes temàtics
- Mapes de carreteres
- Mapes i guies turístiques
- Mapes i guies excursionistes
- Plans de ciutats
- Ortofotomapes
- Fotografia aèria
- Llibres de contingut geocartogràfic
- Atlas
- Publicacions de la Generalitat
- Diverses publicacions oficials de l'estat

GRAFINTA, S.A. OBTIENE CONTRATO PARA SUMINISTRO DE EQUIPOS GPS

Grafinta, S.A. anunció recientemente haber conseguido un importante contrato por parte del Instituto Cartográfico de Cataluña, en Barcelona, para suministrar cuatro receptores geodésicos Geodesist 'P'. El contrato incluye igualmente el suministro de un receptor topográfico Pathfinder para operaciones expeditas. Todos los equipos son fabricados por Trimble Navigation Ltd. de Sunnyvale, California, EE.UU.

Grafinta es el representante exclusivo de Trimble Navigation Ltd. para Topografía y Geodesia en España.

Los receptores Geodesist 'P' están especialmente diseñados para mediciones de larga base. Con dos frecuencias, los Geodesist 'P' pue-

den realizar mediciones de cientos de kilómetros con precisiones centimétricas ó, alternativamente, realizar observaciones de hasta 20 km en períodos breves de tiempo. Las dos frecuencias le permiten corregir las influencias resultantes de las variaciones en los modelos ionosféricos en los extremos de las líneas base.

Uno de los receptores del lote, llevará integrado una entrada de frecuencia controlada, a fin de poder ser empleado conjuntamente con los relojes astronómicos de muy alta precisión.

El Instituto Cartográfico de Cataluña tiene el proyecto de emplear estos equipos en la comprobación y densificación de la red geodésica de Cataluña.



NUEVO EDIFICIO PARA LA E.U.I.T. DE TOPOGRAFIA

El pasado día 29 de mayo tuvo lugar a las 12 h. la ceremonia de inauguración del nuevo edificio de la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica en la que tuvieron lugar varios actos como la entrega de diplomas a la XII Promoción de Peritos Topógrafos.

EUROGIS-GRASS

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

Incluye funciones como:

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

Soportado para:

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



EUROGIS

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

ISIDORO SANCHEZ ESTABLECE EL PREMIO "ALVARO SANCHEZ DE MEÑACA"

El día 27 de Mayo pasado, y en el Casino de Madrid, pudimos asistir, junto con otros colegas de los medios de comunicación, al acto de presentación de una Colección de Libros y al fallo del Primer Premio "Alvaro Sánchez de Meñaca".

La casa Isidoro Sánchez S.A. continuando con la atención que siempre ha prestado a los temas de formación ha querido ampliar su campo de actuación y ha establecido un premio, que lleva el nombre de su actual presidente : "Alvaro Sánchez de Meñaca", para libros inéditos cuyo tema esté relacionado con las ciencias de la Tierra.

Al mismo tiempo la Editorial de las Ciencias Sociales, consciente de la importancia, cada día creciente, de los estudios relativos a la biosfera en general crea una nueva colección con el nombre de "Colección de libros de Ciencias de la Tierra"; dentro de la cual se enmarca el mencionado premio "Alvaro Sánchez de Meñaca".

Al acto asistieron, entre otras, personalidades del Ministerio de Cultura, la Universidad, el Ejército, el Ayuntamiento y la Comunidad de Madrid, el Instituto Geográfico Nacional, el Instituto de Astronomía y Geodesia, el Ilustre Colegio de Topógrafos y como ya hemos dicho de los medios de comunicación escrita.

Comenzó D. Rafael López Lita, presidente de la Editorial de las Ciencias Sociales, presentando a la propia editorial, la nueva colección de libros y a su director, D. Francisco Manuel Martínez Fernández.

Después D. Francisco Manuel Martínez Fernández, resaltó la importancia que hoy tienen las Cien-



De izquierda a derecha: Angel Arevalo, Director del I. G.N.; Rogelio Brito, Director Dpto. De Servicio de Isidoro Sánchez, S.A.; Ramón Lorenzo, Director del CNIG; Hector Sanchís Cortina, Coronel del S.G.E.

cias de la Tierra, la necesidad de un cauce editorial que recoja los trabajos que sobre ellas se hacen y como Secretario del Jurado que otorgó el premio, nos dió a conocer el fallo.

Dña. Ana Sánchez Marcos, Directora de Marketing, presentó el patrocinio de Isidoro Sánchez, S.A. en el premio "Alvaro Sánchez de Meñaca".

Respecto al libro, primero de la Colección de libros de Ciencias de la Tierra, y merecedor del Primer Premio, se titula "G.P.S., La Nueva Era de la Topografía" y sus autores: D. Alfonso Nuñez García-del Pozo, D. Jose Luis Valvueda Durán y D. Jesus Velasco Gómez, son profesionales de reconocido prestigio y profesores, todos ellos de la U.P.M.



Los autores del libro "G.P.S.: La nueva era de la Topografía", galardonados con el I Premio Alvaro Sánchez de Meñaca"



La obra sale en un momento propicio ya que los sistemas de posicionamiento están extendiendo su uso en Topografía con gran empuje y extraordinarios resultados, y en otros campos tiene una reconocida presencia o un esperanzador futuro.

Queremos resaltar la magnífica iniciativa de Isidoro Sánchez, S.A. que copntribuye a la extensión de la cultura en general y en concreto de las Ciencias de la Tierra, en un momento de máximo interés científico por ellas.

Desde aquí hacemos votos por el éxito de la Colección, por una gran difusión del Libro y por una larga continuidad del Premio.

Jesús Velasco Gómez, uno de los premiados;
Ignacio Nadal, Director Técnico de Mapping;
Hector Sanchís y Sra.

TANGENT UN SCANNER... CUALQUIER DOCUMENTO

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

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

Algunas de sus características especiales:

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



EURO GIS

Orense, 11 - 2.º B.

Tel.: 597 37 06 Fax 597 39 86
28020 MADRID



"Castilla y León conmemora el Descubrimiento"

El pasado día 16 de junio fue inaugurada en Burgos, en la Casa del Cordón, por iniciativa de la V Región Militar Pirenaica Occidental, bajo el mando de su General Jefe, D. Fernando Martín Valin, la exposición de Cartografía Histórico-Militar que con el título de "Castilla y León conmemora el Descubrimiento", y con una perfecta organización a cargo del Servicio Geográfico del Ejército, bajo el mando de su Coronel Jefe D. Hector Sanchís Cortina, y aunque indirectamente, la no menos importante labor de coordinación y montaje a cargo de la Comisión Geográfica de la Región Pirenaica Occidental, al mando del Comandante D. Pedro Saldaña, que cuidó todos los detalles hasta el último momento.

El acto de inauguración fue presidido por las autoridades militares antes mencionadas, así como por autoridades civiles, entre las que se encontraban el Presidente de la Junta de Castilla León y el Alcalde de Burgos entre otras.

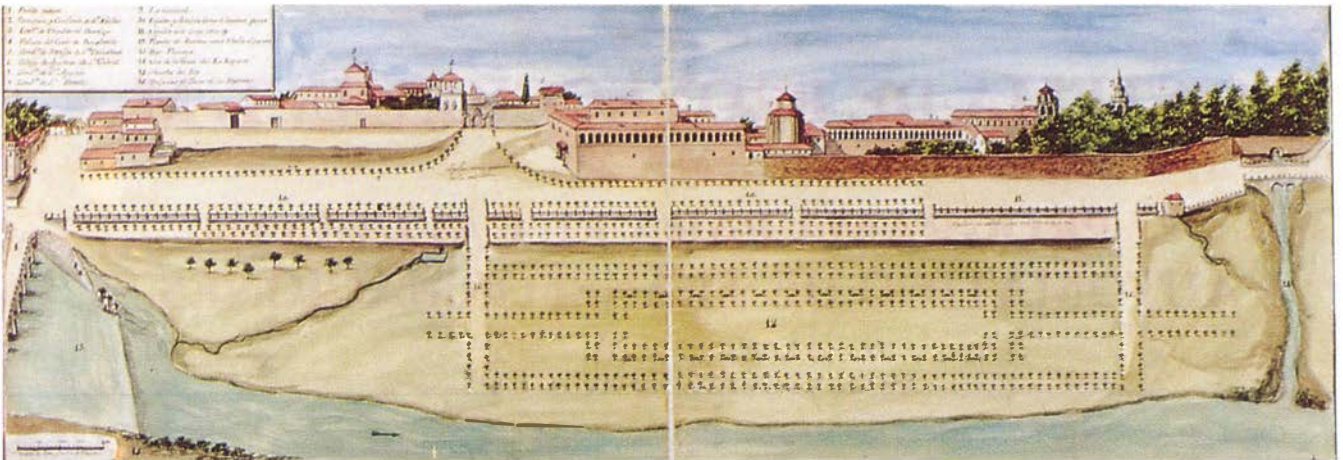
El acto comenzó con unas palabras del Coronel Jefe del Servicio Geográfico del Ejército, D. Hector Sanchís Cortina, que explicó el contenido de las obras expuestas, así como la labor cartográfica que el citado Servicio desempeña en nuestro país. También agradeció al Archivo General de Simancas y al



El "Atlas Catalán" de 1375



Plano en perspectiva de la Villa de Aranda de Duero



Vista parcial de la Ciudad de Valladolid desde el Puente Mayor



El General Jefe de la V Región Militar Pirenáica Occidental escuchando las explicaciones de una de las obras expuestas

Archivo Municipal de Burgos, las obras cedidas para la exposición.

