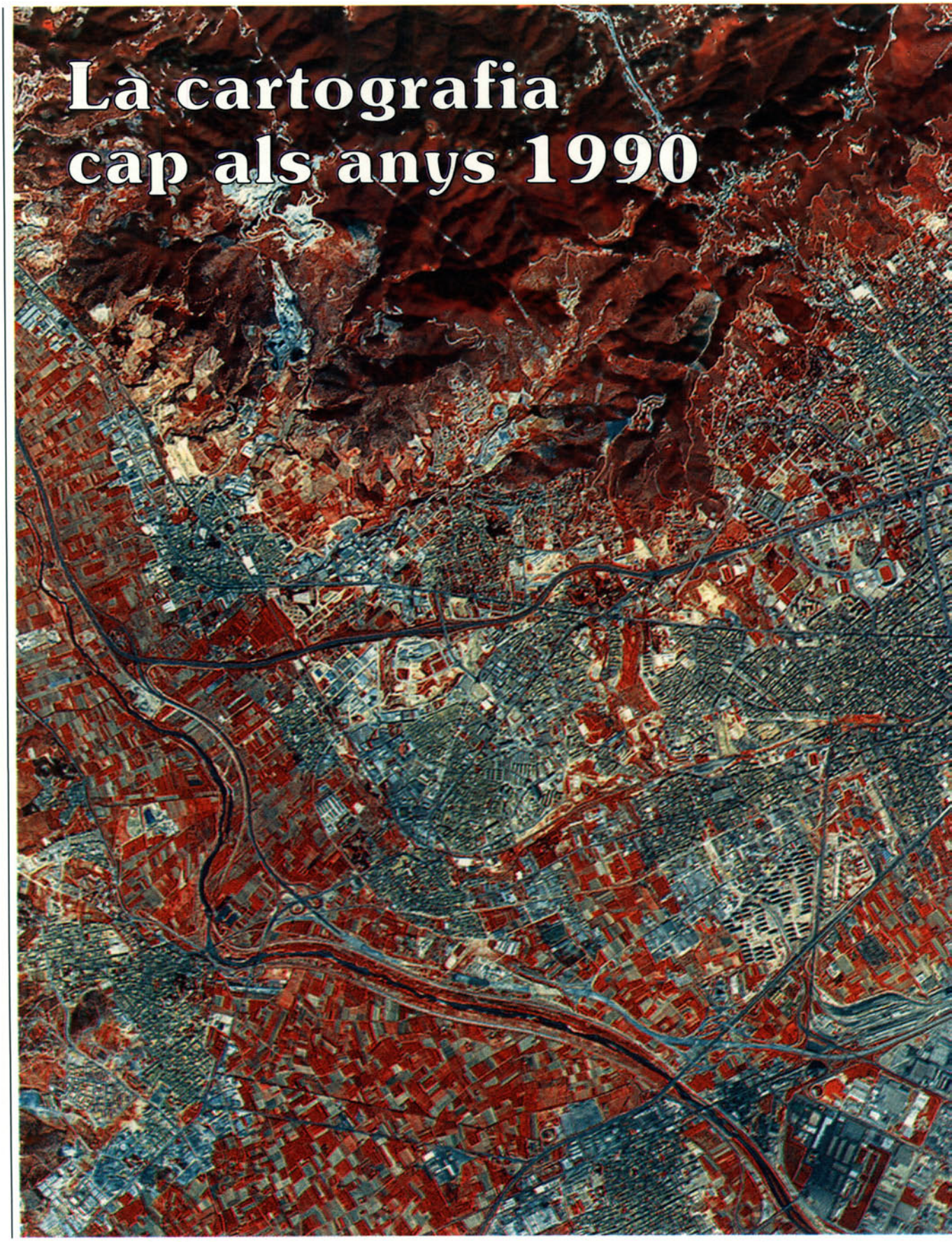
La cartografia cap als anys 1990





Reproducció d'una ortoimatge espacial sobre Barcelona, obtinguda pel satèl·lit d'observació de la terra SPOT, i tractada a l'Institut Cartogràfic de Catalunya

(Imatge: *ICC*)



Foto 2: Reactor de l'Institut Cartogràfic de Catalunya per a la realització de fotografia aèria vertical

(Foto: *Rambol*)



Foto 3: Fotografia aèria d'un sector del Baix Llobregat obtinguda mitjançant l'ampliació d'un fotograma a escala 1:70 000

(Foto: *ICC*)

LA CARTOGRAFIA DAVANT LES PERSPECTIVES DELS ANYS 1990. L'impacte de les noves tecnologies de procés sobre les tècniques cartogràfiques digitals

La cartografia clàssica i moderna ha estat un conjunt multidisciplinari de ciències i tècniques les quals han produït productes que, principalment, poden ésser qualificats com analògics amb uns nivells de precisió acceptables puntualment però difícilment generalitzables.

L'inici dels primers vols fotogramètrics de la dècada dels 1920 significà el naixement tecnològic de la fotogrametria moderna, tecnologia que ha permès la producció cartogràfica amb el rigor i precisió que tan sols en aquest segle XX s'ha pogut assolir. En el període 1920-60, un seguit de desenvolupaments mètrics basats en sistemes òptico-mecànics més i més eficients, ha permès la producció en massa de modus gràfics (mapes de línia) i fotogràfics (rectificació o ortoprojecció). En qualsevol cas, la recerca en les disciplines numèriques lligades al fet cartogràfic (geodèsia, fotogrametria, topografia, etc.) avançaven en la primera meitat de segle esperant l'existència d'una base de càlcul efectiva i versàtil.

L'escenari dels decennis 1970 i 1980

L'adveniment del miniordinador durant la dècada dels 60 i la seva consolidació a la dels 70 va permetre la implementació dels primers sistemes analítics en la mesura fotogramètrica i, per tant, l'inici d'una segona generació de sistemes analítics presentats en els congressos de l'ISPRS (*International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*) de 1973 i 1976, tot i que podrien trobar-se'n precursors, com Helava, ja el 1957.

