

# Presente y futuro de la información geográfica

ANGEL ARÉVALO  
BARROSO

## Cartografía e información geográfica en crisis

8 **I**nicio este artículo con la intención de provocar la reacción del sector cartográfico en relación con aspectos que generalmente se consideran establecidos y normalizados, pero sobre los que estoy personalmente convencido que es necesaria una profunda reflexión y, muy probablemente, una revisión a fondo, como único medio racional de labrar ese importante futuro de la información geográfica en que todo el mundo parece confiar.

Es muy posible que el lector no espere de mi actual posición este tipo de planteamientos, sino descripciones más o menos institucionales de la información geográfica que produce el Instituto Geográfico Nacional, pero yo pienso que eso ya está suficientemente tratado y, en cualquier caso, todos tienen las puertas de nuestro IGN abiertas de par en par para conocerlo. Pienso que debo aprovechar esta oportunidad para escribir sobre la Cartografía en su presente y en sus posibles caminos próximos (no todos ellos potencialmente satisfactorios, por cierto) bajo la óptica, sin duda privilegiada, que proporcionan varios años de responsabilidad en el, todavía, más importante centro cartográfico de España.

Vaya, como último aviso al lector, la advertencia de que escribo estas páginas con el humilde equipaje de mis ideas

personales, con un enfoque estrictamente subjetivo y bajo mi responsabilidad personal, por lo que ruego disculpas si algunos de mis criterios resultan poco aceptables para los expertos. El Instituto Geográfico, su solvencia funcional y el dominio técnico de sus funcionarios quedan, en este caso, en un mero trasfondo de carácter empírico para mis opiniones.

La Cartografía está en crisis. Esta es mi primera convicción y con ella debo comenzar mis comentarios.

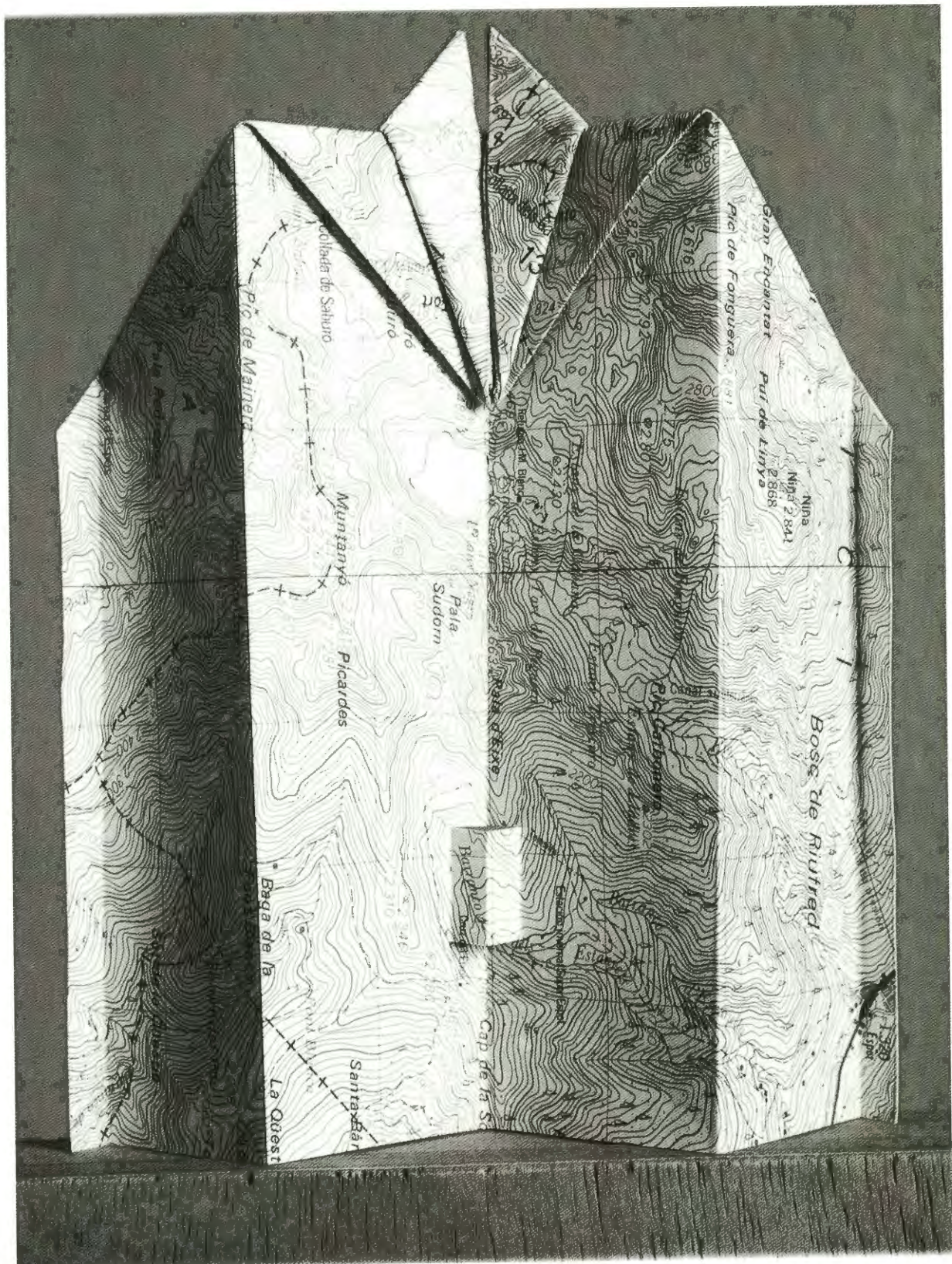
La Cartografía está en una importante crisis por causa de múltiples factores que, al actualizarse, han devenido en conformar una situación sectorial en la que concurren elementos muy diversos y de dispar influencia, muchas veces positiva, algunas muy negativas y otras de clara incongruencia, que configuran un presente azaroso, cuya falta de coherencia ha de ser subsanada en un futuro en desarrollo, que todos deseamos muy importante y que, queramos o no, va a consolidarse a muy corto plazo con nosotros o sin nosotros, los «clásicos» de la Cartografía.

La crisis a la que me refiero es típica de una transición de intenso crecimiento en plazos excesivamente cortos, en la que no da tiempo a madurar estrategias ni a planificar recursos y en la que a los afectados nos parece (en general, estamos convencidos) que el éxito de tal crecimiento se debe a nuestro excelen-

te trabajo y que, por lo tanto, éste va a verse favorecido por el desarrollo de la demanda y que todo va a ser mejor. Esto puede parecer lógico, pero en el caso de nuestra Cartografía es casi absolutamente falso, al menos en mi modesta opinión. Veamos mis argumentos.

## Los productores de Cartografía ante la nueva información geográfica

El desarrollo de la Cartografía entre 1988 y 1993 no ha sido originado por la labor cartográfica de los Organismos y empresas especializadas en el sector, sino ajeno a ella. Tal desarrollo, en efecto, se produce al impulso prestado por la llegada de programas SIG que, en un amplio despliegue de promoción y oferta, van introduciéndose en los terrenos de la gestión y del proyecto, casi siempre de la mano de consultores y de grupos de iniciativa empresarial. Aun siendo (como en realidad ha sido) un proceso bastante desordenado y más voluntarista que planificado, lo cierto es que en muy corto plazo grandes y pequeñas empresas, incluso algunas organizaciones públicas, incorporan proyectos de sistemas de información georreferenciada para el seguimiento y manejo de sus bases de gestión, previendo auténticos SIG's para el futuro inmediato. Naturalmente, tales proyectos requie-



ren datos geográficos como soporte de todo el sistema y dichos datos han de incorporarse en forma digital.

Probablemente no se haya atendido suficientemente al problema de los datos geográficos (más tarde volveré sobre este asunto crucial), pero es indudable que se ha generado una demanda importante sobre los mismos y que se han buscado donde quiera que pudieran encontrarse o, incluso, se han realizado costosos esfuerzos para capturarlos, generalmente por digitalización de cartografía analógica existente.