A continuación tuvimos el privilegio de escuchar al Coronel D. Angel Paladini Cuadrado, que pronunció



Mesa Presidencial y momento de la Conferencia del Coronel Paladini.



El Presidente de la Junta de Castilla León interesado por el funcionamiento de uno de los aparatos antiguos de la Exposición

una Conferencia con el tema "La formación de la Carta moderna del mundo en el Siglo XVI".

A l final de la misma, todos los presentes salimos con la impresión de lo mucho que nos queda por conocer del mundo que nos rodea, y la importancia que ha tenido la Cartografía y los que en ella colaboraron, ya fueran cartógrafos, navegantes, pilotos o simplemente cronistas, ya que gracias a sus mapas, dibujos o anotaciones, hoy podemos descifrar infinidad de enigmas.

Por último tomaron la palabra el General Jefe de la Región Militar Pirenáica Occidental y el Presidente de la Junta de Castilla León.

A continuación visitamos la exposición, donde nos encontramos con una Cartografía que daba una gran calidad al acto, además de su importancia histórica, que espero sea apreciada por todos aquellos que la visiten en estos días.



El Coronel Hector Sanchís (Jefe del S.G.E.), explicando los paneles de Cartografía Moderna de la Exposición

SISTEMA DE PROYECCION U. T. M.

PROGRAMA PARA EL CALCULO AUTOMATICO DE TRANSFORMACIONES.

Capitán de Artillería (Geodesta Militar) Juan Mena Berrios.

Profesor de la Escuela de Geodesia y Topografía del Ejército.

1. INTRODUCCION: NOCIONES BASICAS DEL SISTEMA.-

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

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

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

En esta situación, se tiene una proyección universal en 60 sistemas de referencia diferentes identificados por los correspondientes primeros números naturales, siendo el huso 1 aquél cuyo meridiano central tiene una longitud de 177° W, y el 60, el caracterizado por los 177° E. En el sentido de los paralelos, se divide cada huso en zonas de 8° de latitud, existiendo por lo tanto 20 zonas por huso. Las zonas son por consiguiente intersección de huso con zona elipsoidal, también llamadas filas, de 8° de ángulo. Las filas se nombran

con letras mayúsculas, desde la C a la X (salvo CH,I,LL,Ñ y O), a partir del paralelo límite sur, reservándose los caracteres A,B,Y,Z, para las regiones polares. De esta manera una zona identifica biunívocamente una determinada región de la superficie del elipsoide.

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

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

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

2. CONSIDERACIONES MATEMATICAS.-

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

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

cuyo jacobiano viene dado por:

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

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

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

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

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

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

2.1. Problema directo.

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

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

donde tomamos incrementos a partir de un punto origen del meridiano central del huso, y donde las derivadas de z están realizadas según la dirección del



Si en su programa
CAD sólo ve ésto.

citado meridiano (propiedad de las funciones analíticas). Esta expresión da lugar a las ecuaciones, desarrolladas hasta el término de orden seis:

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

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

2.2. Problema inverso.

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

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

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

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

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

2.3. Convergencia de meridianos.

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

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

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

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

2.4. Módulo de deformación lineal.

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

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

2.5. Cálculo y transformación de distancias.

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

$$d_p = K d_e$$

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

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

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

2.6. Reducción angular a la cuerda.

La reducción angular a la cuerda de una dirección, es la diferencia que existe entre las orientaciones de la

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

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

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

que como puede observarse son de signos contrarios.

2.7. Cálculo de orientaciones.

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

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

procediéndose entonces como en cualquier sistema de proyección.

2.8. Cálculo del arco de meridiano y latitud aproximada.

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

La relación que liga ambos parámetros es:

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

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



Asómese al futuro.

Asómese a CADdy.

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

Específico y adaptable para cada sector profesional.

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

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

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

Asómese al futuro.

CADdy le espera.

TECNOLOGIA AL
SERVICIO DEL FUTURO

ABB
ASEA BROWN BOVERI
CADdy

2.9. Problemas relacionados con husos diferentes.

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

3. PROGRAMA PARA EL CALCULO AUTOMATICO DE TRANSFORMACIONES.-

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

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

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

El programa ejecutable, UTM.EXE, compilado bajo MS-DOS en TURBO C++, es una entidad interactiva que utiliza el procedimiento de menús desplegables a selección por cursor, y preparado para ser empleado con tarjeta VGA, aunque fácilmente puede adaptarse a otras modalidades.

Entre sus posibles opciones figura primeramente la selección por parte del usuario del elipsoide en que se desea trabajar. Entre ellos se incluyen HAYFORD, WGS-84, STRUVE, ED-50, y una quinta opción para poder introducir manualmente los parámetros de semi-eje mayor y achatamiento, con lo cual admitir cualquier otro.

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

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

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

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

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

Comentemos brevemente, la composición de los distintos módulos.

3.1. Fichero de declaración de funciones "UTM_P.C".

Consiste en un archivo previo donde figuran los aspectos iniciales al desarrollo del programa en sí, como son: las instrucciones del preprocesador para los fiche-

ros de encabezamiento y la definición de constantes; declaración de funciones, incluyendo la definición de las relativas a los menús de opciones; y la declaración de las variables de carácter global.

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

1. Función se_elip(): Permite la selección de un elipsoide determinado, dando opción a la definición del mismo por parte del usuario.

2. Función geodirect(): Se encarga de todas las operaciones relativas a la conversión de coordenadas geodésicas en rectangulares U.T.M.

3. Función rectgeod(): Realiza el proceso inverso a la función anterior.

4. Función parpro(): Proporciona la proyección de un arco de paralelo, a intervalos constantes de longitud.

5. Función par_x(): Salida de línea en el elipsoide cuya proyección es una recta paralela al eje X, a incremento constante de abscisa.

6. Función merpro(): Proyección de arco de meridiano a intervalos constantes de latitud.

7. Función par_y(): Línea en el elipsoide cuya transformada es una recta paralela al eje Y, a incremento constante de ordenada.

8. Función disor(): Muestra todos los parámetros relativos a la distancia y orientación de una dirección cuyos puntos extremos pertenecen a un mismo huso.

9. Función coorhus(): Transforma las coordenadas U.T.M. de un punto de un huso a otro.

10. Función discon(): Calcula los parámetros de distancia entre puntos situados en husos contiguos.

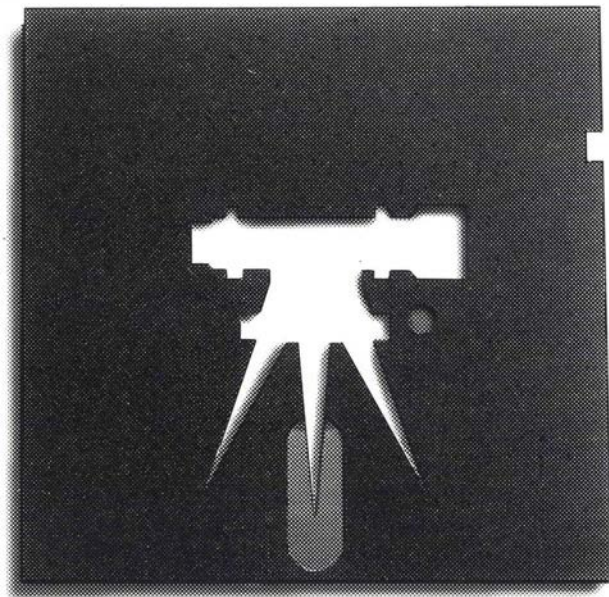
11. Función disalt(): Calcula los parámetros de distancia entre puntos situados en husos alternos.

12. Función transor(): Transformación de orientaciones de un huso al contiguo.

13. Función ordir(): Cálculo de orientaciones de direcciones cuyos puntos extremos se encuentran en husos contiguos.

14. Función gere(): Cálculo del paso de coordenadas geodésicas a proyección.

15. Función rege(): Cálculo del paso de coordenadas U.T.M. a geodésicas.



Del campo al plano, una línea directa y segura.

Así es CADdy Topografía.

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

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



Datos seguros y fiables.

Con CADdy enfocará sus proyectos en la dirección correcta.