Aquesta segona generació 1970-80 ha originat, en vint anys, dues línies principals de recerca i desenvolupament:

1. La línia fotogramètrica que, basada en mètodes de càlcul d'ajut a la tasca de generació cartogràfica a través de sistemes analítics, ha introduït l'aerotriangulació (ACKERMAN, 1986) com un mètode general per a la determinació de punts en el terreny, alleugerint i possibilitant a la vegada la restitució de grans àrees de la superfície terrestre. Aquesta possibilitat de producció en massa ha provocat l'ús comú dels models digitals del terreny que, especialment en el domini de l'enginyeria civil, ha esdevingut el camp d'estudi numèric més àmpliament tractat i on s'han esmerçat grans esforços donada la seva variada utilització, que va des de les geo-ciències fins a l'ús de tota mena d'enginyers i fins a l'ús quotidià, com és la navegació aèria civil i militar. Aquesta línia desemboca en la implantació de sistemes de cartografia digital que permeten d'emmagatzemar la informació gràfica i cartogràfica en suport digital per al seu posterior ús i grafisme. Aquesta és l'anomenada cartografia digital, que nasqué als anys 70 i es desenvolupà durant la dècada dels 80.
2. La línia de sistemes d'informació o bases de dades geogràfiques, concepte desenvolupat per multitud d'usuaris (fonamentalment del camp de la planificació territorial i urbanística), tingué un desenvolupament paral·lel a la línia fotogramètrica. La manca d'eines de càlcul capaces d'emmagatzemar els volums d'informació requerits i de donar-los la interactivitat necessària, esmorteïren el creixement dels Sistemes d'Informació Geogràfics (SIG) en els anys 70. Només la implementació seriosa dels miniordinadors a principi dels 80 possibilità la generació dels primers SIG sòlids, encara que molt específics i allunyats de l'usuari final. El cadastre digital, integrat i polivalent, és sempre l'exemple més estudiat, criticat i gairebé mai no aconseguit del tot. Això es produeix a causa de la manca de potència, perquè el miniordinador no posava en mans de l'usuari la memòria de masses suficient (parlant de Gbytes) ni la potència de càlcul local per a cada usuari. La solució a aquestes mancances s'ha iniciat parcialment a la fi dels anys 1980.

D'altra banda, pel que fa als sistemes de captura d'informació primària, en aquest període (1970-89) s'han perfeccionat substancialment els sistemes de navegació aèria fins arribar a la situació de cambres fotogràfiques mètriques en plataformes aèries o a les



Foto 4: Restituïdor fotogramètric de tipus analògic amb sortida assistida digital

(Foto: *Rambol*)

espacials, en satèl·lits d'observació de la Terra, i fins a la introducció de cambres digitals i multispectrals. Tot aquest procés ha quedat consolidat principalment, a occident, en les sèries Landsat, americana, i Spot, francesa. Fonamentalment, s'han introduït nous sensors que han permès a les línies de recerca i desenvolupament fotogramètric i als SIG donar més capacitat pel que fa a l'obtenció de les dades així com més cobertura territorial.

Però, una vegada més, a la fi de la dècada dels 80, l'adveniment de plataformes de càlcul basades en una gran integració i en l'optimització de les arquitectures de les CPU (*Central Process Unit* o Unitat Central de Procés) digitals ha permès la consolidació de dues tendències:

a) La migració de tots els sistemes analògics cap a sistemes digitals.

b) La implementació dels grans sistemes de software que demanaven calculadors cars i pesants sobre ordinadors d'ús personal, PC. Això ha permès la divulgació del procés d'aerotriangulació, dels models digitals del terreny (MDT), SIG, teledetecció, i d'altres, i el seu ús en producció real amb els usuaris reals. D'aquesta manera hom ha pogut escurçar la distància entre l'eina i l'usuari especialista i, per tant, s'ha assolit de donar més eficàcia a l'ús tecnològic.

Però a més de la consolidació dels sistemes de primera i de segona generació (analògics i analítics, respectivament), els avenços en els sistemes hardware d'adquisició d'imatge, calibració de cambres, algorismes ràpids de procés d'imatge, algorismes per a la localització subpixel de patrons i algorismes per al solapament d'imatges estèreo i la seva correlació digital, han ocupat les principals tendències de recerca dins una de les branques de les ciències de mesura de la terra com és, per exemple, la fotogramètrica. Tot això perfila ja el naixement d'una tercera generació (digital) que fructificarà, de ben segur, en el decenni dels 90.

Hom pot veure, doncs, que la Cartografia té, dins el segle XX, una perspectiva de subsidiarietat en la seva recerca i desenvolupament, vers les tecnologies de càlcul i procés. Dita subsidiarietat ve determinada pel seu volum, petit respecte als grans sectors promotors del desenvolupament tecnològic de la indústria occidental. No obstant aquesta subsidiarietat, el temps d'implementació de les noves tècniques o plataformes de procés ha estat sempre curt pel fort avenç de la recerca universitària, especialment a Europa Central i als Estats Units d'Amèrica.