Los Centros productores de Cartografía han sido, en general, objetivos de esperanza de datos para los incipientes SIG de nuestro país y, en cierto modo, sorprendidos por una demanda específica para la que normalmente no estaban preparados. Porque los Centros productores de Cartografía (no sólo los españoles, por cierto) estaban, todavía al comienzo de este quinquenio, empeñados en un reto interno de producción propia y confiaban en la contribución de la moderna informática a dicha producción, bajo un concepto de modernización de procesos industriales que usualmente reconocemos por «Cartografía asistida por ordenador», aunque ya casi nadie utilice este término.

Es cierto (y para ser justo he de decirlo) que algunos Organismos productores de Cartografía planificaron y establecieron proyectos integrales de cartografía digital, incluso algunos antes de 1988; pero no lo es menos que lo hicieron dentro de una estrategia clara de mejoramiento de su propia producción en el futuro, generalmente orientada al cumplimiento de sus fines u objetivos públicos y muy escasamente previsor de su demanda generalizada por parte de empresas y organizaciones ajenas.

Deberíamos lamentarnos por nuestra falta de previsión ante este cambio cualitativo y cuantitativo de la demanda cartográfica, así como de nuestra típica rigidez ante las necesarias adaptaciones de nuestra función a dicho cambio. Los Institutos Geográficos son los exponentes clásicos en esta cuestión,

pero tampoco quedan fuera de la crítica otros Organismos especializados que producen cartografía básica o temática, como tampoco las propias empresas del sector cartográfico y fotogramétrico. Todos ellos han mantenido, y en su mayor parte siguen manteniendo, una cultura funcional clásica, en la que los proyectos geográficos, su concepción y metodología global, responden a cánones y a preceptos establecidos hace muchas décadas y correspondientes a productos tradicionales que carecen de adecuación al momento actual de la información geográfica. Los clásicos Mapas nacionales, parcelarios y de diversas temáticas siempre serán (probablemente) necesarios o convenientes, pero las necesidades económicas y sociales de moderna información geográfica no tienen nada que ver con tales Mapas.

La revolución que vivimos en la Cartografía actual se ha desarrollado desde el lado de la demanda, se ha visto favorecida e impulsada por el avance de la informática y vierte ahora toda su presión hacia la oferta de datos y de especialización cartográfica. Pero el mundo de la Cartografía mantiene su cultura tradicional y carece de capacidad de auténtica adaptación a la demanda. Los productores de Cartografía y de datos geográficos han pretendido adaptarse a los requerimientos actuales mediante una filosofía extremadamente simplista y no exenta de egoísmo institucional, que podría enunciarse como sigue:

«Nuestros productos (nuestros Mapas) están perfectamente definidos, normalizados y establecidos, luego sigamos haciéndolos igual, aunque con los medios y procesos más eficaces para obtenerlos en menor tiempo y a menor coste. Si la gente (la sociedad) desea o necesita datos digitales para sus SIG's, digitalicemos nuestros bellos y perfectos Mapas u obtengamos éstos (los mismos) por métodos numéricos y ofrezcamos esas versiones digitales a la gente, ya que ésta, además, no tiene otras fuentes a las que recurrir para obtener buenos datos cartográficos.»

Este podría ser un resumen esquemático de la posición habitual de los organismos, empresas y expertos cartográficos ante el cambio que vivimos. De alguna forma, estamos convencidos de que lo que hacemos es lo que hay que hacer ahora y en el futuro, pero no contamos con qué es lo que la sociedad espera de nosotros y, por lo tanto, cuál es nuestra auténtica misión y cuáles nuestras verdaderas oportunidades en el mundo (o en el mercado) de la información geográfica.

Para un Organismo público productor de Cartografía, su razón primaria de existencia se centra en la obtención del modelo geodésico y cartográfico del territorio, a fin de configurar la infraestructura básica del conocimiento geográfico del mismo, necesaria para multitud de fines sociales de carácter organizativo, económico, técnico y científico. Como todas las definiciones, ésta de carácter funcional nos dice poco, si es que no somos capaces de complementarla con criterios o condiciones adecuadas para que el objeto definido sea eficiente, productivo, económico y eficaz, es decir, para que sirva a la sociedad y cumpla efectivamente sus objetivos. Y ahí, en estas condiciones, están o deben estar las respuestas a cuestiones tan inmediatas como las siguientes: ¿Qué modelo hemos de definir y construir? ¿Cómo lo hemos de realizar? ¿Cuándo ha de estar finalizado y disponible? ¿Cómo se ha de poder utilizar? ¿En qué condiciones se ha de poder disponer de él? ¿Con qué estrategia debe seguirse perfeccionando y completando? y algunas otras semejantes.

Las respuestas a estas preguntas han sido sistemática y exclusivamente proporcionadas por los propios Organismos cartográficos, en un proceso de definición y planificación interno y cerrado al resto de la sociedad, que se ha venido produciendo desde el mismo comienzo de la cartografía hasta nuestros días.

Estoy convencido de que ese camino secular (al que en ocasiones he aludido como exponente del clásico despotis-

mo ilustrado) ha sido positivo y necesario durante siglos, puesto que la Geodesia y la Cartografía no eran, ni en su conocimiento ni en su utilización, materias accesibles a la disquisición popular de sus contenidos, métodos y características técnicas. Los usuarios de información geográfica se han debido limitar, hasta ahora, a adquirir y utilizar los mapas que se hacían, debiendo elegir entre a lo sumo dos variantes, más aparentes o coyunturales que reales, y conformándose con las disponibilidades que presentaba una oferta secundaria y de oportunidad, en la que dichos mapas no estaban concebidos ni realizados para ser utilizados, sino (estrictamente hablando) para que, simplemente, existieran y dieran forma o existencia al proyecto causal del Organismo. Como, además, la presión práctica de los usuarios era coherente con el nivel de utilización (es decir, mínima, especializada e intrascendente o frustrada) y la orientación superior y mandatos de las instituciones y autoridades, prácticamente nulas en esta materia que, reconocámoslo, sólo fue prioridad política en situaciones bélicas, la Cartografía, nuestra Cartografía, continuaba su lánguido acontecer tras las concepciones convencionales marcadas hace mucho y con los esporádicos y únicos alientos coyunturales de algunos técnicos de pro, más en pos de incorporaciones técnicas parciales que en replanteamientos globales de producción y producto.

## La demanda actual de información geográfica

Pero hoy las cosas han cambiado (están cambiando) muy profundamente, porque aquellos limitados usuarios que adquirirían unas pocas hojas del Mapa Topográfico a escala 1:50.000 para sus excursiones o deleite y aquellas pocas organizaciones públicas que debían apoyarse en cartografía básica para hacer sus mapas agrarios o geológicos, se han convertido, de pronto, en multitud de clientes personales o corporativos que han descubierto que el Mapa (la información

geográfica) puede ser utilizado en sus ordenadores, de manera semejante a como utilizan los datos contables, comerciales, estadísticos y financieros, surgiéndoles la oportunidad de manejar la información geográfica para satisfacer modelos y seguimientos que antes, por muy importante que siempre consideraran la variable geográfica, no podían integrar eficazmente en sus cálculos y gestiones.

La información geográfica moderna, desde la perspectiva del usuario, es tan atractiva como cualquier otro tipo de información (probablemente más que la mayoría de informaciones temáticas, en razón a las ventajas gráficas de su presentación y visualización), pero presenta un gran problema en su base: necesita datos en cantidad, actualidad, idoneidad y adecuación en magnitudes y con requisitos que rara vez se precisan en otros sistemas de información. No son suficientes un simple ordenador y unos cuantos paquetes de aplicaciones o programas, ni lo son algunos ficheros de datos numéricos a cargar y manipular en una base de datos comerciales.

El usuario potencial o presente de un SIG, por muy modesto que éste sea, ni tiene SIG ni tiene nada hasta que no dispone de la base geográfica que lo define y soporta en toda la extensión del ámbito geográfico al que el sistema ha de referirse.

Pero es que, además, los datos geográficos no pueden incorporarse a un sistema mediante la mera carga de su geometría digitalizada, sino que requieren ser tratados para conferirles estructuras topológicas, han de ubicarse en un sistema de coordenadas acorde con la proyección cartográfica de la que se derivan, han de ser continuos y estar relacionados entre sí para configurar entidades geográficas capaces de identificarse diferenciadamente y susceptibles de ser situadas y de recibir atributos y datos específicos que le han de ser asignados para la gestión del SIG. Es necesario que el usuario de un SIG sepa «algo» de Cartografía o bien que pueda obtener en el mercado programas ela-

borados que integren los datos geográficos precisos en forma completa y útil, aunque, aun así, alguna vez será necesaria su actualización o reposición.