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

TOPOGRAFIA

ABB
ASEA BROWN BOVERI
CADdy

16. Función beta(): Cálculo del arco de elipse meridiana.

17. Función normal(): Cálculo del radio de curvatura del primer vertical.

18. Función factornu(): Cálculo del parámetro "eta".

19. Función laprox(): Cálculo del valor aproximado de la latitud.

20. Función kinv(): Cálculo del coeficiente de anamorfosis lineal.

21. Función huso(): Selección de huso.

22. Función egr(): Entrada de dato en grados, minutos y segundos.

23. Función exy(): Entrada de dato de coordenadas U.T.M.

24. Función srad(): Paso de graduación sexagesimal a radianes.

25. Función gms(): Paso de radianes a grados sexagesimales.

26. Función intercambia(): Cambio de valores entre dos variables.

27. Función titulo(): Muestra mensajes al usuario.

28. Función pantalla(): Prepara la pantalla para paso siguiente.

29. Función pausa(): Detiene momentáneamente el programa.

30. Función borra_huso(): Elimina la presentación para selección de huso.

31. Función zona(): Cálcula la zona del globo en que está el punto tratado.

32. Función cuad_100(): Proporciona la cuadrícula de los cien kilómetros.

3.2. Fichero principal "UTM_M.C".

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

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

3.3. Ficheros de funciones "UTM_F1.C" y "UTM_F2.C".

Comprenden el desarrollo completo de las funciones ya descritas, de forma que, apoyándose en la teoría

matemática expuesta, incluyen todos los elementos relativos a excepciones, particularidades y depuración que se han estimado convenientes para el correcto funcionamiento en todos los casos.

3.4. Otros ficheros.

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

4. NOTAS FINALES.-

Se han intentado exponer unas ideas prácticas sobre el sistema de proyección cartográfica U.T.M. y una posible resolución de algunas de sus transformaciones matemáticas; todo ello orientado a posibilitar el correcto desarrollo de los casos más usuales.

Sin embargo, podríamos pensar en otro tipo de aplicaciones, tales como la representación de un punto o dirección en distintos elipsoides, observando la variación que experimentan los parámetros a calcular; o la transformación de datos en masa a partir de ficheros procedentes de un determinado Sistema de Información Geográfica.

El campo de posibilidades para el tratamiento de datos es realmente amplio y, aunque esta característica se extienda a cualquier tipo de proyección, es en el sistema U.T.M. donde posiblemente alcance su más alto grado de utilidad, dada la universalidad del mismo.

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

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

Nikon

Nueva Serie Avanzada de Estaciones Totales Nikon



NUEVA SERIE DTM-A

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

Obtienen mayor cantidad de puntos en menos tiempo.

Ahorran su tiempo y mejoran su productividad.

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

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

ESPECIFICACIONES PRINCIPALES

• Display seleccionable

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

• Medida Seleccionable

Medida FINE: (llave MSR)

Lectura: 0,2 mm / 0,0001 pies 6 1mm / 0,002 pies.
Precisión: +/- (3 mm. + 3 ppm X D) M.S.E.
Tiempo de medida: 4 seg.

Medida FAST: (llave TRK)

Lectura: 1mm / 0,002 pies
Precisión: +/- (5mm. + 5 ppm X D)
Tiempo de Medida: 0,8 seg.

- Rango de medida: 3000 mts / 9800 pies con prisma triple bajo buenas condiciones atmosféricas (DTM-A5/A-10/A20).
- La característica del sistema Lumi-Guide es la de alinear el prisma con una luz visible. Esta opción se encuentra en la DTM-A20LG.

REGO
REGO & CIA. S.A.

28037 MADRID

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

DELEGACIONES:

BARCELONA
Tel. (93) 300 46 13

SANTIAGO
Tel. (981) 59 36 50

BILBAO
Tel. (94) 423 08 86

SEVILLA
Tel. (95) 445 81 87

GRANADA
Tel. (958)26 37 74

VALENCIA
Tel. (96) 362 54 25

LAS PALMAS
Tel. (928) 25 30 42

VALLADOLID
Tel. (983) 37 40 33/34

P. DE MALLORCA
Tel. (971) 20 09 72

ZARAGOZA
Tel. (976) 56 38 26

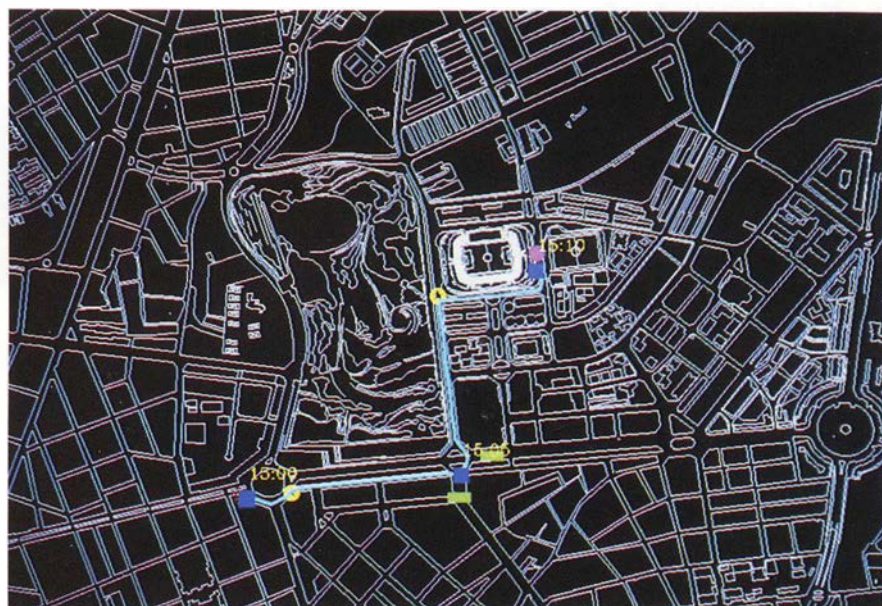
S.C. TENERIFE
Tel. (922) 24 07 58

Un Sistema de Información Geográfica, juega un papel esencial en la Seguridad de los Juegos Olímpicos de Barcelona 1992

Hardware, Software, Comunicaciones y Cartografía Digital, se integran en el Centro de Operaciones para la Seguridad Olímpica, para controlar, en tiempo útil, todos los acontecimientos.

El 17 de junio de 1992 fue presentado a la prensa el Centro Superior para la Seguridad Olímpica (C.S.S.O.). Este centro está dotado con las más sofisticadas herramientas informáticas y tecnológicas, para realizar la función de coordinación entre todas las instituciones que intervienen en la Seguridad de los J.J.O.O. de Barcelona 92 y servir de ayuda a la decisión para la Jefatura de Operaciones de Seguridad Olímpica.

La empresa española Intelligent Decision System, S.A., por encargo de la Secretaría de Estado para la Seguridad, del Ministerio del Interior, diseñó e implementó todas las aplicaciones informáticas que sustentan dicho Centro, así como toda la infraestructura básica de soporte. Para acometer estos desarrollos, se siguió la filosofía de los denominados C3I (Centros de Mando, Control



y Consulta Inteligente), cuyo origen se encuentra dentro del ámbito de los desarrollos de Defensa. Es por este motivo por lo que podemos calificar este Centro, junto con los subcentros que de él dependen, como un C3I plenamente operativo construido en España.

La seguridad de los Juegos Olímpicos esta basada en tres niveles de organización, el primero es el más bajo y se refiere a instalaciones específicas, comisarías, etc..., el se-

gundo se define a nivel de institución y es donde cada una organiza sus propios en centros de mando (CEMANES) y finalmente el tercer nivel es de coordinación, donde se supervisan las distintas involucradas en la seguridad, es en este nivel donde se ha creado el C.S.S.O., también denominado CECOR-3, dependiendo directamente del Secretario de Estado para la Seguridad del Ministerio del Interior. La figura 1 presenta un diagrama explicativo de estos niveles.