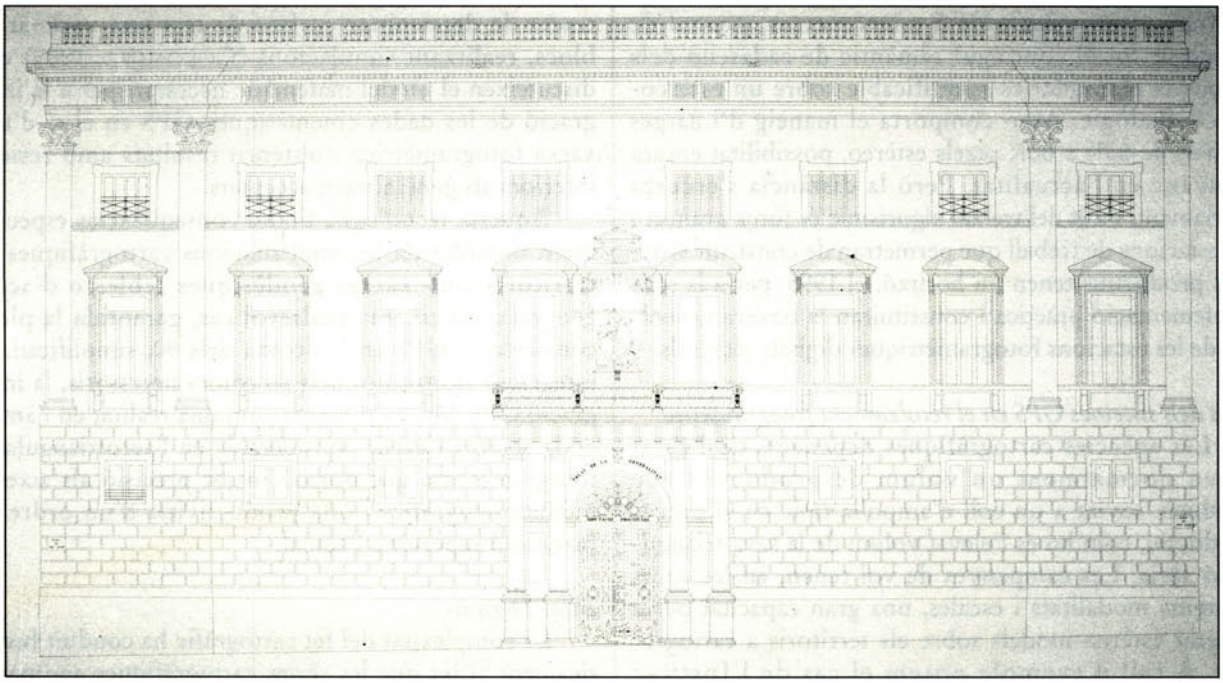


Foto 5: Plànol de la façana del Palau de la Generalitat de Catalunya realitzat mitjançant tècniques de fotogrametria terrestre (Foto: *ICC*)

Nous escenaris per al decenni dels 90

L'avenç de la física de l'estat sòlid i de les ciències del procés de la informació faran que, a mitjan dècada, un processador RISC (*Reduce Interaction Set Computer*) amb tecnologia GaAs (sigles químiques de l'arseniur de Gal·li), de 100 MIPS (milions d'instruccions per segon), estructurat en estació de treball, costarà de 25 000 a 75 000 dòlars. Aquest fet donarà un impuls que farà desenvolupar les aplicacions dins els àmbits propis de les anomenades Ciències de la Terra, on es troba inclosa també la cartografia digital.

És difícil, per no dir impossible, entreveure els nous desenvolupaments que avui dia, als inicis del decenni, es perfilen, però cal intentar-ho sintèticament amb l'ànim d'ajudar a concretar l'escenari proper. Tractarem tres escenaris distints que tenen, però com a nexe d'unió el seu lligam amb la cartografia digital.

Les estacions fotogramètriques digitals

La segona generació de sistemes fotogramètrics analítics ha suposat fonamentalment un avenç en la precisió de la mesura. Els sistemes comercials garanteixen 1/2 micròmetres sobre fotogrames amb elevats rendiments en termes de repetibilitat de la mesura. El circuit de la informació continua essent analògic mitjançant un sistema òptico-mecànic de gran precisió. Aquesta segona generació ha tingut una sub-generació intermèdia que ha format els sistemes anomenats de fotogrametria en temps real (RTP). Pot definir-se com una tècnica de mesura tridimensional sense contacte, amb un temps de resposta equivalent a un cicle vídeo. En les seves aplicacions cartogràfiques ha significat un pas cap a l'estació fotogramètrica digital integral, encara que amb la limitació de l'ús de les pel·lícules analògiques tradicionals i el procés simultani de finestres de l'ordre de 512 x 512 x 8 pixels. En tot cas s'ha obtingut en la determinació un error relatiu en planimetria d'1:5 000 i una precisió de 0,08‰ de la distància objecte, així com un RMSE en la imatge plana de 0,7 micròmetres, que correspon a un gir cabdal de 0,04 pixels (GRUEN, 1986).

Aquesta subgeneració ha permès el desenvolupament de tècniques en els dominis de la fotogrametria terrestre i de la visió robòtica i, en canvi, ha tingut un èxit discret en el camp de les aplicacions cartogràfiques, atès que els primers restituïdors tradicionals no han arribat al mercat de la producció cartogràfica, restant com a prototipus per al desenvolupament i la recerca.

Però, com sempre, les equacions existeixen i les limitacions són imposades per les plataformes. La tercera generació de sistemes fotogramètrics digitals contem-

plarà el treball sobre tot l'estèreo-parell sense limitacions, amb una relació pixel-superfície analògica fotografiada d'un màxim de 5 micròmetres, per tal de mantenir tot el contingut semàntic de cadascun dels elements planimètrics identificable sobre un estèreo-parell analògic. Això comporta el maneig d'imatges digitals de 60K x 60K pixels estèreo, possibilitat encara llunyana en l'actualitat. Però la distància s'escurça diàriament; molt del treball algorísmic és força avançat i les estacions de treball que permetran de construir sistemes productius tenen un horitzó, el 1995, per a la seva implementació pràctica i constituiran la tercera generació de les estacions fotogramètriques digitals integrals.

L'ús dels sistemes GPS en el recolzament fotogramètric

Les agències cartogràfiques depenents de l'Estat tenen normalment un volum de producció que condueix sovint a un coll d'ampolla típic en el procés productiu, com ho és l'elevat volum de la seva triangulació aèria. Les campanyes de vol tenen, en les seves diferents modalitats i escales, una gran capacitat per a generar estèreo-models sobre els territoris a cartografiar. A tall d'exemple posem el cas de l'Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), que produí 19 000 estèreo-models l'any 1989. Com a referència, un Institut Geogràfic Nacional europeu ha produït de l'ordre de 50 000 estèreo-models en una campanya anyal. Això condueix a un gran volum d'aerotriangulació per a compilació fotogramètrica. L'ICC aerotriangula unes 4 500 imatges l'any. Diversos vols, diverses escales, diversos requeriments, diversitat de problemes, tot plegat condueix, a part de tenir un sistema d'aerotriangulació robust i flexible a la vegada, a la necessitat de comptar amb una xarxa geodèsica densa i amb una notable força de treball topogràfic.