El problema «geográfico» de un SIG no es baladí, sino que se convierte en el programa crucial del proyecto, sin cuya resolución adecuada nunca se dispondrá de un SIG eficiente. Pero los conocimientos geográficos no están tan extendidos por el mundo como los conocimientos matemáticos generales, ni los problemas cartográficos suelen quedar al alcance de los informáticos o de los ingenieros de las ramas académicas actuales. Me atrevo a decir que los problemas cartográficos de un SIG no están, tampoco, al alcance de la inmensa mayoría de los consultores técnicos, ni de las casas proveedoras de sistemas informáticos. Probablemente ésta sea la razón fundamental por la que los SIG's realmente operativos puedan contarse con los dedos de una mano (y sobra...), al menos en España y en la actualidad.

## La difícil adaptación del mercado

Y ante esta situación, ¿qué es lo que hacemos los que, presuntamente, sabemos de cartografía y producimos buena cartografía? Pues continuamos nuestros proyectos y programas de siempre, aunque los realicemos con técnicas recientes; mantenemos nuestros ritmos de producción hasta desesperar al expectante usuario con plazos que, en la mayoría de los casos, no podemos ni podemos cuantificar; seguimos careciendo de datos completos del país y no somos capaces de preparar los que tenemos en formatos y condiciones de utilización fuera de nuestros dominios institucionales; conservamos nuestra cultura cartográfica de siempre e integramos en ella la tecnología digital, pero configuramos nuestro producto para que contenga todos los elementos del Mapa convencional, a modo de «retrato informático del Mapa», sin habernos parado a dilucidar qué es lo que necesita el usuario de SIG's; continuamos cre-

yendo, en suma, que nuestra misión esencial no ha variado desde hace cien años, sin darnos cuenta de que en los cuatro últimos años ha variado todo en la Cartografía, de que ha cambiado (incluso) la propia misión fundamental y causal de los Organismos geográficos y, de su mano, la de todos los actuantes, públicos y privados, en Cartografía.

En los años ochenta, por ejemplo, la misión cartográfica del IGN (Geodesia y Cartografía Básica) seguía consistiendo en proyectar, construir, observar y calcular la red geodésica nacional (30% de ocupación) y en afrontar, planificar, restituir, formar y editar las 4.170 hojas del Mapa Topográfico Nacional (o de actualizar las 1.120 del antiguo MTN-50, alternativa no resuelta hasta 1986), es decir, lograr la infraestructura cartográfica básica del Estado (ocupación de un 68% de los recursos), restando solamente un mínimo de dedicación a la oferta y venta de hojas del Mapa y de datos geodésicos, para aquellos pocos y aislados usuarios especializados, curiosos, paseantes, excursionistas o aficionados que los requerían. La práctica totalidad de la misión cartográfica básica y geodésica del IGN era identificable bajo el epígrafe de infraestructuras elementales del conocimiento del territorio nacional. El sujeto final de nuestro trabajo era el propio Estado, a cuyo servicio inespecífico de aplicación concreta se dirigían nuestros objetivos y nuestra misión que, en consecuencia, eran total y absolutamente públicos, oficiales y deseablemente normalizados, de los que sólo unos pocos ciudadanos podían obtener utilidad concreta y directa, cuando sus intereses encontraban adaptación a nuestros productos oficiales.

Hoy, hayamos o no cumplido adecuadamente nuestra básica misión, la sociedad española, a la que nos debemos de forma exclusiva, ha pasado a presentarse ante nosotros, no ya con unos pocos ciudadanos interesados en nuestros mapas convencionales, sino como clientes de datos e información geográfica con intereses económicos para sus proyectos comerciales, con ob-

jetivos integrados en su gestión empresarial o pública y con aplicaciones avanzadas de explotación técnica o económica de sistemas o aplicaciones SIG.

Sin que nosotros hayamos hecho casi nada por lograrlo, de pronto, la sociedad para la que trabajábamos de manera inespecífica ha adquirido materialidad y concreción, nos demanda cartografía y conocimientos o experiencia geográfica y nos aparece representada por sus agentes más activos, con motivaciones económicas, gestoras, comerciales y técnicas de vanguardia. Son ya verdaderos clientes que saben lo que desean comprar (o así lo creen), que están dispuestos a pagar un precio de mercado por lo que quieren y que exigen productos específicos que les resuelvan sus problemas.

Por si ello fuera poco cambio, esos clientes no tienen conocimientos específicos de cartografía, por lo que no formulan sus pedidos en términos ni en conceptos de los que nosotros dominamos, nos entienden con gran dificultad y nosotros no les entendemos en absoluto, sino que intentamos modelar su demanda hacia lo que tenemos, hacia lo poco que tenemos parecido a lo que ellos dicen desear. Les pedimos o inducimos para que nos fijen escalas cartográficas que necesitan, pero ellos entienden mal lo de las escalas. Se apuntan el concepto, pero lo asimilan casi tan defectuosamente como nosotros mismos mantenemos un axioma básico de la cartografía de siempre que, sin embargo, hoy carece de sentido estricto en un proyecto SIG, excepto en eventuales salidas gráficas del sistema.

Los nuevos clientes desean datos y nosotros les ofrecemos mapas de los que, a lo sumo, ellos podrían extraer datos. El Mapa no les sirve, porque rebasa sus capacidades informáticas o de gasto, porque no les hace falta el relieve, o les sobran los cultivos, les asusta la detallada tramificación de las carreteras o la compleja topología de nuestras entidades cartográficas.

Quieren datos, y nosotros les ofrecemos Mapas. Y, lo que es mucho peor,

tampoco les podemos ofrecer Mapas digitales, porque no los tenemos completos ni terminados, ni les podemos fijar cuándo los tendremos.

¿Cómo van a entender que no pueden obtener datos (ni aun pagándolos) en Organismos que durante más de cien años no han tenido otra cosa que hacer que obtener y tratar datos? ¿Cómo van a admitir que no les podemos ofrecer datos porque es muy difícil hacer el Mapa, cuando ellos no quieren ese «Mapa», sino «datos»?

Y si no encuentran lo que buscan, ni nos entienden, ni les podemos decir cómo y cuándo tendremos el producto que buscan, ¿a dónde irán para satisfacer sus necesidades? La respuesta, por una vez, es evidente: irán al mercado. Otra cuestión será si hay o no hay mercado cartográfico, pero no cabe duda de que irán al mercado y éste se creará o adaptará para dar respuesta a la demanda, como de hecho se está ya produciendo, aunque, en opinión de los «clásicos», de manera lamentable.

Porque en ese incipiente mercado cartográfico se está dando la típica situación de aluvión oferente, en la que todo el mundo mínimamente relacionado con la información o con la topografía o con la informática, ve posibilidades de ocupar un cierto segmento del mercado SIG, basadas en la oportuna carencia de una oferta estructurada y estable. Me estoy refiriendo esencialmente al «mercado» de los datos geográficos, que es el que nos afecta directamente a los que hacemos cartografía, pero los argumentos son igualmente válidos para las restantes facetas o segmentos del mercado SIG, desde el de sistemas hasta el de logicial, pasando, naturalmente, por el casi inexistente segmento ingenieril de soluciones integradas, completas o adaptadas y consistentes.

En nuestro desordenado mercado SIG actual, la legitimidad de los concurrentes se fundamenta (se está fundamentando) en cualesquiera oportunidades de negocio comercial y no en situaciones de dominio técnico o de producción y oferta

coherente. Las ofertas o propuestas de proyectos SIG llegan a los sufridos y potenciales clientes bajo atractivas presentaciones documentales o a través de espectaculares demostraciones de las posibilidades del producto ofrecido, cuando no de la importante imagen de marca de potentes empresas informáticas o de sólidas ingenierías, vehículos todos ellos suficientes para alentar las expectativas del voluntarioso cliente. Raramente tales ofertas o tanteos de ofertas contemplan el serio y costoso problema de los datos geográficos, ni la necesidad de un amplio y penoso «software» de aplicaciones de cliente SIG; casi nunca se habla del necesario trabajo de consultoría e implementación del sistema, ni del de formación, apoyo y mantenimiento del mismo y, desde luego, nunca se prevé el arduo problema de la actualización permanente de los datos geográficos.