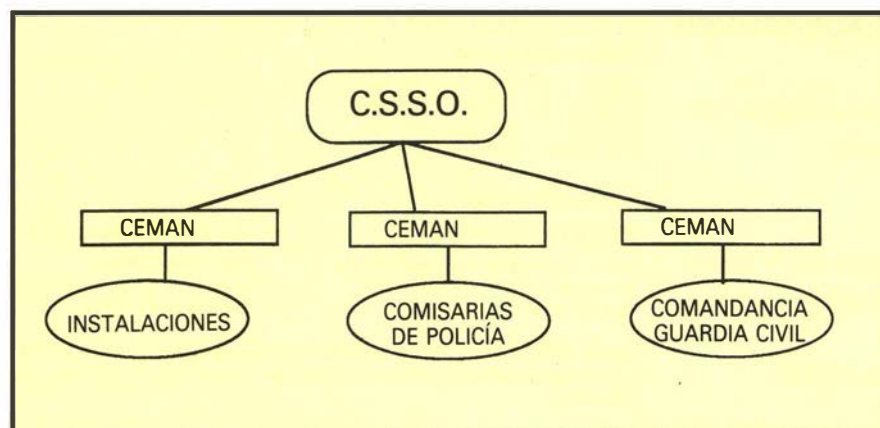
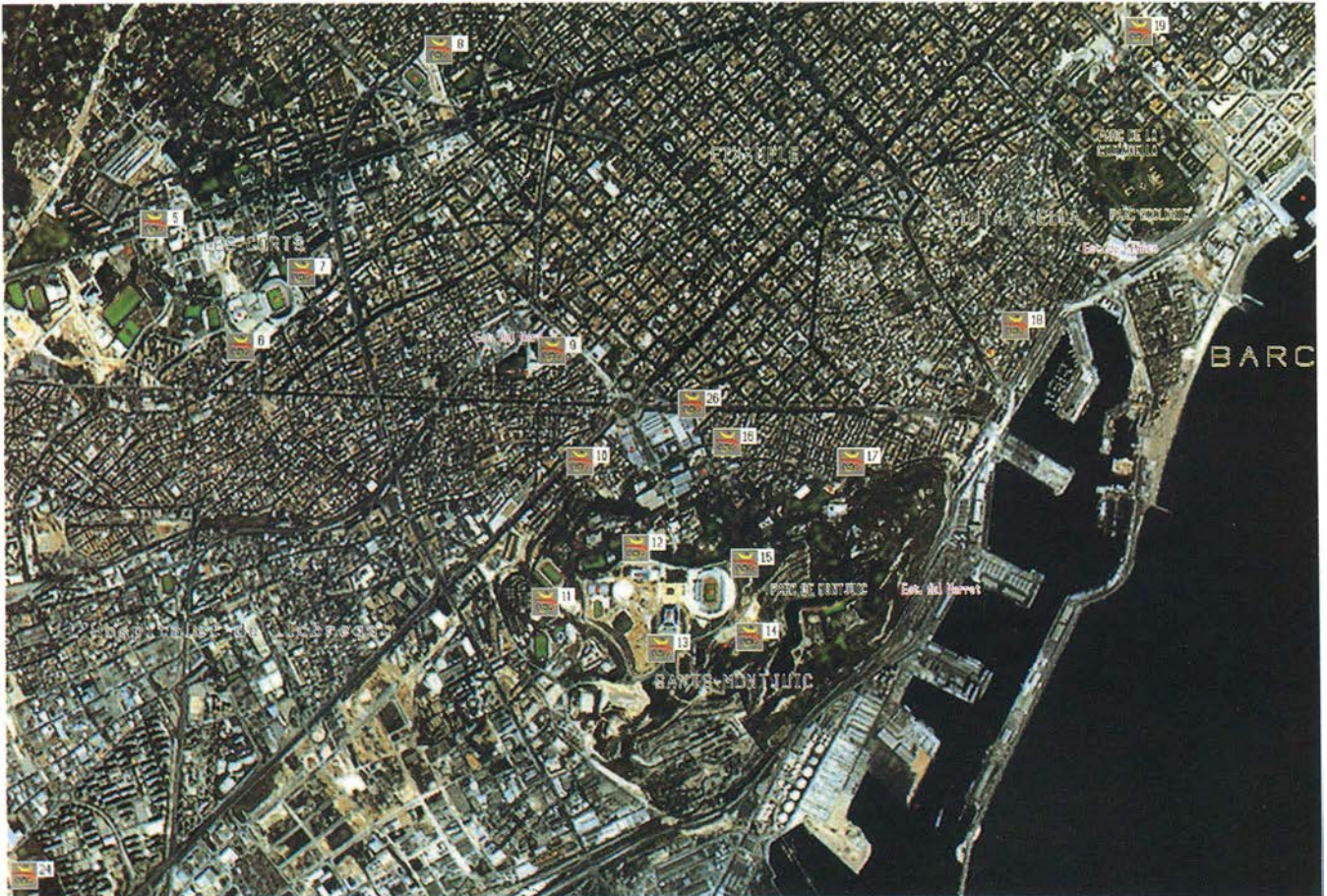


FIG. 1. NIVELES DE COORDINACION EN LA SEGURIDAD OLIMPICA

Este centro de coordinación y seguimiento de operaciones, desde un punto de vista descriptivo, representa la supervisión de todos los acontecimientos olímpicos, en los que hay que prestar especial atención a una serie de eventos planificados y de necesario cumplimiento, tales como el desarrollo cronológico de actividades programadas en una instalación. Además estos elementos están directamente relacionados con información de varias bases de datos, lo que permiten la obtención de otros datos referentes a di-



chos elementos, También proporciona automáticamente una información más específica sobre aquellos aspectos relevantes y cambios que se produzcan en los mismos. Estos cambios hacen evolucionar la situación que se controla y se reflejan en la pantalla de la aplicación mediante comunicaciones, señales, alarmas y gráficos del estado global.

El núcleo básico del centro los constituye la Sala de Supervisores que está formado por una serie de consolas para proporcionar a los Supervisores el conocimiento de la situación general en las sedes y subsedes olímpicas. Estos Supervisores reciben la información procedente del exterior a través de sus respectivos operadores por medio de mensajes informáticos formalizados, que podrán indicar novedades ordinarias o incidencias.

Los operadores se hallan ubicados físicamente en sus respectivos

despachos de trabajo, fuera de la Sala de Supervisores.

Las comunicaciones informáticas están controladas por un sistema que informa permanentemente de su estado, de los datos que llegan y se actualizan en las bases de datos directamente o a través de los operadores y de las informaciones procedentes de las oficinas de seguridad olímpicas y de las oficinas institucionales.

SISTEMAS INTEGRANTES

El Centro de Operaciones para su perfecto funcionamiento en el ámbito técnico, operativo, estratégico y de decisión (cuando el problema exceda de la competencia de los respectivos centros operativos institucionales), se divide en cuatro sistemas:

- Sistema Software

- Sistema hardware
- Sistema de Comunicaciones
- Infraestructura del Centro.

El sistema Software es el encargado de proporcionar capacidad para aceptar, cotejar, almacenar, recuperar, transmitir y presentar la información a los diversos operadores de consolas y demás operativos involucrados en el proceso de seguimiento y supervisión de la situación global de las olimpiadas.

Estructurada en niveles, la arquitectura software está básicamente constituida por:

- Sistema de Gestión de Bases de Datos.
- Sistema de Tratamiento de Mensajes.
- Interfaz e Identificación de Usuarios.
- Software especializado.

Las tareas a desarrollar en el Centro, requieren el manejo y la coordinación de un importante volumen de información. La adopción en ocasiones, de medidas correctoras o actuantes, precisan que la recuperación de la información y su tratamiento, se haga en un reducido espacio de tiempo.

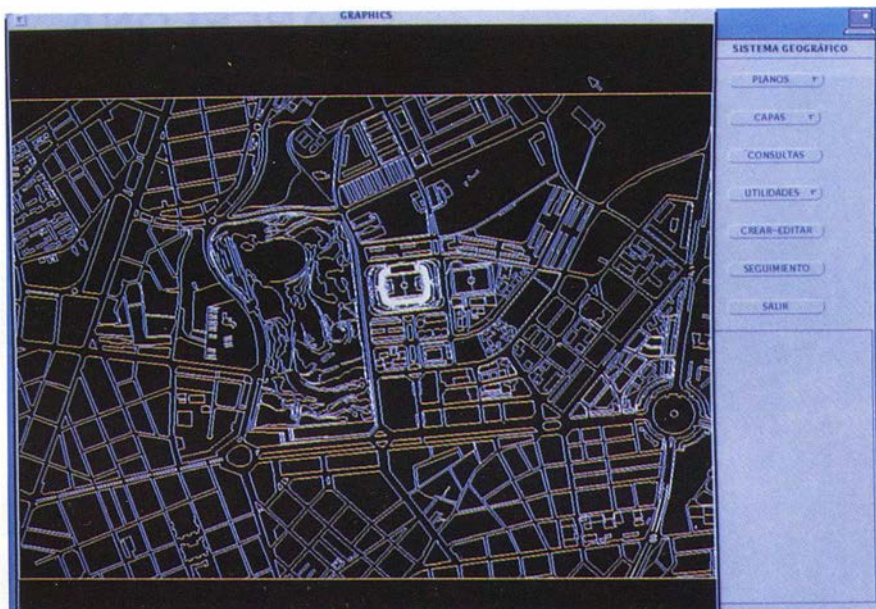
Todo ello conduce a la necesidad de contar con sistemas de procesamiento en tiempo real. En consecuencia, el hardware empleado presenta características de última tecnología combinando grandes prestaciones con una interesante relación de precio/calidad.

Dentro de esa línea se instalaron 34 estaciones de trabajo SUN de gran velocidad y capacidad de almacenamiento, interconectadas en red local a un servidor 6-90 con doble disco o "mirroring", la característica más importante es su tecnología RISC suficientemente probada en el momento actual.

Estos equipos se complementaron con la instalación de pantallas gigantes de alta resolución, que facilitan la proyección y superposición de imágenes para el seguimiento de la situación actual en las áreas de interés.

Los elementos periféricos del sistema hardware, impresoras láser, etc., persentan unas prestaciones en consonancia con los equipos enunciados, a fin de que la potencialidad del sistema empleado esté acorde tanto con la ocupación diaria del Centro, como con las necesidades supletorias que puedan demandar las posibles eventualidades.

Así mismo, se instaló un sistema de comunicaciones tanto externas como internas. Se establecieron criterios de acceso, uso, privilegios y niveles de prioridad e interrupción para la utilización de las mismas. La estructura que soportará a las comunicaciones es abierta, obteniéndose una estructura flexible susceptible de incorporar nuevos medios y recursos de comunicación para poder satisfacer las necesidades dinámicas que surjan en el Centro du-



rante la operativa diaria de funcionamiento.