L'adveniment dels sistemes de posicionament global (GPS) ha suposat una nova frontera per a les activitats geodèsiques i topogràfiques, en especial en les seves aplicacions cartogràfiques. S'han obtingut mesures d'alta precisió amb una eficàcia i eficiència no conegudes fins al moment. Però el treball de camp terrestre, amb l'ús de sistemes GPS s'ha iniciat pràcticament a la fi dels 80 amb les limitacions d'una constel·lació de satèl·lits no completa, encara que dins la dècada l'avenç en la sofisticació i abaratiment dels receptors, ja ha suposat un pas important cap a la seva utilització immediata.

L'objectiu més important per als fotogrametristes és la integració del sistema GPS i les cambres mètriques (MC) analògiques embarcades en els avions fotogramètrics. Aquesta interfície permetrà canviar la informació del treball de camp topogràfic per la informació GPS, i introduir-la directament en les operacions d'aerotriangulació. Els primers assaigs realitzats sobre blocs d'ús operacional (4 km x 4 km) han produït resultats suficientment positius per a considerar que la seva aplicació pràctica serà pròspera en producció. Actualment es tracta de determinar en fase de test una varietat de blocs, realitzant simulacions (COLOMINA, 1989) que discuteixen el model matemàtic necessari per a la integració de les dades cinemàtiques GPS en el si d'una xarxa fotogramètrica i obtenen resultats amb residus inferiors als generalment acceptats.

Aquesta tecnologia, tindrà conseqüències especialment notables en les implantacions cartogràfiques en territoris amb xarxes geodèsiques febles o d'accés geogràfic difícil. En qualsevol cas, garantida la plena constel·lació GPS en la dècada dels 90, simplificada la integració electrònica dels receptors necessaris, la integració GPS-MC es presenta com una realitat en l'àmbit de la recerca i avenç considerable en l'aerotriangulació fotogramètrica, que donarà major precisió als aixecaments cartogràfics i una productivitat d'un ordre de magnitud superior a l'actual.

Atlas Digitals

La complexitat del fet cartogràfic ha conduït històricament al fet que les sèries cartogràfiques anomenades Mapes Topogràfics Nacionals (MTN), tinguin en els països més avançats un nombre reduït d'edicions. En paral·lel, la cartografia derivada i temàtica que es produïa amb la bàsica existent era ja parcial i puntual, amb una total discontinuïtat. La necessitat d'un tractament global de la informació cartogràfica genera el concepte d'Atlas per tal de donar un caràcter omnicomprensiu, tant territorial com temàtic, o bé amb ambdues característiques.

Normalment un país publica un conjunt d'Atlas generals i temàtics que representen un gran esforç geogràfic i cartogràfic, però també d'anàlisi i síntesi, estadístic, etc. I el resultat final genera una obra magna però immòbil, difícil de consultar i/o actualitzar, de difusió restringida, i, per tant, que compleix parcialment els seus objectius. Aquests aspectes poc positius no són fruit del procés o mètode de treball sinó de la dinàmica territorial dels països i de les seves variables estadístiques que el defineixen. Dins els anys 80 s'inicià una tendència cap a l'expansió digital dels compendis d'informació cartogràfica i estadística que és un Atlas, amb l'aparició dels primers Atlas Digitals.

De fet, es configuren tres tipologies de sistemes software-informació que configuren els anomenats Atlas Digitals:

- Els que reprodueixen l'estructura d'arbre de la informació que es subdivideix en capítols, subcapítols, epígrafs, pàgines, etc. Es tracta d'una reproducció mimètica de l'obra impresa, encara que amb avantatges en la seva actualització i reproducció. Permet una reproducció i distribució a preu mòdic, atès el

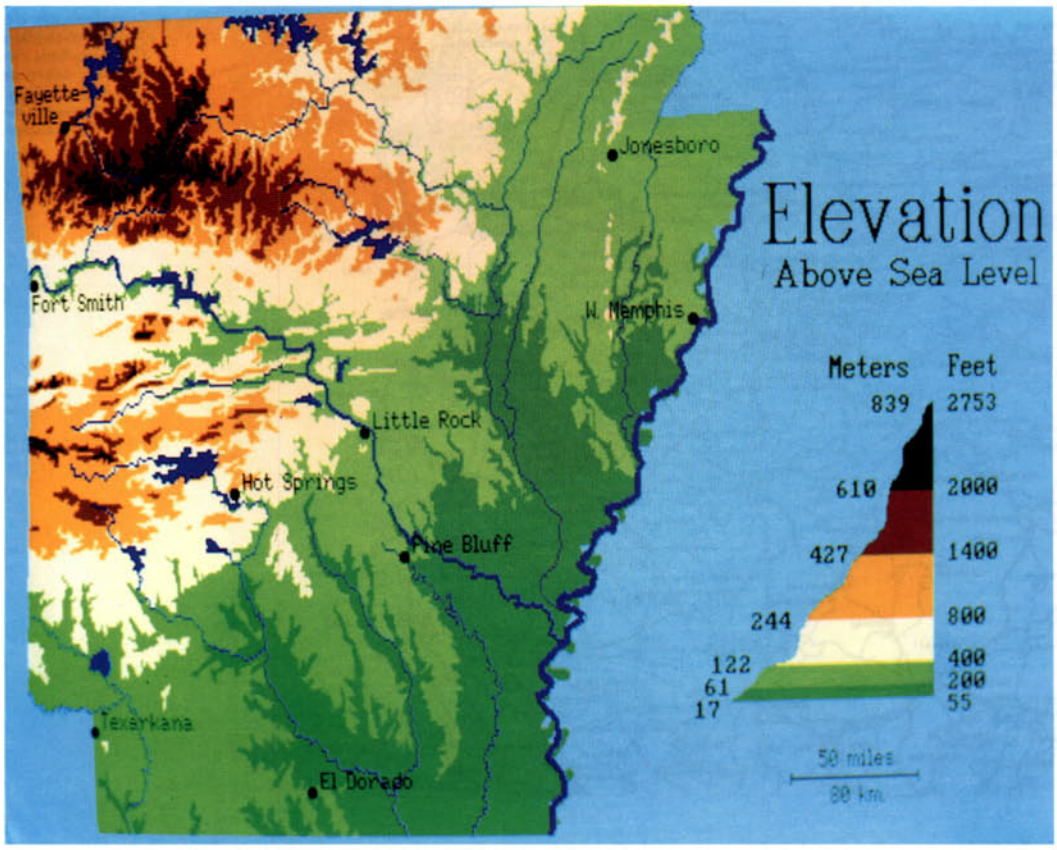


Foto 6: Mapa d'altituds de l'estat d'Arkansas, procedent de l'atlas digital realitzat per la Universitat d'aquell estat