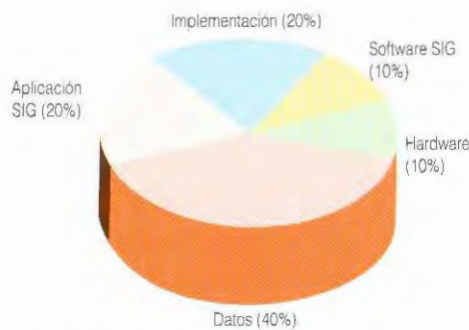
Estoy seguro de que habrá muy dignas excepciones (aunque yo todavía no las haya conocido personalmente), pero, en general, se montan ofertas de sistemas SIG's a través de potentes plataformas y avanzados periféricos de entrada, almacenamiento y salida o, en la mayoría de los casos, de sofisticados «paquetes» lógicos y programas GIS (no cambio las siglas de orden por mera casualidad), capaces de demostrar gran solvencia geográfica y amplia capacidad de manipulación de datos cartográficos y atributos.

Así, de esta forma, el mercado SIG se está configurando en España mediante el esfuerzo comercial de proveedores de «hardware» y de «software» específico, segmentos éstos de producto que apenas alcanzan un 10% del valor monetario de un proyecto SIG completo, según los estudios más fiables y actuales.

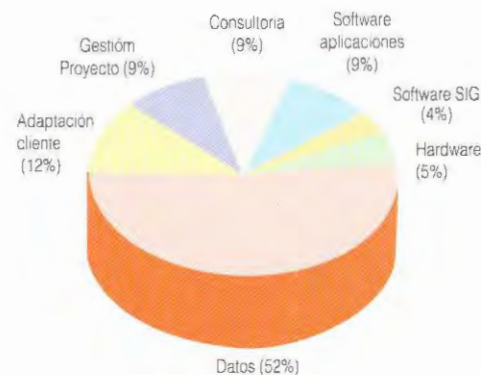
## Estructura del mercado SIG

A pesar de que no orientaba estos comentarios hacia un estudio objetivo, sino a la simple exposición de opiniones personales sobre la información geo-

Gráfico 1  
Componentes de un Proyecto SIG.  
Participación en el coste total



Fuente: «Mapping Awareness», 1992.



Fuente: «Digital Equipment», 1991.

gráfica española actual, considero obligado referirme a informaciones ajenas, bien documentadas y bastante recientes, cuales son las efectuadas por «Mapping Awareness», por «Digital Equipment» y por «F&S», recopiladas para el IGN por «Planeamiento y Estudio de Marketing, S.L.» (véase gráfico 1), sobre la participación en el coste de un proyecto SIG de sus diversos elementos constitutivos, de los que muchos suelen olvidarse, todavía, cuando un proyecto de este tipo se afronta en nuestras empresas u organismos públicos, lo que

lleva indefectiblemente a costes del orden de cuatro a ocho veces de los previstos inicialmente en ofertas centradas en programas específicos de SIG o en el equipo informático.

Tales estimaciones se deducen de análisis efectuados en los principales países europeos en los que los sistemas de información han adquirido, sin duda, una expansión muy superior a la española actual. Cuentan, además con datos empíricos predominantes de países como Alemania, Suiza y Austria, cuyo gasto global en SIG ascendió a unos 422 millones de dólares en 1992, o Gran Bretaña (274 millones de dólares ese mismo año), o Francia (164 millones), en los que el crucial componente de un SIG (los datos) resulta generalmente más accesible que en España, en que el mercado que nos ocupa difícilmente alcanza los 50 millones de dólares en 1992 y en el que, como comentaba antes, no nos podemos sentir satisfechos con la producción y distribución de datos cartográficos digitales útiles para proyectos SIG.

Introducido, aunque muy levemente, el aspecto económico del mercado SIG en Europa, puede ser interesante recopilar algunos datos y estimaciones comparativas, a fin de orientar cuáles son las expectativas españolas en este terreno, sobre todo por cuanto pueden ayudar a la adopción de posiciones por parte de Empresas y Organismos del sector. Veamos, para ello, el cuadro 1 en el que se expresan las estimaciones y previsiones más significativas al respecto. Según ellas, el mercado SIG en España apenas representaba el 3,81% del europeo occidental en 1992, si bien un crecimiento sostenido, del orden del 32% anual, lleva a previsiones de importante desarrollo, hasta volúmenes globales del orden de los 138 millones de dólares en 1996, año hasta el cual se mantendrá el mayor ritmo de crecimiento de toda Europa, un 7% superior a la media europea, aunque insuficiente para incrementar la cuota española en este mercado continental de manera relevante.

Cuadro 1  
Mercado SIG por áreas geográficas europeas.  
Volumen económico expresado en dólares USA de 1991 (1\$ = 100 ptas.)

	1991 \$m	1992 \$m	1993 \$m	Crecimiento p.a. (91-93)	1994 \$m	1995 \$m	1996 \$m	Crecimiento p.a. (93-96)
Benelux	90	96	118	15%	146	174	192	18%
Francia	140	164	212	23%	280	356	426	26%
Alemania, Suiza, Austria	366	422	520	19%	634	760	860	18%
Italia	118	130	160	17%	198	226	252	16%
Escandinavia	142	164	194	17%	228	258	282	13%
Gran Bretaña, Irlanda	240	274	368	24%	460	544	616	19%
Portugal, Grecia	8	12	16	33%	18	20	24	22%
España	38	50	66	32%	88	114	138	26%
<b>Total Europa</b>	<b>1.142</b>	<b>1.312</b>	<b>1.656</b>	<b>20%</b>	<b>2.050</b>	<b>2.452</b>	<b>3.790</b>	<b>19%</b>

Fuente: F&S, 1992, con adaptaciones propias.

14

Al tiempo, en el citado gráfico 1, podemos contemplar cómo se forma el coste de un proyecto SIG tipo, según dos prestigiosos analistas especializados, que sustancialmente coinciden en sus apreciaciones, a pesar de su diferente clasificación de conceptos. Así, en una consideración media global, podemos constatar que entre el 40 y el 50% del coste de un SIG se dedica íntegramente a conseguir los datos que deben sustentar el sistema. Otras facetas fundamentales del proyecto absorben otro 40% del coste, bajo epígrafes de Aplicaciones, Implementación, Gestión del Proyecto que, de algún modo, podríamos agrupar bajo un concepto global de «Ingeniería del Proyecto» en el que, sin duda, vuelve a haber numerosas tareas de preparación, adaptación y manipulación de datos, tanto gráficos como alfanuméricos. Finalmente, sólo de un 10 a un 20% del coste total puede ser imputado a los necesarios factores de «hardware» y de «software» específico del SIG.

En cuanto al mercado SIG, globalmente considerado para Europa occidental, puede ser interesante analizar la composición de la demanda por secto-

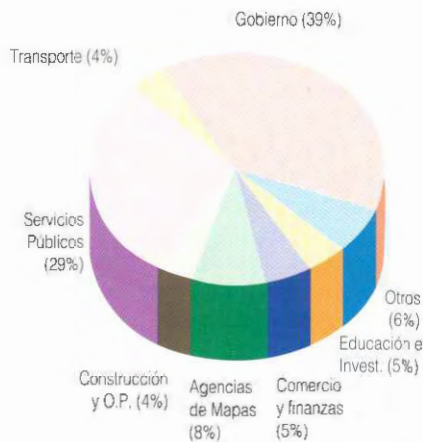
res funcionales, en la que hasta un 40% se acumula a cargo de Organismos de las Administraciones Públicas agrupadas bajo el epígrafe de «Gobierno» y casi un 30% adicional corresponde a órganos o empresas de servicios públicos de agua, gas, electricidad, telecomunicaciones, etc. El restante 30% del mercado se reparte de manera muy equitativa entre sectores del Transporte, la Construcción y las Obras Públicas, el Comercio y las Finanzas, la Educación y la Investigación y otros, incluyendo una fracción de alrededor del 8% para Organismos cartográficos especializados o «Agencias de Mapas». Estas proporciones del mercado SIG, expuestas en el gráfico 2 y que corresponden a las estimaciones calculadas para 1994, apenas han experimentado variaciones importantes desde 1991, período en el que se inicia el despegue y a partir del cual se mantiene un crecimiento sostenido en todos los sectores que, no obstante, presenta índices variables de intensidad en ese crecimiento sectorial. De esta forma, mientras que los grupos de usuarios clasificados en «Gobierno», «Servicios Públicos», «Transporte», «Construcción», «Comercio» y «Educación» mantienen

incrementos medios constantes desde 1991, en el entorno del 20% anual acumulado, sorprende en cierto modo el que el sector de «Agencias de Mapas» se conserve sin apenas crecimiento en su demanda de productos SIG en sus expectativas actuales (disminuye, incluso, en las previsiones para 1996), mientras que creció hasta 1992 con índices de alrededor del 7% anual.