En la infraestructura de soporte del centro hay que destacar el sistema de alimentación ininterrumpida (S.A.I.), que garantiza la energía en las unidades básicas del Centro de manera ininterrumpida y permanente. Esta alimentación constante se obtendrá, en caso de fallo prolongado del flujo eléctrico, a través de una U.P.S. (durante la primera hora), y de un generador diesel (con posibilidad de mantenimiento del flujo durante cuatro o cinco días).

Existen una serie de organismos que poseen atribuciones que pueden afectar directamente al desarrollo de las Olimpiadas. Por tanto, estos organismos poseen representantes u operadores (uno o varios) en el Centro de Operaciones para la Seguridad Olímpica.

La misión de estos operadores es la de centralizar y canalizar aquellas informaciones que por su carácter sean consideradas de interés para el C.S.S.O.

EL PAPEL DE LA CARTOGRAFIA

Se desarrollaron para este centro una serie de aplicaciones especiales como son Seguimiento de Instalaciones y Planes de respuesta

en las que la Cartografía digital de Barcelona y todas las sedes Olímpicas jugó un papel esencial, basándose para ello en dos herramientas comerciales: un Sistema de Información Geográfico (GIS) y una Base de Datos Relacional (BDR) que cumplen todos los estándares deseados, para ser integrados en un sistema abierto UNIX. El GIS elegido fue GENAMAP de GENASYS y la BDR fue ORACLE.

Por otro lado y gracias a las facilidades que incluye GENAMAP se tradujeron a formato único planos cartográficos de las Sedes y Subsedes Olímpicas provenientes de distintas fuentes como son Ayuntamiento de Barcelona, Guardia Civil y planos de instalaciones provenientes de un sistema CAD del COOB, para obtener una base cartográfica única de regiones, ciudades e instalaciones involucradas en los Juegos Olímpicos.

La aplicación de Seguimiento de VIPS al igual que la de Seguimiento de transportes consiste en la creación de una agenda soportada en la BDR con los movimientos previstos de VIPS y transportes incluyendo itinerarios, dispositivos de seguridad, itinerarios alternativos, etc., para una vez que se produzca el seguimiento real poder comparar y evaluar las desviaciones con respecto a lo previsto. Para ello se creó



ELECTRONICA VILLBAR, S.A.

DELEGACION
Y SAT



Barón del Castillo de Chirel, 3

Tel. **570 39 51** (5 líneas)

Fax 570 24 43
MADRID

(DESDE 1965)

Lagasca, 103

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

Fax 563 09 14
MADRID

TELEFONO MOVIL

Panasonic

(SERIE F)

CARACTERISTICAS PRINCIPALES:

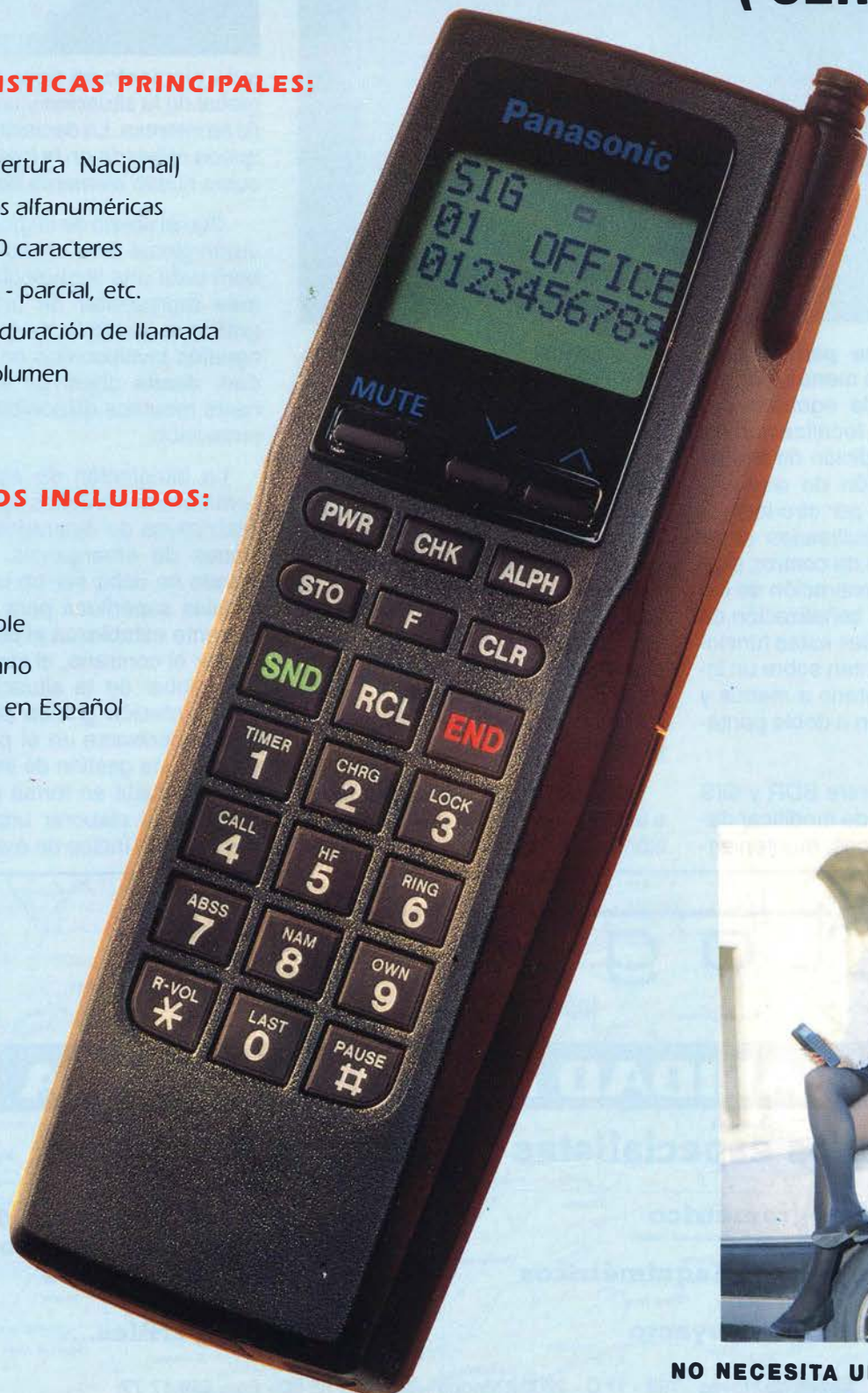
- Red 900 (Cobertura Nacional)
- 100 Memorias alfanuméricas
- Pantalla de 30 caracteres
- Bloqueo total - parcial, etc.
- Contador de duración de llamada
- Control de volumen
- Peso 360 grs.

ACCESORIOS INCLUIDOS:

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

OPCIONAL

- KIT para instalación en coche a manos libres.



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



una aplicación que permite fácilmente y a través de menús, por un lado la creación de agendas con facilidades como localización de mapas, creación/edición de itinerarios, creación/edición de dispositivos de seguridad y por otro lado, el seguimiento con facilidades como marcajes de puntos de control, alarmas de retrasos, generación de caminos alternativos, señalización de incidencias, etc. todas estas funcionalidades se presentan sobre un interfaz gráfico, orientado a menús y manejados por ratón a doble pantalla.

La integración entre BDR y GIS permite la dualidad de modificar datos en ambos entornos, manteniendo

la coherencia de la información, es decir, una situación puede ser visualizada en el sistema GENAMAP en base a la información alfanumérica de la BDR, y sobre el interfaz poder modificar algún parámetro de dicha situación, el cual automáticamente se modifica en la BDR, de forma que una consulta a la BDR nos permite tener esa información de forma coherente y sin escritura. Igualmente, una modificación en el contenido de los registros de la BDR se refleja de forma automática en su representación geográfica.

Con ello se consigue un apoyo a la decisión basada en la presentación de información, con lo cual en

todo momento se tiene una visión global de la situación y una de detalle se interesa. La decisión adoptada queda reflejada en la base de datos como nuevo elemento de consulta.

Con el objeto de disponer de una visión global de la situación, se elaboró toda una simbología que permite representar de una manera gráfica la situación de todo tipo de agentes involucrados en la seguridad, desde objetivos a defender hasta recursos disponibles para su protección.

La integración de esta técnica permite tener criterios claros sobre alternativas de itinerarios en situaciones de emergencia, donde el mando no debe ser abrumado con detalles supérfluos para que mentalmente establezca el contexto, sino por el contrario, el tener una visión global de la situación en su representación gráfica permitirá al mando centrarse en el problema y realizar una gestión de información más detallada en forma inteligente con la cual elaborar una decisión con un alto índice de éxito.

topogesa
topografía general S.A.

LA CALIDAD EN TOPOGRAFIA

Somos especialistas en trabajos de campo.