(Foto: *ICC*)

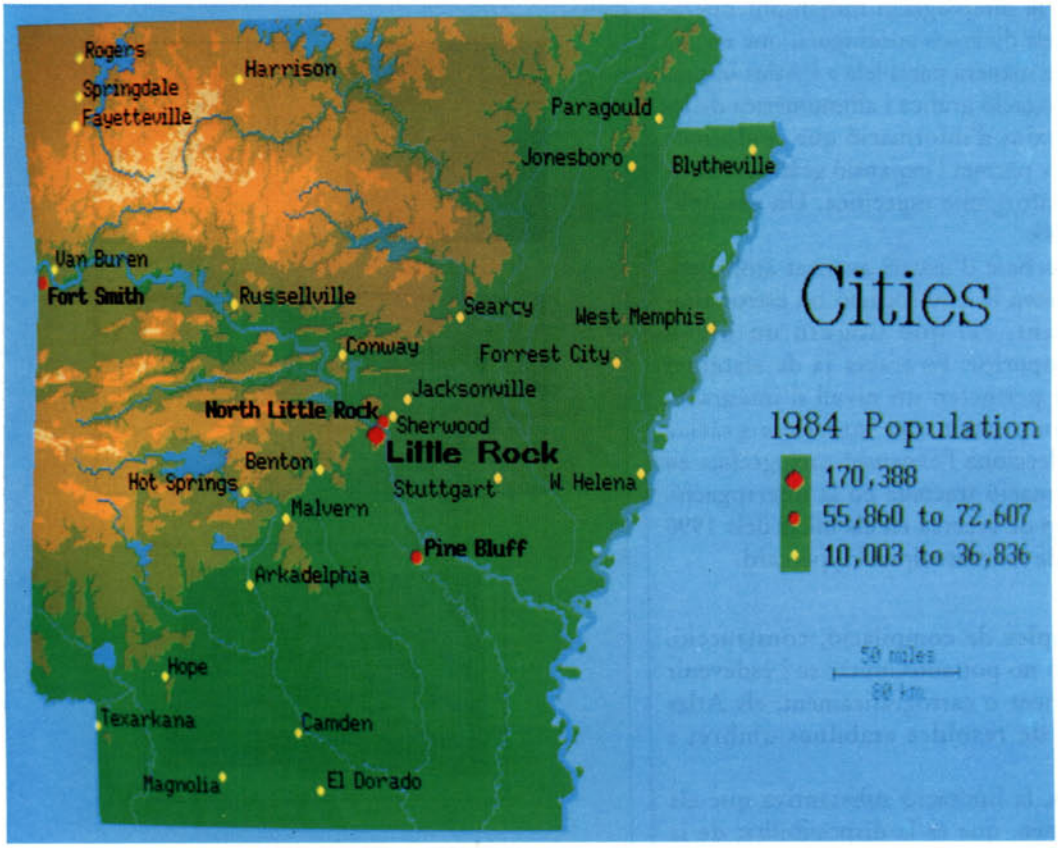


Foto 7: Mapa de la població del 1984 a l'estat d'Arkansas, procedent de l'atlas digital realitzat per la Universitat d'aquell estat

(Foto: *ICC*)

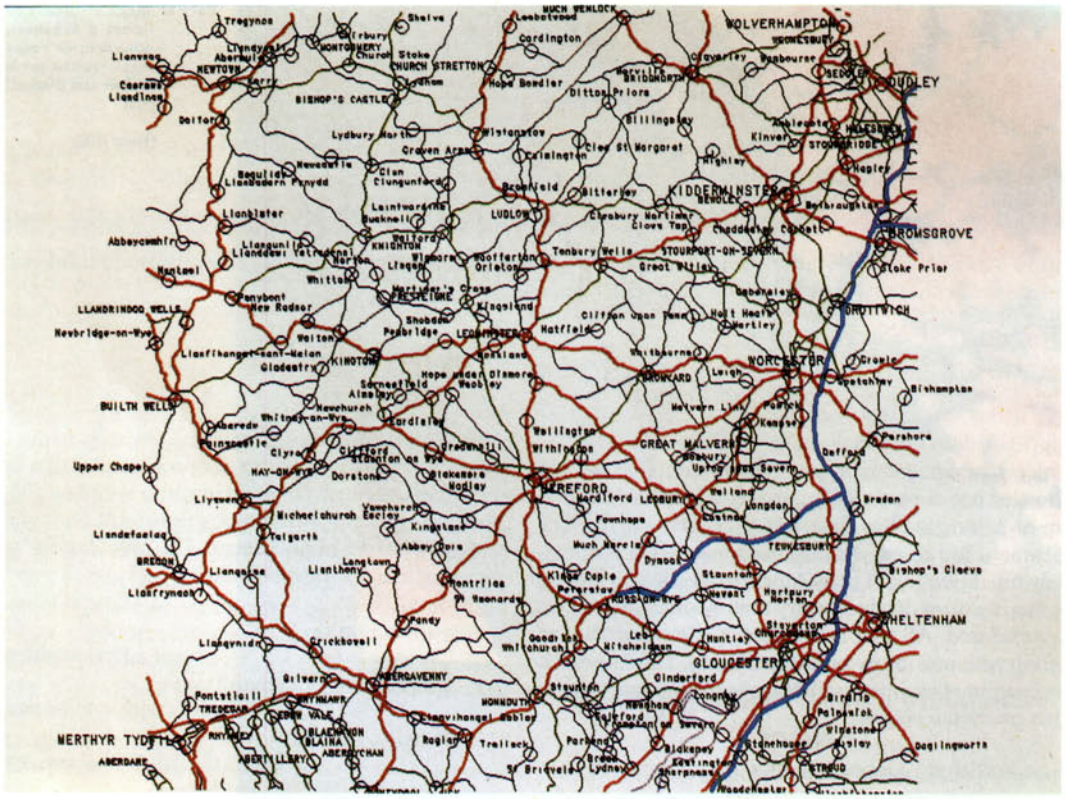


Foto 8: Exemple de georeferenciació automàtica de la toponímia cartogràfica sobre un mapa de petita escala. (Font: *Computer Graphics and applications*, setembre 89)