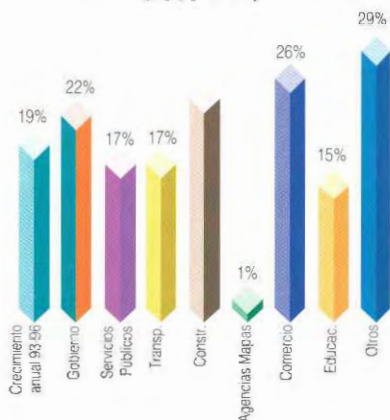
Podría ser interesante profundizar en la planificación de productos SIG para los Organismos productores de cartografía básica o temática y para las Empresas del sector topográfico y fotogramétrico, porque, a la vista de estos datos y estimaciones, podría entenderse que el sector tradicional de la Cartografía, tanto público como privado, presenta un interés muy limitado por los Sistemas de Información Geográfica o, al menos, por su desarrollo interno a medio plazo.

En esta línea de apreciación, justo es reconocer que las «Agencias de Mapas» (tanto públicas como privadas, reitero) iniciaron con cierta fuerza su consumo de productos que hoy denominamos SIG, durante los años 1988 a 1991, en los que adquirieron los mismos en un volumen muy superior al del resto de

**Gráfico 2**  
La demanda en el Mercado SIG Europeo  
Cuotas de contratación por sectores estimadas para 1994



Mercado SIG en Europa para 1994:  
2.050 mill.\$



Fuente: F&S.

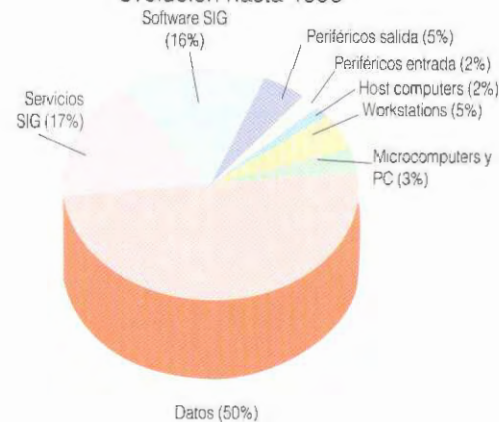
los sectores minoritarios, del orden de tres veces superior, muy probablemente para dedicarlos a su propia producción cartográfica o, como decía más arriba, bajo la concepción de la «cartografía asistida por ordenador», es decir, orientada a la progresiva introducción de técnicas parciales para mejorar su producción tradicional, pero nunca (o casi

nunca) dirigida estrictamente hacia los nuevos productos SIG o hacia la obtención de datos para proyectos SIG, tal y como yo comentaba al principio de este artículo. Pero (y esto es más grave) una vez adquiridos equipos y sistemas de producción «asistida», todo parece indicar que el crecimiento de este segmento funcional avanzado se ha estabilizado y, más aún, presenta una clara tendencia a la baja, es decir, a la carencia de expectativas en auténticos Proyectos SIG y, correlativamente, a su mínima intención de participar activamente en el mercado SIG europeo, me temo que incluso en la función de provisión de datos cartográficos adecuados (recalco, «adecuados») al mercado SIG, de la que, desde luego, no podrían o no deberían dimitir.

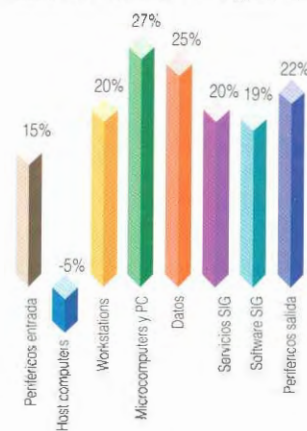
Y creo que debo insistir en que no me estoy refiriendo solamente a los Organismos públicos de cartografía, sino también a las empresas de Cartografía, Topografía, Fotogrametría o como quiera denominárselas, que parecen haberse contentado con responder a la demanda tradicional de sus productos o servicios con retoques productivos (a veces más terminológicos que productivos), pero que no sugieren una voluntad clara de participación en el Mercado SIG, ni en el actual ni en el futuro. Si en 1991 el sector cartográfico contrataba en Europa un 15% del volumen total del mercado de componentes y productos SIG, en 1993 no llegará a cuotas del 9% y en 1996 piensa participar, tan sólo, en un 4,5% del mismo.

Las anteriores valoraciones parecen verse apoyadas, al menos parcialmente, en el análisis del mercado de productos SIG al que antes he aludido y que pretendo resumir en el gráfico 3 adjunto. Nuevamente vemos cómo los datos acaparan la mitad del mercado SIG en Europa, pero, además, puede apreciarse que los «Servicios técnicos» (del orden de un 17% en el volumen total) mantienen un crecimiento continuo, año a año, del 20%, al igual que el «Software SIG», los «Periféricos de salida» y las Es-

**Gráfico 3**  
Mercado SIG en Europa según productos  
Previsión para 1994 y tendencias de evolución hasta 1996



Crecimiento anual previsto hasta 1996: +19%  
Hasta un volumen >< 2.800 millones \$



Fuente: F&S con adaptaciones propias.

taciones de Trabajo. Crece bastante más la cuota de mercado de los Microordenadores y desciende claramente la participación de «Host» como sustentadores de proyectos SIG, más que probablemente porque nunca tuvieron nada importante que hacer los grandes ordenadores centrales en auténticos Proyectos SIG y sí, tan sólo, en los enormes al-



macenamientos de datos cartográficos precisos para los grandes organismos productores de cartografía oficial digitalizada, objetivo evidente en la concepción ya expresada.

## Hacia un futuro coherente

Pero, con independencia de los datos y estimaciones mercantiles, me interesa mucho más volver a consideraciones globales sobre la actualidad y el futuro de la información geográfica. Si, como hemos visto, el sector cartográfico clásico (no me canso reiterar que tanto Organismos oficiales como empresas privadas) parece dimitir de una acción intensa en busca del que, a mi modo de ver, debería seguir siendo papel preponderante en el campo de la información geográfica, la situación, ya larvada, va a diferir poco de la siguiente:

- La oferta de sistemas de información geográfica se ejercerá, esencialmente, desde el sector del logicial SIG, que poco a poco irá incorporando a sus servicios comerciales, crecientes departamentos de consultoría e ingeniería geográfica y de la información.

- Los proveedores de soportes informáticos y de periféricos irán quedando, cada vez más, como beneficiarios mercantiles de un mercado que precisa herramientas (las suyas), pero carecerán de producto SIG competitivo, con alguna excepción puntual de desarrollo eficiente y con progresiva especialización de equipos adecuados para sistemas muy abiertos.

- La demanda de SIG's crecerá muy intensamente a medio plazo, extendiéndose muy rápidamente en la Administración Pública sectorial, en las empresas de servicios públicos y en el sector de la consultoría técnica, llamado a actuar muy eficazmente como intermediario del mercado y como elemento impulsor y racionalizador del mismo.

- En este contexto mercantil, los Organismos productores de cartografía básica y temática intentarán ocupar el ne-

cesario hueco de la provisión de datos, pero difícilmente tendrán éxito en sus loables intentos por conseguirlo. Sería necesaria una auténtica revolución organizativa en la Administración Pública (al menos en la española) para que su estatuto jurídico y administrativo y, sobre todo, la mentalidad o cultura funcional permitieran avanzar sólidamente en este camino que hoy es más utópico que realista.