- ▶ **Apoyo fotogramétrico**
- ▶ **Levantamientos Taquimétricos**
- ▶ **Topografía de Proyecto**
- ▶ **Ofrecemos nuestro servicio de cálculo, ploteo y dibujo de todo tipo de datos topográficos tomados en campo: taquimétricos, perfiles....**

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

II CURSO DE FAMILIARIZACION PRACTICA GPS

Durante los pasados días 30 de marzo al 3 de abril, se celebró en GRAFINTA el II Curso de Familiarización Práctica GPS.



D. Iñigo Bonilla, Ing. Tec. en Topografía, de la plantilla de Grafinta, S.A., explica a los asistentes los detalles operativos del receptor topográfico 4000ST. Se puede apreciar la imagen del receptor de navegación Transpak, así como del de navegación diferencial 4000RL, de aplicación general en batimetrías.

La tecnología GPS, de aplicación primaria en Navegación y por extensión, el sistema más exacto y rápido para aplicaciones de topografía, geodesia, fotogrametría, hidrografía (batimetrías), toma de datos para SIG, posicionamiento, etc., está tomando un amplio impulso al ser adaptado como técnica de rutina por numerosas empresas, públicas y privadas, que ven el GPS como un medio que permite reducir costos al

permitir obtener altísimas precisiones con observaciones rápidas.

Este curso, diseñado para que los usuarios en potencia puedan familiarizarse con el GPS, tanto con las técnicas de campo como con los procedimientos de procesado de datos, fue seguido con enorme interés por los asistentes.

Los temas fueron presentados por el personal de Grafinta, S.A. y de su compañía filial GPS-NAV, S.A., siendo el curso dirigido por D. Rafael Estrada, Geodesta y con amplia experiencia en GPS. Los conferenciantes invitados fueron D. Jose Luis Caturla, del Instituto Geográfico Nacional, D. Ismael Colomina, del Instituto Cartográfico de Cataluña, D. Ignacio Zavala, de la Esc. Univ. de Ingeniería Técnica Agrícola.

El ambicioso programa, de cinco días de duración, abarcó los siguientes temas:

- Generalidades.

- Métodos de Posicionamiento.
- Sistemas de referencia.
- Tipo de receptores; precisiones.
- Programación de un trabajo.
- Postprocesado de datos.
- Hidrografía y seguimiento de plataformas móviles.

Al término del curso, los alumnos pasaron un test de evaluación que permitió hacer un rápido repaso de los temas tratados, y, en un ambiente distendido, crear un forum de discusión en el que se contrastaron las diversas aplicaciones que cada asistente veía en los temas presentados.

Hay otros cursos programados para el futuro.



D. Rafael Estrada hace la presentación de D. Ismael Colomina, del Instituto Cartográfico de Cataluña, que disertó sobre la aplicación de las técnicas GPS en vuelos fotogramétricos, como sustitución del apoyo clásico.

GABINETE CARTOGRÁFICO:

proyectos
redacción y realización
mapas clásicos y temáticos

LABORATORIO:

reproducciones a misma escala
ampliación, reducción
fotocomposición, pruebas de color

Estudio de Cartografía



s. l.

EMPRESAS FAMILIARES

Muchas de las empresas del sector de la cartografía son empresas familiares, de ahí una reflexión en voz alta sobre las ventajas y peligros de esta realidad, de cómo acota la familia a la Empresa y viceversa, cómo influye el negocio en la familia.

La historia siempre se asemeja. Un padre que ha vivido para trabajar y que a través del esfuerzo, del buen hacer y dedicación ante grandes faltas de medios técnicos, desarrolló una Empresa que obtuvo excelentes resultados, los cuales fueron reinvertidos totalmente en el mismo negocio... Dos hermanos que se asociaron con otro familiar y compraron sus equipos, el uno era un buen técnico, el otro administrador y el tercero desarrolló un avispado trabajo comercial. En el transcurso de no demasiados años, contaban con un buen equipo... Así citaríamos un grupo de ejemplos que todos tienen un denominador común: la familia a través de la empresa.

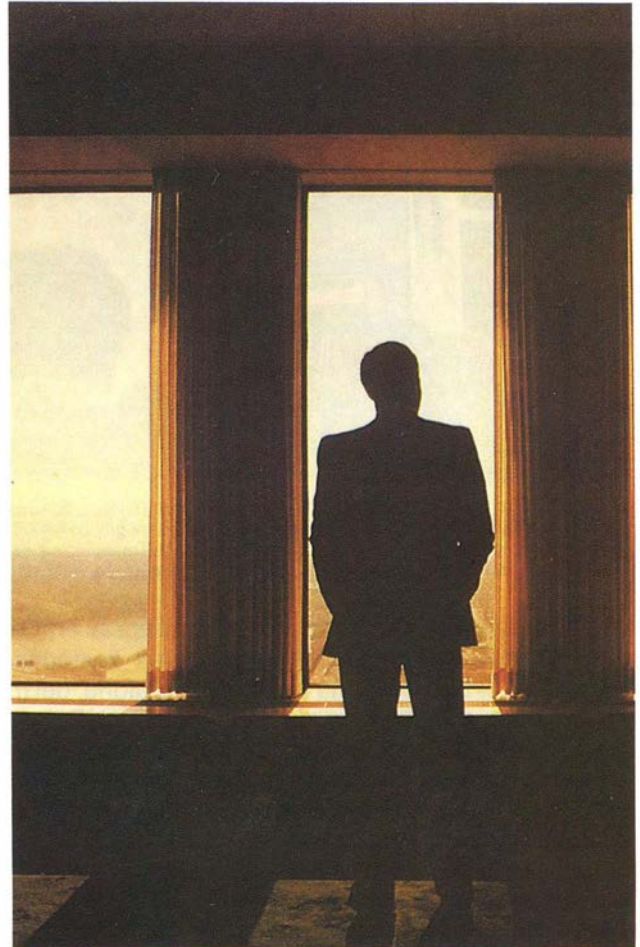
Como el entorno cambia velozmente (más de lo que nosotros deseáramos) y muchas de nuestras empresas, no sólo han crecido repentinamente, sino que algunas sólo han engordado peligrosamente, vamos a realizar una serie de preguntas que sólo son intermitentes de aviso para estar algo preparados.

Empezando por la EMPRESA, ésta se desarrolla en un marco de agresiva competencia, por lo que debe dotarse sóloamente de lo que necesita su propia organización y no siempre coincide con lo que a la familia le gustaría imponer. Dotar a la misma de un buen gerente, del mejor gerente, es una necesidad innegociable y no imprescindible; éste tiene que ser un miembro de la familia. Tampoco ésta tiene por qué acaparar todos los cargos de res-

ponsabilidad de la Empresa, porque corremos el peligro de perdernos buenas gestiones que pueden realizar los profesionales que tenemos empleados en nuestros negocios y porque los mismos tienden a desanimarse ante la imposibilidad de conseguir responsabilidades ascendentes y pueden acabar abandonándonos y creando sus propias Empresas, con la información y experiencia que les hemos transmitido.

Distinguir entre Gestión y Dirección, es decir, crear un concepto mixto en el Consejo de Administración (si éste existe), para que los posibles mandos intermedios puedan escalar en la pirámide de la Organización, si son realmente válidos; la familia bien representada en este Consejo, dirigiendo la Presidencia y sobre todo, un concepto democrático de decisiones de gestión, puede hacer valer esta fórmula.

De ningún modo quiero restar protagonismo de dirección a la propiedad, en absoluto. Objetivamente y repasando los nombres de la mayoría de nuestras empresas, se observa que el sector se mueve por los apellidos puntuales y a los clientes les agrada conocer al "jefe". Pero este negocio no es fácil y tendremos que diseñar políticas participativas, desarrollar unas relaciones profesionales dentro de la empresa equi-



libradas y no ser tan radicales a la hora de exigir a los miembros de la propia familia. Algo muy importante es retribuirlos económicamente, con un precio justo de mercado.

La FAMILIA, que es la segunda parte del título, no puede permitir que los problemas que se derivan de los negocios, que por cierto, siempre existirán en un conjunto de gestión, acaben minando situaciones y mezclando intereses.

El liderazgo que desarrolla el Fundador, sobre todo frente al personal, es muy difícil de heredarlo para el sucesor, simplemente porque su entorno no tiene nada que ver con el anterior, al margen de personalidades. El creador lo ha he-

cho todo en la Empresa porque es el de mayor edad, no sólo porque pueda ser mejor que el sucesor.

El Fundador del negocio no tiene nunca claro cuándo debe pasar las riendas de la dirección totalmente; a veces siente que su presencia es necesaria e imprescindible y otras se encuentra como extraño en su propia Empresa. Siempre tendrá mil argumentos para retrasar la decisión.

Pero ¿qué hacemos con la segunda generación de nuestros negocios? ¿Cómo los integramos a las Empresas que presidimos?.

Decía un profesor que el padre empresario, el hijo ingeniero y el nieto poeta.