(Foto: *ICC*)

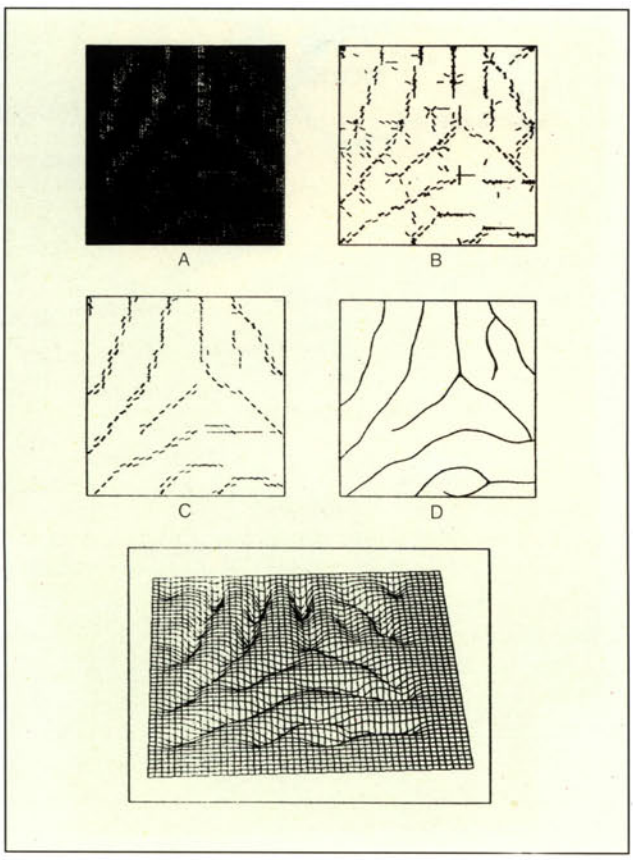
suport disc flexible de baix cost. Exemple: *Electronic Atlas of Arkansas, 1988.*

- Els que permeten la interrogació mitjançant operacions booleanes dels diversos continguts, que encara que estructurats de manera paral·lela a l'Atlas imprès permeten la interrogació gràfica i alfanumèrica de les diverses taules i arxius d'informació que conformen l'Atlas. Així mateix permet l'expansió gràfica selectiva amb tota una inforgrafia específica. Un exemple: el *Globe Atlas, 1989.*
- Els que tenen interfície d'usuari avançat amb llenguatges que permeten la interrogació no estructurada i, que, per tant, cal que tinguin un nivell d'intel·ligència superior. Es tracta ja de sistemes d'informació que permeten un nivell d'integració complet, que comporten una interfície gràfica intel·ligent que selecciona l'expansió cartogràfica en funció de la informació tractada en la interrogació. Aquest és un camp de recerca en els inicis dels 1990 en tota la gamma de sistemes tipus Hypercard.

Un sistema complex de compilació, construcció, expressió i producció no pot autolimitar-se i esdevenir obsolet informativament o cartogràficament; els Atlas Digitals permetran de resoldre ambdues ombres i abaratir-ne el cost.

En qualsevol cas, la limitació substantiva que els productes digitals tenen, que és la disponibilitat de la

Figura 1: Seqüència d'extracció mitjançant mètodes de càlcul neuronal, de les línies de canvi de derivada i la seva expressió dins del Model Digital del Relleu. (Font: *Neural Computation*, primavera 89) (Foto: *ICC*)



plataforma informàtica, sembla que ja és en vies de solució. Cada escola disposa d'un PC compatible o d'altres plataformes estàndard i aquesta tendència va creixent.

Futurs desenvolupaments a mitjà termini

En el capítol anterior s'han descrit breument camps on la recerca, iniciada abans dels 1990, fructificarà recentment mercès a l'existència de tecnologia o de plataformes que permetran la seva implantació. Hi ha d'altres problemes cartogràfics que per la seva complexitat conceptual no depenen tant dels recursos de procés com de les noves aproximacions, més intel·ligents, que permetin d'obtenir resultats reals propers a la producció quotidiana. Caldran, doncs, noves tècniques, per afrontar els esmentats problemes, que encara no són madures a l'inici del decenni però que tindran, amb gran probabilitat, solució a la fi dels 1990.

Georeferenciació automàtica de la toponímia cartogràfica

La georeferenciació de la toponímia cartogràfica és una de les tasques cartogràfiques en la construcció d'un mapa que demana una anàlisi més aprofundida i major treball en la seva realització. Es tracta d'un conjunt de procediments geogràfics i cartogràfics que el professional cartògraf empra conjuntament. Diversos autors han descrit extensament el conjunt de regles que s'usen en la situació de la toponímia, però poden resumir-se en uns principis generals del tipus: associació biunívoca, minimització dels solapaments, legibilitat, contextualització de l'extensió espacial de l'ítem, correspondència sense ambigüitats en la llegenda, etcètera.