- Si las agencias oficiales de cartografía fracasan en su tendencia deseable o, simplemente, limitan obligadamente su producción a determinados tipos de datos, el sector empresarial topo-cartográfico vivirá etapas florecientes en el campo de la captura y elaboración de datos para proyectos SIG, aunque necesite experimentar una transformación importante en su política empresarial y en sus métodos de trabajo, en un proceso, sin duda, difícil y traumático.

El esquema anterior, por otra parte bastante simple y evidente, va a ser imperante en los próximos años de la información geográfica. La cuestión que me preocupa es la de si este esquema va a ser suficiente para un desarrollo sólido y eficaz de la propia información geográfica y para lograr el adecuado nivel de auténtica utilidad y eficacia de la misma en el mundo de la economía, la técnica, la gestión y los negocios.

El mercado SIG (como tantos otros y más que muchos) rebasa ya las fronteras de los Estados y, concretamente en España, la oferta básica de sistemas y equipos va a seguir viniendo del exterior, con muy escasas posibilidades de desarrollos internos eficaces y competitivos en estas materias que, recordémoslo, absorben el 10% de este mercado. Dando esto por hecho, resta un importante volumen de negocio potencial que, resultando absolutamente necesario y cuantitativamente muy favorable, va a ser aprovechado por ágiles y avisados agentes de la ingeniería, la informática, la consultoría, los intermediarios comerciales y, posiblemente, algunas empresas de tecnología geográfica (fuerzo

este último término intentando diferenciar su contenido del tradicional y propio de las empresas de topografía y cartografía), sectores que ya incrementan sus actividades o planes en el terreno de los SIG y que proceden o procederán en buena parte del exterior, esencialmente de la CE, aunque previsiblemente no dejarán de permitir un importante campo de actuación para la iniciativa española.

El problema es el cómo va a articularse la iniciativa española en este terreno y con estas posibilidades del mercado y hasta dónde va a resultar eficiente esta iniciativa, en relación con su competencia exterior cierta. No es que yo crea que en el resto de la Comunidad Europea el mercado SIG esté ya resuelto y consolidado (puesto que, evidentemente, no lo está), pero sí es indudable que varios países europeos nos llevan la gran ventaja de haber iniciado su proceso de modernización del mercado geográfico antes que nosotros, aunque también haya sido a remolque de la demanda, si bien de una demanda mucho más fuerte y dinámica que en España. Hay que tener en cuenta que el mercado SIG español apenas tenía la dimensión equivalente a la cuarta parte del francés y la tercera parte del italiano en 1991. Pero nuestras expectativas de crecimiento a medio plazo deben obligarnos a analizar nuestras posibilidades en el mercado español y, mediante el «tirón» que éste va a proporcionarnos, iniciar una vía de digna competencia en el resto de Europa y, desde luego, en el ya iniciado despegue de la información geográfica en Iberoamérica, Europa oriental y África.

Para competir en el mercado SIG europeo, la actual coyuntura exige cubrir dos terrenos fundamentales: la existencia de datos y el desarrollo de productos de ingeniería geográfica. En el primero de los campos España adolece de carencias importantes en datos de alta resolución, que solamente pueden ser superadas a nivel nacional con una revitalización efectiva del Catastro, mientras que las resoluciones de tipo medio

y bajo de cobertura nacional parece que no van a tener otras alternativas más que la proporcionada por el Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 digital (completo en 1994 en su cobertura de datos para toda España), en su Base de Datos BCN-25 esperable a tres años vista y en la ya completa BCN-200, con sus derivaciones a resoluciones propias de la escala 1:1 millón, junto con los Modelos Digitales del Terreno en mallas de 200 metros y de 25 metros, el primero disponible desde 1991 y el segundo esperable para 1994. Todos estos productos del Instituto Geográfico Nacional, más algunos otros (parciales) del Servicio Geográfico del Ejército, del Instituto Cartográfico de Cataluña y de algunas otras Comunidades Autónomas, Diputaciones y Ayuntamientos (pocos todavía), configuran una situación en el terreno de los datos a cargar en un SIG sin tener la gravosa necesidad de capturarlos «ex novo» que no es muy ventajosa en sí misma, pero sí razonablemente suficiente para sostener nuestro desarrollo en este campo, siempre que los proyectos en curso del IGN no se detengan y siempre que el Catastro encuentre vías de solución técnica y productiva verdaderamente eficientes y rápidas.

## La necesaria ingeniería geográfica

La verdadera «cenicienta» de nuestro mercado SIG es, a mi modo de ver, la ingeniería geográfica y de sistemas de información, cuyo ejercicio y práctica son todavía prácticamente nulos en España (pido disculpas a las excepciones que sin duda existirán, aunque yo no las conozca), siendo, como son, piezas fundamentales del problema. Carecemos aún de ingenieros en Cartografía y Geodesia, mientras que la Ingeniería de las restantes ramas apenas presenta media docena de sus miembros con planteamientos de mero acercamiento a la cuestión geográfica. Se unen a ellos otros pocos licenciados de ramas de Ciencias y un amplio colectivo de Ingenieros Técnicos

en Topografía, esencialmente. En conjunto, lo que vengo denominando como segmento de Ingeniería de la información geográfica moderna está mínimamente dotado de profesionales en España y, en cuanto a empresas, la situación me parece incluso más insuficiente.

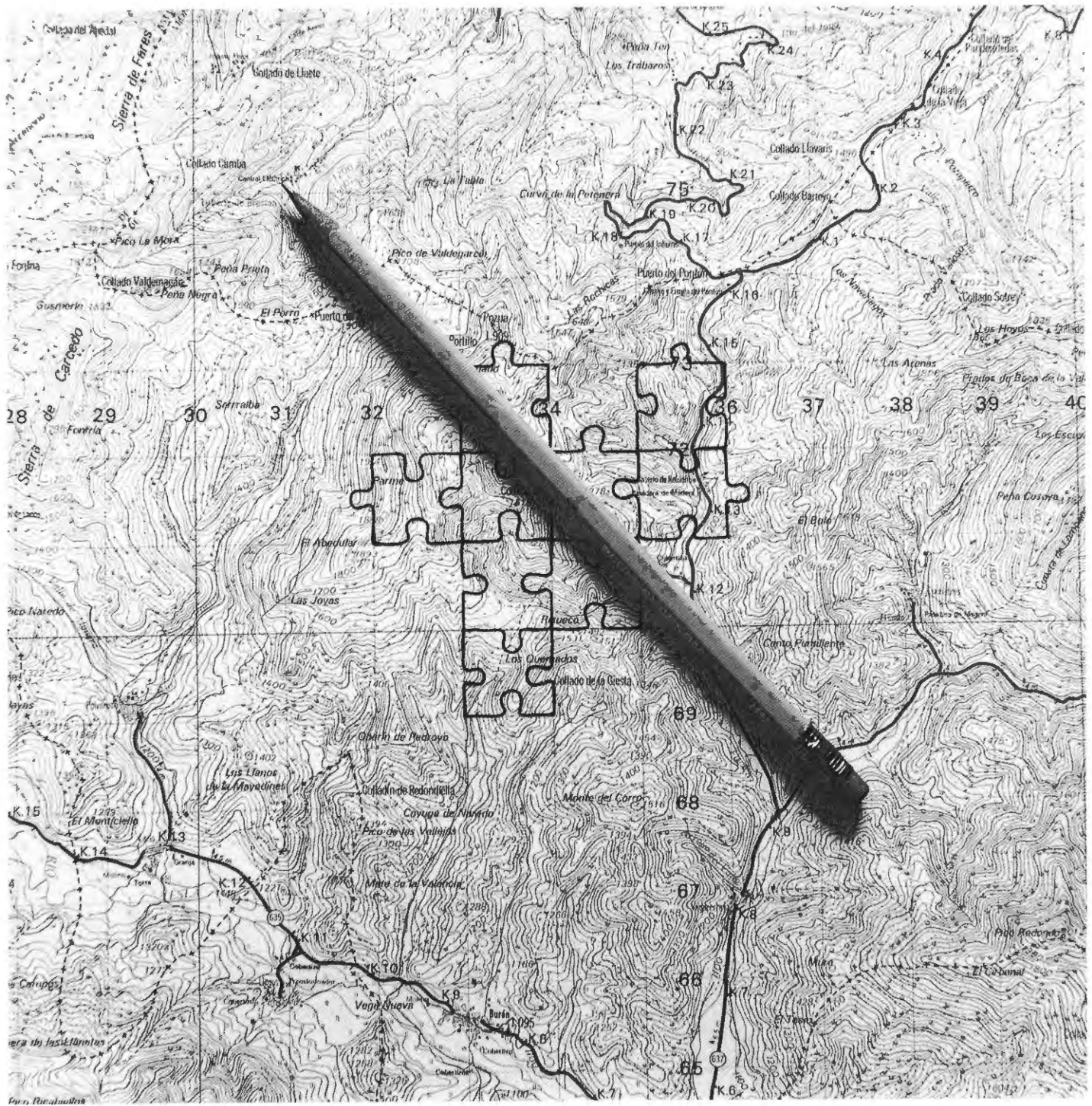
La ingeniería de información geográfica actual y futura no es Geodesia, ni Topografía, ni Cartografía, ni Informática, ni Física, ni Matemáticas, ni Geografía, ni programación, ni «sentido común», aunque deba ser todo ello (sobre todo lo último, como en cualquier otra rama de la Ingeniería) conjugado y armonizado en un aglomerado de conocimientos y experiencias orientados al objetivo único de la Ingeniería: el estudio profundo de soluciones alternativas a un problema, el desarrollo de la solución óptima en un proyecto, la realización técnica del mismo en condiciones de calidad, utilidad y economía y la explotación del proyecto, su mantenimiento y su permanente adecuación a los requerimientos que sobrevienen al mismo.