Quedémonos en esta ocasión en la segunda figura. Tendemos todos con muy buena orientación y tam-

bién porque es nuestra obligación a enviar a nuestros hijos a la Universidad. Empresariales, Económicas, Ingenierías son nuestras preferencias, y si el retoño no quiere estudiar, lo integramos directamente en la empresa. Bien, ésto es un hecho que no valoraremos para no perderlos en nuevas reflexiones; es así en muchos casos.

A nuestros hijos, lo primero que se les tiene que preguntar es si realmente quieren ser Empresarios; no les imponemos, por duro que esto parezca, su profesión porque ésto solo trae problemas para siempre. no se debe admitir que las diferencias de conceptos que suelen ser generacionales, pueden afectar seriamente las relaciones de la familia. Que funcione mal un negocio es muy grave pero tiene arreglo, poder perder la familia es irreparable. Cuando prima el concepto de

sentimiento, no de razones, no prima la verdad sino las circunstancias.

Formando a los sucesores, desarrollando el concepto de gestión participativa, estaremos creando las bases para la sucesión a largo plazo, dándoles cancha y siendo generosos para disculpar errores puntuales, desligando radicalmente los intereses familiares de los de la Empresa, no eclipsando su gestión actual, ayudándoles en la sombra, es todo un detalle.

Todo cambia y en muchas ocasiones, nuestras fórmulas de ayer no son tan válidas hoy. Tener buenos sucesores es toda una bendición.

Las cosas materiales en la vida valen el esfuerzo que te han costado. Los nuestros no tienen precio.

L.T.C.
LABORATORIO TÉCNICO Y DISTRIBUCIONES CARTOGRAFICAS

- * VUELOS FOTOGRAMETRICOS
- * TOPOGRAFIA
- * CARTOGRAFIA
- * FOTOGRAMETRIA AEREA / TERRESTRE
- * DIBUJOS CARTOGRAFICOS

* DIGITALIZACION

* ESGRAFIADOS

LABORATORIO TÉCNICO CARTOGRAFICO:

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

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

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

ISIDORO SANCHEZ ENTRA EN EL CAMPO INDUSTRIAL

MONMOS, SISTEMA DE MEDIDA 3-D

Desde hace varios años existen en el mercado distintos sistemas de medida 3-D industrial. La toma de coordenadas las realiza un palpador por contacto directo sobre la pieza a controlar. Evidentemente esto nos limita el tamaño de los objetos.

Era pues, necesario desarrollar un sistema que fuese capaz de medir con precisión aviones, barcos, puentes, calderería, etc. Es aquí donde la casa japonesa SOKKIA, especializada en la construcción de equipos topográficos desde hace 70 años, investigó durante 5 años con diferentes sistemas que diesen con la configuración ideal de un equipo capaz de medir con precisión, de forma rápida, fácil de manejar, con comunicación a sistemas informáticos y bajo precio.

SOKKIA, con su gran experiencia en el campo de la Topografía, desarrolló inicialmente dos ideas. La primera de ellas, consistía en la utilización de dos teodolitos electrónicos que por el método de intersección (bisección) solamente era necesario tomar ángulos, pero tiene los inconvenientes de tener que definir con gran precisión una base, necesita una gran fuente de alimentación y sobre todo es necesario tres o más operadores.

La segunda es en la que se basa el sistema 3-D MONMOS.

Este sistema se fundamenta en la medida de ángulos y distancias de forma muy precisa. Para ello se ideó la estación inteligente NET2, capaz de medir ángulos con una precisión de segundos. Para la medida de distancias, se utilizan rayos infrarrojos, los cuales, al incidir en unas placas formadas por micro-



MONMOS, sistema de medida 3-D de SOKKIA

prisma, nos hacen conseguir una resolución de la medida de distancias de 0,1 mm. (décima de milímetro) dentro de un rango de 2 a 100 mts. El resultado es una precisión de 1 mm. en la medida de un punto que esté a 100 metros.

Todos estos valores, aparecen en el display de la estación, pero es necesario el apoyo de un periférico manual, o colector de datos SDR4B que almacena estos datos, en forma de ficheros para su posterior volcado en un PC que nos permita la comunicación con distintos programas de CAD.

Por lo tanto, con este sistema el valor de las coordenadas tridimensionales de un punto, se obtienen con una sola medida de tres elementos, ángulo horizontal, vertical y distancia de forma simultánea.

La elección del origen de coordenadas, es libre, ya que será el primer punto medio el origen del sistema de

coordenadas tridimensionales X_o , Y_o , Z_o .

El segundo punto medido nos determinará el plano X Z y el eje X. A partir de aquí, los demás puntos medidos tendrán unas coordenadas absolutas X_i , Y_i , Z_i , referidas a este origen.

Igualmente estas coordenadas pueden ser almacenadas para efectuar posteriormente toda clase de cálculos. Distancia entre dos puntos, ángulo que forman tres puntos, transformación de coordenadas, etc.

En la práctica, la posibilidad de controlar desde una única estación del equipo tridimensional todos los puntos de una estructura o bloque, es casi nula, por lo que es necesario que el equipo ofrezca la posibilidad de moverle sin gran complicación ni pérdida de tiempo para el operador. Para ello, antes de hacer el cambio de estación, observaremos a dos

placas, situadas a nuestra conveniencia ya sea en el objeto o exterior a él, conociendo así sus coordenadas. Una vez situado el equipo en la nueva posición, observaremos nuevamente a estas dos placas, estos

datos quedarán almacenados en la libreta electrónica, que efectuará los cálculos necesarios para que todos los puntos tomados desde esta nueva posición den unas coordenadas 3D, Xi, Yi, Zi referidas al origen ini-

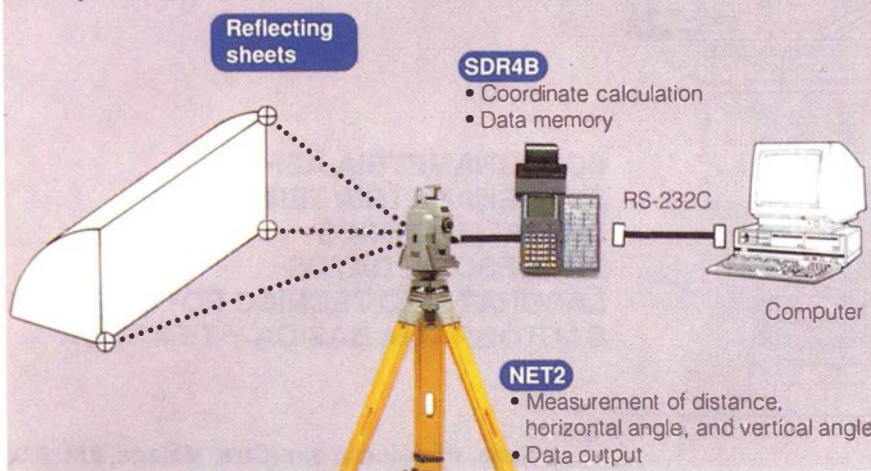
cial operación que no excederán los cinco minutos.

Una parte importante del sistema son las placas que nos permiten obtener la medida de distancia.

Están formadas por microprismas refractores que en su parte posterior poseen una cinta auto-adhesiva que permite colocarlos fácilmente sobre la estructura que va a ser medida. Su tamaño y forma variará dependiendo de la distancia a medir.

Esta breve descripción de la forma de operar del sistema MONMOS, nos permite descubrir las múltiples aplicaciones del mismo en el campo de la medida industrial ya sea en la construcción de barcos, puentes, túneles, automóviles, aviones, armamento, etc...

Example of use



RUGOMA, S.A.

CARTOGRAFIA

PUBLICACIONES

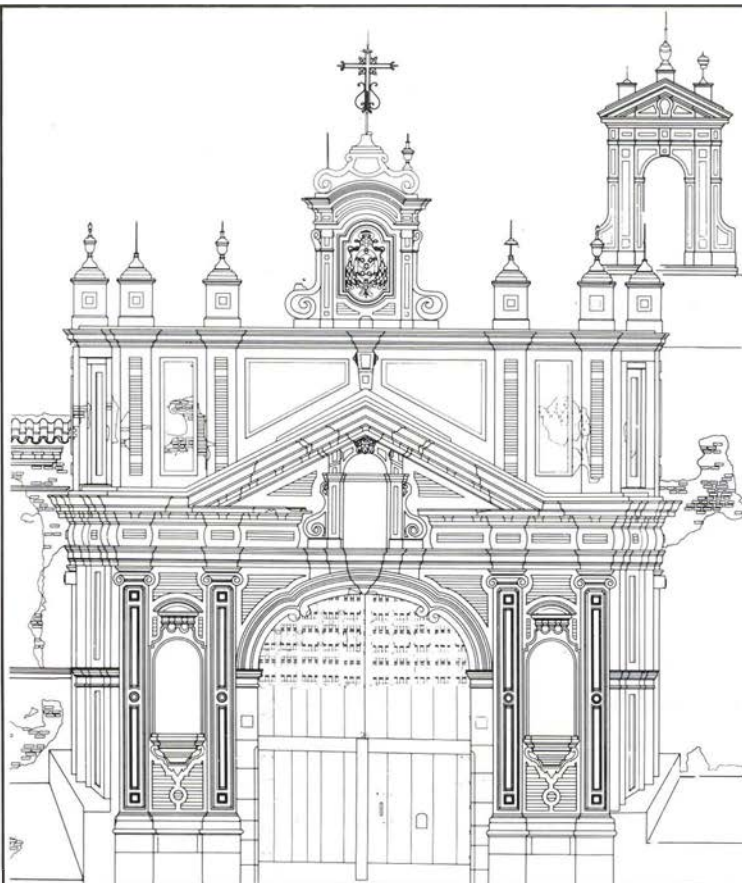
CARTOGRAFIA INFORMATIZADA

PROYECTOS

LABORATORIO TECNICO FOTOGRAFICO

MAPAS EN RELIEVE

C/ Conde de la Cibera, 4 - 28040 Madrid
Tels. 5536027/33 Fax 5344708



foyca,sa

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

LA CARTUJA DE SEVILLA

SEDE DEL PABELLON DE GOBIERNO DE LA EXPO-92

LEVANTAMIENTO FOTOGRAMETRICO
TERRESTRE REALIZADO POR FOYCAR, S.A.