S'han produït aproximacions en la implementació de sistemes automàtics per la interacció de textos amb sistemes de programació usual en el càlcul científic, tipus FORTRAN, que han acusat les seves limitacions. D'altres aproximacions han mostrat la conveniència de l'ús de llenguatges per a procediments, tipus PROLOG. Una de les principals raons de la seva efectivitat és, en el context de la col·locació toponímica, que el llenguatge proporciona un motor d'inferència, o mecanisme de recerca, que treballa automàticament fins a determinar quina és la solució de col·locació textual que satisfà les restriccions o regles establertes. Aquesta aproximació permet un tractament de sistema expert més flexible que les solucions tradicionals d'algorismes de recerca de grafos connexes. Existeixen ja prototipus (JONES, 1989) que permeten la col·locació de 100 topònims diversos en 36 segons d'execució (VAX 11/7 85) amb una base de 100 predicats. Aquesta aproximació mitjançant un sistema reglat té un gran potencial no sols en l'àmbit de la producció fotomecànica, sinó un gran potencial en el context de la generalització cartogràfica. Aquest és un problema bàsic especialment amb l'adveniment pròxim dels SIG (Sistemes d'Informació Geogràfica), on la informació perd en part el lligam escala i ha d'ésser representada a escales diferents i, per tant, amb la toponímia pròpia de l'escala. El problema de la generalització cartogràfica és més complex, però el camí de la seva solució serà semblant al ja en estudi, com és el de la georeferenciació automàtica de la toponímia cartogràfica.

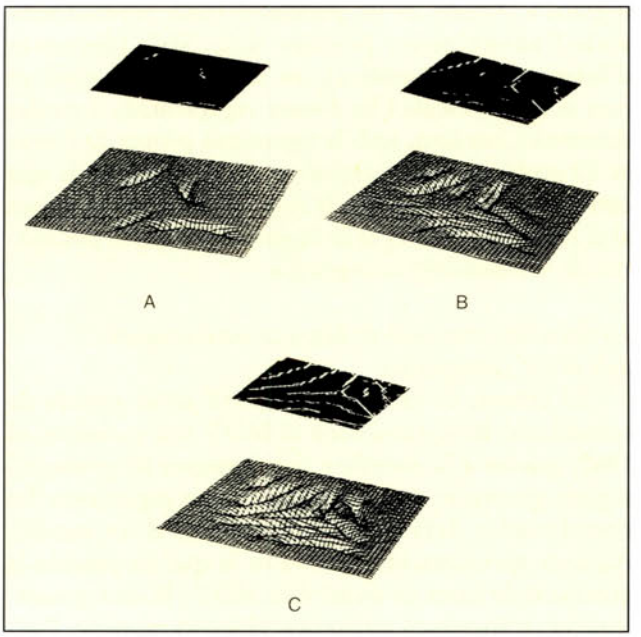
La detecció i extracció de línies característiques dels MDT cartogràfics

El trànsit de la corba de nivell en el procés de compilació fotogramètrica al MDT fou possible, el 1960, gràcies a la interfície dels sistemes de primera i segona generació amb calculadors que registraven les coordenades dels perfils altimètrics d'un model. Aquesta aproximació rigorosa és la que ha permès la generació de bases de dades dels MDT i la seva generalització i transmissió mitjançant el seu ús numèric. Però això ha significat la no compilació de la corba de nivell fotogramètrica. Tots els desenvolupaments en el camp de la interpolació sobre els MDT per obtenir directament la corba de nivell, element essencial de la representació cartogràfica, han conduït a la demanda de més informació de contorn tridimensional, com pot ser la mateixa planimetria o bé les anomenades *break-line* o línies de canvi de derivades. Aleshores s'han plantejat una multiplicació de l'esforç en la compilació (MDT i corbes), amb la generació de dos productes que poden arribar a donar contradiccions puntuals (connexions, talls de fulls, etc.). De fet, el que es proposa és la nova restitució de les línies característiques, que és una funció d'extracció que realitza un operador una vegada ha fet el perfilat del MDT. Per tant, la informació ja hi és però cal un operador humà per interpretar-la.

Actualment, d'altres sectors de la robòtica, com són els de la visió industrial, es plantegen problemes similars en la detecció i extracció de faccions determinants de superfícies que corresponen a fets industrials o bé humans (reconeixement d'una veu, etc.). Aquest tipus de tractament algorísmic de la informació és denominat Càlcul Neuronal i pot aportar una metodologia robusta per a la caracterització lineal dels MDT que permetin als interpoladors existents generar una representació del MDT fidel, precisa i semànticament correcta segons els usos de la representació cartogràfica.

Ús, transferència, difusió i arxiu de la informació cartogràfica digital

Sembla que catalogar aquest epígraf com un desenvolupament de futur gairebé llunyà és un contrasentit. De fet, ja es realitza quotidianament. És cert, però, que no hi ha una perspectiva de futur clara. Primerament



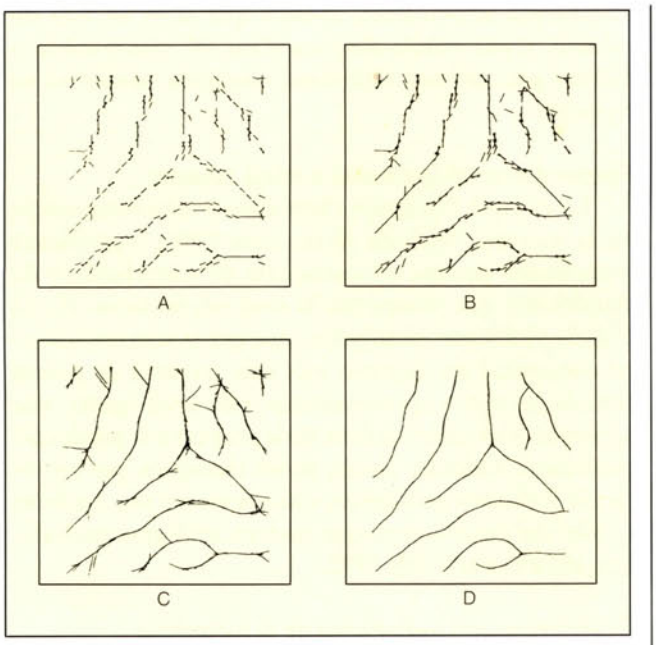


Figura 2 i 3: Estats de les diferents fases del càlcul de la línia de tall o canvi de pendent en un Model Digital del Relleu. (Font: *Neural Computation*, primavera 89) (Foto: ICC)