En un proyecto de Ingeniería los materiales a utilizar para nuestra obra, la maquinaria y las instalaciones de producción, las herramientas de diseño y de cálculo estructural, la redacción del pliego de condiciones, la medición o la formación de los precios descompuestos, por ejemplo, no son sino mínimos componentes auxiliares de la labor ingenieril, cuyo sentido y valor no están en el dominio de los mismos, sino en la capacidad experimentada para identificar y reconocer los objetivos del cliente, en la concepción integral de la obra como solución para esos objetivos, en la virtud del diseño alternativo para optar en un proceso racional de optimización, en el análisis exhaustivo de todos los elementos técnicos y organizativos de la solución elegida y de sus interrelaciones complejas en el conjunto funcional, en su ensamblaje y funcionamiento conjunto bajo todas las hipótesis de solicitud o demanda, en la modelización parcial y global de comportamiento o en la comprobación elemental y ge-

neral del proyecto y en la evaluación técnica del mismo, en la capacidad autocrítica y de mejora de nuestra propia obra, así como (también) en el dominio de la información sobre recursos, materiales, medios y herramientas, sobre su fiabilidad, disponibilidad, economía y rendimiento, en su elección selectiva y en su estudio de empleo alternativo y complementario, en su coordinación global y definitiva para que, finalmente, el proyecto sea realizable sin sorpresas ni fallos, para que mantenga su coste en el previsto, para que no existan imprevisiones ni queden «colas» por resolver, que funcione a gusto del cliente y que éste no pueda verse frustrado, engañado o resignado tras la entrega.

Más de un lector de estas líneas dirá, sin duda, «todo eso ya lo sabemos y decirlo aquí es pueril, repetitivo e innecesario». Seguro que es así y seguro que tal juicio es cierto. Pero la cuestión que me preocupa es si, en la realidad, los proyectos SIG los hacemos así, aquí y ahora. Más aún, si estamos en disposición de hacerlos así, como cualquier otro buen proyecto de Ingeniería que se precie.

Yo creo que no. Humilde, pero firme, mi convicción es que los proyectos SIG no se realizan con una concepción ingenieril e, incluso, que no se reconocen como objeto de la misión ingenieril ni por el cliente, ni por el actuante en el mercado, ni por los propios profesionales y técnicos que trabajan en el mundo de la información geográfica. El producto SIG es hoy día un componente devaluado comparativamente en su proceso natural de integración en el mundo de la gestión, de la técnica, de la economía y del desarrollo, aunque algunos vayan considerando su posible y relevante papel en el mismo. Todavía, el cliente de un SIG desearía comprarlo en una tienda y con documento de garantía por dos años; el comercial lo intenta «colocar» como panacea de inquietudes geográficas y a través de la estética de atractivas demostraciones; los técnicos de producción tienen de antemano la obligación de utilizar las máquinas de su



empresa o los «paquetes» lógicos que su firma representa y comercializa, por lo que su misión consiste en «encajar» la demanda del cliente en el producto, justo a la inversa de la función de ingeniería. Por lo demás, los materiales (datos) son precarios en su disponibilidad, poco conocidos y evaluados; las técnicas de aplicación, limitadas y emergentes; el conocimiento y la experiencia específica (ciencias geográficas), casi inexistentes y menospreciadas y la fiabilidad del producto, una utopía formal.

Un SIG, como un edificio, un puente, una presa o un plan de reforestación, es un proyecto (no un producto) que no se compra en una tienda, sino que se encarga a un ingeniero o a una ingeniería; que se prepara tras la identificación de las necesidades del cliente y se presenta ante él como anteproyecto de soluciones alternativas, abiertas y de aproximación a la comprensión mutua de su funcionalidad y requisitos; un SIG es (debe ser) después objeto de un proyecto ingenieril, abierto y dialéctico, en el que sólo priman los objetivos y las limitaciones del cliente, en el que nos vienen impuestas sólo esas limitaciones y las condiciones de ubicación, extensión, relación, coste y plazo que establece el cliente y que el ingeniero debe aceptar y adoptar, estudiando sus posibilidades, las soluciones alternativas, su optimización, el análisis global y pormenorizado, etc.

Un SIG solamente puede ser afrontado con expectativas de éxito con un enfoque abierto, radicalmente técnico e independiente de compromisos comerciales previos con proveedores de equipos o programas específicos, salvo los establecidos por el cliente y, aún en este supuesto, realizando una labor inicial de asesoramiento y aclaración del proyecto al cliente sobre las condiciones, usos y limitaciones del propio proyecto y sus alternativas.

Los últimos párrafos han sido una rápida y superficial argumentación de lo que yo quisiera reivindicar como necesaria aproximación de ingeniería al mundo SIG. Los concluiré afirmando

(con cierta ligereza, pero con rotundidad) que no existirán proyectos SIG con éxito mientras que no se ejecuten bajo las premisas de proyectos ingenieriles abiertos, en los que se diseñe, analice, calcule y desarrolle todo el complejo de componentes y relaciones que van a constituirlos para convertirse en producto útil, eficaz y rentable.

## Una nota sobre la calidad de los datos

Me quedaron muchos temas concretos en el tintero, pero la extensión de estas páginas comienza ya a rebasar el ofrecimiento del editor, por lo que debo abreviar drásticamente.

Se me quedó sin desarrollo uno de los temas para los que personalmente soy más sensible en el ámbito de la moderna información geográfica. Me refiero a los datos geográficos que han de ser soporte de todo SIG y a sus relaciones con la cartografía tradicional, esto es, a un segmento crítico del mercado SIG que por sí mismo ha de recabar, al menos, la mitad del coste de cualquier proyecto de este tipo y que, además, es el menos valorado o reconocido en la actual situación comercial SIG y me temo que suceda algo parecido en el tratamiento técnico SIG al uso.

Con demasiada frecuencia (diría que siempre) se dan casos del siguiente tipo: una empresa u organización siente la conveniencia de instalar un SIG; no sabe demasiado bien qué es lo que desea de tal SIG ni cuáles van a ser o deben ser sus aplicaciones concretas; pero quiere un SIG, entiende su necesidad y lo emprende. Casi siempre, la necesidad se ha generado en una oferta o sugerencia de un oferente de sistemas o de «software» específico SIG, a veces en el conocimiento de experiencias semejantes en el contexto funcional o en la competencia. Si el cliente gestiona una materia relacionada con el territorio, suele tener cartografía convencional o se propone adquirirla; en instancias técnicas de la organización alguien asumió que un primer paso era la digitalización de esa car-

tografía y, si no fue así, al menos se previó que será necesario disponer de una cartografía a determinada escala y con contenidos concretos, aunque el encargo o la búsqueda de la misma se demore en el tiempo. En cualquier caso, o se dispone de cartografía de origen convencional, o se encarga (digital o analógica digitalizada), o se previene qué tipo de cartografía se necesita. Igualmente (pero este no es el tema que quería tratar) se dispone de un cierto ordenador, generalmente no previsto para un SIG, o se desea una coherencia o compatibilidad con equipos o sistemas de uso general en la organización, por lo que se requiere que el SIG «ruede» en plataformas preestablecidas.