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

41016 - SEVILLA

Apdo. Correos 7133

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

Fax (95) 467 75 26



EUROCARTO, S.A.

Avda. Santa Eugenia, 29 (Local 11 - 14)

28031 MADRID

Tel.: 332 40 90 - Fax: 332 50 96

CARTOGRAFIA

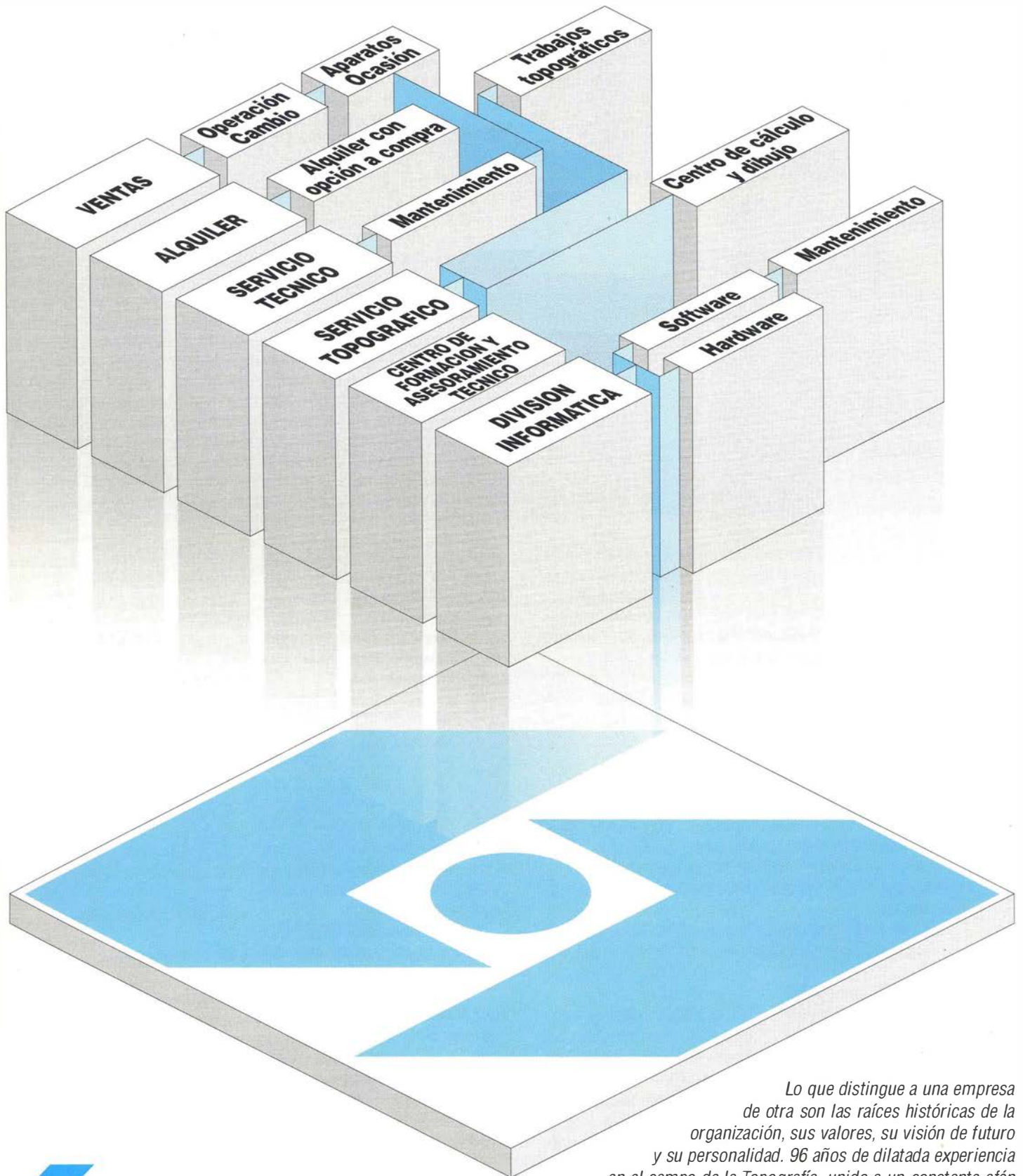
TOPOGRAFIA

Y FOTOGRAMETRIA

A NIVEL EUROPEO



Topografía



Isidoro Sánchez, S. A.

En su justa medida.

Lo que distingue a una empresa de otra son las raíces históricas de la organización, sus valores, su visión de futuro y su personalidad. 96 años de dilatada experiencia en el campo de la Topografía, unido a un constante afán de superación, hacen que Isidoro Sánchez pueda ofrecer a sus clientes la más completa estructura a fin de proporcionarles el servicio que más se ajuste a sus necesidades.

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



Tel: (91) 467 53 63



SMALLER, LIGHTER, FASTER... AND STILL YELLOW.

Está contemplando el futuro de la Topografía. Un futuro en el que el topógrafo podrá realizar más trabajo, y más clases de trabajo, que jamás hasta la fecha.

El receptor Land Surveyor 4000SE es la última generación de receptores Trimble. Más pequeño, más liviano y más rápido, el 4000SE forma parte de un sistema topográfico modular que se puede configurar para adaptarlo a las variantes exigencias de su trabajo. Ya sea en la obtención de coordenadas para un trabajo de apoyo fotogramétrico o en la captación de datos altimétricos para fines cartográficos, el 4000SE se adapta fácilmente al trabajo a realizar.

Para observaciones estáticas o deslindes, sólo tiene que montar la base (con su alojamiento para las baterías) sobre el trípode e insertar la antena. En cuestión de segundos el sistema estará funcionando, sin cables ni módulos externos que le molesten o puedan causar averías.

Con el nuevo procedimiento cinemático «ambulante» y un receptor que es 50% más pequeño y pesa la mitad que los instrumentos anteriores, puede llevar el Land Surveyor 4000SE a cualquier lugar de trabajo, tomando datos «al vuelo», hasta una posición por segundo.

No tiene más que colocar el receptor (2,7 K) en su mochila, conectar el jalón antena y empezar a trabajar. El teclado remoto TRK48 le permite controlar el receptor sin sacarlo de la mochila. Y además añadir atributos a cada

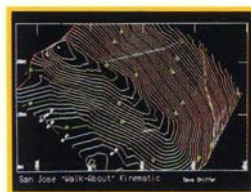
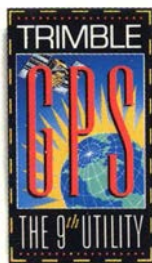
observación. Estos atributos se archivan con los datos GPS de posición y aparecerá en la cartografía final. No hay mejor método para tomar datos.

El Sistema Land Surveyor 4000SE incluye también el lógico TRIMVEC PLUS, el paquete de programas GPS más completo del mercado. Le permite realizar todas las etapas del proyecto, desde la planificación a la gestión de la base de datos y el ajuste geodésico de la red. Y TODOS LOS PROGRAMAS CON LA HOMOLOGACION DEL SERVICIO GEODESICO DE LOSEE.UU. (US. GEODETIC SURVEY). Para que tenga seguridad en los resultados. Y un nuevo módulo le permite mezclar las observaciones GPS con el trabajo clásico topográfico para conseguir una integración total del trabajo de campo.

Y, opcionalmente el TRIMMAP,

el nuevo lógico cartográfico que le permite generar automáticamente mapas topográficos detallados.

Con el nuevo receptor Land Surveyor no solamente hemos reducido el volumen del receptor, hemos reducido el volumen de su trabajo. Llámenos y le mostraremos como.



El teclado remoto TRK48 le permite controlar el receptor sin sacarlo de la mochila. Y además añadir atributos a cada



TrimbleNavigation

The Leader in GPS Technology

Representante exclusivo para España



Avda. Filipinas, 46
28003 Madrid
Tel.: (91) 553 72 07
Fax: (91) 553 62 82

Reader Enquiry Number 146

Al recibo de una fotocopia de esta página, con su nombre y dirección, le enviaremos gratuitamente un regalo GRAFINA, S.A.