no hi ha estàndards per a la representació cartogràfica consolidats i generalment acceptats, la qual cosa significa un esforç d'interfície que frena el desenvolupament. D'altra banda, els sistemes de suport són reduïts davant l'enorme volum de dades que qualsevol informació cartogràfica, encara que parcial, significa. Per exemple, només els nivells corresponents a Hidrografia i Comunicacions del mapa 1:100 000 de l'USGS significa 242 cintes magnètiques a 6 250 bpi. Un altre exemple, un ortofoto digital a escala 1:5 000 dels produïts a l'ICC ocupa en la seva imatge un mínim de 20 Mb d'informació (la sèrie són 6 345 fulls). Els nous suports sobre disc òptic WORM no tenen encara estàndards en els seus formats i, per tant, la interfície és necessària per a cadascun dels usuaris. Sembla clar que l'avenç tecnològic en matèria de suports és important, però no arriba encara en matèria de capacitat i estandardització als nivells que la gran exigència de la informació cartogràfica demana.

Tan sols apuntarem un problema no estrictament tecnològic, però que barrarà el pas a la difusió directa de la informació cartogràfica digital. Es tracta de l'anomenat *Copyright*. La situació té un esdevenidor poc clar, per tal com és un afer poc tècnic i lligat als drets molt regulats en altres camps de la indústria gràfica, però poc regulat en la indústria cartogràfica.

Conclusions

La paraula clau és creixement. Es multipliquen els usos de la informació cartogràfica atès que la seva demanda creixerà enormement. Com que no és un dels motors del creixement tecnològic en general, la cartografia caldrà que incorpori correlativament els avenços en les plataformes de procés i les tecnologies del tractament de la informació que aniran apareixent de manera creixent. En qualsevol cas, a la fi del segle el panorama serà molt diferent del que avui coneixem, el rigor en la mesura de la Terra arribarà a nivells no coneguts encara i les cobertures cartogràfiques tindran un àmbit incomparable al del moment present. *Tempus Fugit*.

Data de recepció de l'original: 01.90

Jaume Miranda i Canals
Enginyer Industrial
Director de l'Institut Cartogràfic de Catalunya

BIBLIOGRAFIA

ACKERMANN, F.: *The Impact of Modern Data Processing in Photogrammetry*. Stuttgart University. Lisboa. Abril, 1986.

COLOMINA, I.: *Combined Adjustment of Photogrammetric Data*. 42nd Photogrammetric Week. Stuttgart. Setmana 11-16 de setembre de 1989.

ELECTRONIC ATLAS OF ARKANSAS: University of Arkansas Press. Fayetteville (Arkansas). 1988.

GRUEN, A. i BEYER, H.: Real–*Time Photogrammetry at the Digital Photogrammetric Station*. The Canadian Surveyor, volum 41, núm. 2, pàgs. 181-199. Ottawa. Estiu, 1987.

JONES, C.: *Cartographic Name Placement with Prolog*. IEEE Computer-Graphics and applications, volum 9, núm. 5, pàgs. 36-47. North Hollywood. Setembre, 1989.

STAPLETON, J.: *Use of Optical Disk for Digital Cartographic Data Transfer and Archiving*. FDC Newsletter, núm. 9, pàgs. 6-7. Reston (Virginia). Hivern, 1989.

ZUCKER, S.; DOBBINS, A. i IVERSON, L.: *Two Stages of Curve Detection Suggest Two Styles of Visual Computation*. Neural Computation, volum 1, núm. 1, pàgs. 68-81. Cambridge. Primavera, 1989.

Empezar sobre una base sólida



Cuando se están estableciendo las bases para la construcción de un edificio o autopista o de un sistema completo de información geográfica, se necesita una tecnología avanzada en topografía y cartografía. Existe un sistema suficientemente flexible que contiene una amplia gama de aplicaciones; una solución que resuelve todas las necesidades de captura de datos: INTERGRAPH.

Una base sólida para su proyecto

Para mejorar la eficacia en los proyectos o levantamientos para ingeniería, se requiere:

- ☐ Conexión con libretas electrónicas.
- ☐ Diseño parametrizado.
- ☐ Proyecto, simulación y cálculo de redes geodésicas.
- ☐ Modelos digitales del terreno.
- ☐ Aplicaciones para la implantación y diseño en ingeniería.
- ☐ Aplicaciones para cálculo y análisis de movimiento de tierras.

INTERGRAPH ofrece estas herramientas como parte de un sistema total e integrado, para la captura, gestión, análisis y presentación de información geográfica. Con INTERGRAPH, todos los ficheros relacionados con un proyecto forman parte de una base de datos única. La información compartida ayuda a los distintos departamentos a comunicarse adecuadamente, evitando la duplicación de datos, mejorando la productividad.

Un compromiso sólido de formación y asistencia

Para INTERGRAPH, la formación y asistencia al usuario son temas prioritarios. A partir del conocimiento de las tareas cotidianas en topografía e ingeniería, se consigue mejorar la productividad y la eficacia, introduciendo adecuadamente los gráficos interactivos. Este compromiso con el usuario ha convertido a INTERGRAPH en el líder mundial en cartografía asistida por ordenador.
Empezar con INTERGRAPH supone establecer una base sólida, para cualquier proyecto en topografía, ingeniería o cartografía.

Un sistema único. Todas las soluciones.

Para más información, dirigirse a:
INTERGRAPH ESPAÑA, S. A.
c/. Gobelas, 47 - 49 LA FLORIDA
28023 MADRID Tel.: 91 - 372 80 17
EDIFICIO UNIBER c/. Aribau, 197-199
08021 BARCELONA Tel.: 93 - 200 52 99
c/. Las Mercedes, 8 48930 LAS ARENAS
GETXO (VIZCAYA) Tel.: 94 - 463 40 66

INTERGRAPH

Intergraph is a registered trademark of Intergraph Corporation ☐ One Madison Industrial Park ☐ Huntsville, Alabama 35807-4201 USA