Volviendo a los datos, muy frecuentemente se da una curiosa mezcla de conceptos y conocimientos cartográficos tradicionales y de objetivos geográficos avanzados en la que la aparente lógica de la traslación de aquéllos a éstos parece evidente, pero que, a la postre, es tan falsa y perniciosa como para hacer inviable un proyecto SIG o, al menos, para encarecer y dificultar enormemente su funcionamiento efectivo. Intentaré concretar el asunto en el concepto de escala cartográfica (el que más se ha utilizado durante los últimos ocho años de responsabilidad y crítica geográfica), aunque éste no es el único que me preocupa.

Cualquier técnico sabe que la escala de un mapa o plano no es más que un recurso geométrico para resolver la presentación y consulta de ese mapa o plano. Para fijar la escala nos hace falta saber los objetivos que buscamos y éstos, en general, se refieren a la resolución que necesitamos, esto es, a la precisión con que el modelo debe permitirnos medir o contemplar la realidad representada. Como la capacidad de observación del ojo humano se sitúa en el entorno cercano a los 0,2 milímetros, fijaremos una escala de 1:1.000 (por ejemplo) siempre que queramos conocer y diferenciar los elementos de la realidad que tengan en ella una dimensión

o una distancia entre elementos igual o superior a los 20 centímetros. Como la fiabilidad de la medida sobre un plano no aconseja «apurar» el doble decímetro más allá de la unidad milímetro, fijaremos una escala de 1:500 cuando necesitemos medir distancias de medio metro o superiores. Claro que pueden existir, y de hecho existen, otros posibles objetivos en nuestra representación de la realidad, como puede ser el tamaño de la hoja de papel a utilizar en relación con la extensión del territorio a representar o la simple ambición de un mejor «detalle» en nuestro trabajo.

Lo que está claro es que aquel mapa o plano a escala 1:1.000 sólo será tal si, por fotogrametría o en el campo, medimos todos los elementos de dimensión o distancia igual o superior a los 20 centímetros y, por descontado, si el proceso cartográfico no introduce errores o deformaciones superiores a esa cifra por causas tales como las bases referenciales geodésicas o topográficas, el apoyo, la formación y delineación o la deformación del papel. Cuando ese mapa se digitaliza pueden ser introducidos nuevos errores en la geometría de los datos o en su codificación de elementos y, al final, la fiabilidad métrica de nuestros datos habrá quedado en un valor sólo aproximado al planteado inicialmente. Seguiremos hablando de una escala 1:1.000, pero tal expresión nominal solamente será indicativa de la resolución buscada en la obtención del producto inicial, no en la resolución gráfica de los datos de nuestro SIG, sobre todo si hemos de tomar decisiones métricas sobre los mismos.

Pero no era ésa la cuestión que deseaba comentar, sino, más bien, la de la auténtica necesidad de una u otra escala de los datos de un SIG. Al moderno mundo de la información geográfica hemos llegado, como es lógico, a través de la Topografía y de la Cartografía, es decir, a través de los conocimientos y técnicas precisos para la medición del terreno y para su representación gráfica adecuada, en los que el concepto de es-

cala constituye un elemento básico para la configuración de todo proyecto, ya que presupone los niveles de precisión de la medida y de resolución cartográfica que nuestro proyecto ha de satisfacer. En el ámbito del usuario, sin embargo, el concepto de escala es percibido como expresión del «detalle» proporcionado por un determinado mapa.

En mi opinión, el «mayor detalle» de un mapa no proporciona para el usuario ventajas estrictas de mayor resolución, sino mayores posibilidades de visualización de elementos del terreno que, en un mapa de mayor escala, adquieren «tamaño suficiente» para poder ser representados. En un proyecto SIG, el usuario obtiene fácilmente «precisiones» de milímetros en cualquier distancia o coordenada, aunque la resolución de los datos cartográficos sólo sea de varios metros. El usuario sabe (o puede saber) que se encuentra en un modelo ficticio respecto de la medida y su precisión, pero en general no le importa, puesto que sus requerimientos de medición o de situación en el gráfico no suelen alcanzar grandes niveles de precisión absoluta, sino más bien referencias o situaciones relativas respecto de determinados elementos gráficos fundamentales.

Visto este asunto desde la perspectiva del cartógrafo productor de datos o desde la del técnico intermediario en un SIG, los requerimientos del usuario o cliente se suelen identificar con los conceptos de escala y resolución cartográfica. Si el cliente ha de trabajar con una red urbana de distribución eléctrica, por ejemplo, necesitará contemplar en su SIG las calles y aceras por las que discurre su red, precisará ubicar sus instalaciones en ellas e identificar los edificios a los que aprovisiona. Los conductos y sus arquetas, registros y acometidas tienen dimensiones en el rango de los decímetros, por lo que si requieren su representación cartográfica convencional, deberá entrarse en escalas del orden de 1:500 o, a lo sumo, de 1:1.000.

Todo esto, que está muy bien en términos teóricos, adquiere naturaleza de

«dogma cartográfico» que personalmente nunca he llegado a admitir, pero que ahora, en el mundo del SIG, rechazo total y absolutamente. Antes en la cartografía convencional, me dolía contemplar cómo proyectos fundamentales para el desarrollo (el Catastro, por no ir más lejos) fracasaban sistemáticamente por el «papanatismo topo-cartográfico» de las grandes escalas. Ahora, con la cartografía convencional, deberá entrarse en escalas del orden de 1:500 o, a lo sumo, de 1:1.000.

Ahora con la cartografía digital, el dogma de la escala no sólo me preocupa, sino que lo identifico con el principal enemigo del SIG.

Las anteriores afirmaciones exigen, sin duda, aclaraciones y explicaciones justificativas, aunque el espacio del que dispongo ya no permita demasiadas consideraciones. El concepto convencional de escala es un gran enemigo de un proyecto SIG porque:

- Encarece el coste del proyecto innecesariamente. Un kilómetro cuadrado de levantamiento cartográfico a escala 1:1.000 por fotogrametría cuesta más de 500.000 pesetas (coste de producción, no necesariamente de adquisición) y consigue precisiones gráficas del orden del decímetro.

- Equivoca al cliente, puesto que presupone una resolución gráfica que sólo es cierta si el mapa se hace realmente bien, lo cual es muchísimo menos frecuente de lo que se puede suponer. Además, un mapa a escala 1:1.000 posee una resolución del decímetro si se hizo una buena restitución y una buena cartografía; pero si ese mapa es digitalizado o escaneado, difícilmente tendrá una resolución mejor que el metro, si bien los costes de obtención se habrán rebajado a algo menos de las 200.000 pesetas por kilómetro cuadrado en el caso de digitalización o a menos de 100.000 pesetas, en el caso de escaneado. Ya no será un mapa a escala 1:1.000, sino algo parecido a un mapa a escala 1:10.000.

- Entorpece la realización y puesta en funcionamiento del proyecto, ya que

el mapa de aquella presunta escala 1:1.000 mantiene sus «pretensiones» cartográficas y continúa contemplando multitud de objetos visualizables a aquella escala, de los que muchos serán innecesarios, así como multitud de puntos definitorios de su geometría pretendidamente precisa (en la realidad, absolutamente inútiles para la resolución auténtica de los datos) que, a la postre, van a originar un crecimiento exponencial de la capacidad de registro y archivo de datos, inflacionando la magnitud y el coste del proyecto de manera absurda, inútil y técnicamente perniciosa.

No me voy a extender más en este asunto, ni en ninguno otro, puesto que ni hay espacio ni son temas para profundizar genéricamente, sino para particularizar y dimensionar en cada caso concreto.

## Conclusiones

Finalizaré, en consecuencia, con unas breves notas a guisa de conclusiones, que ofrezco como posibles recomendaciones a quien desee considerarlas:

- La moderna información geográfica, el SIG, es una aventura de éxito seguro en el mundo actual y futuro. Es capaz de resolver las necesidades (hasta ahora nunca satisfechas) del usuario de la información relacionada con el territorio y da sentido de utilidad social y económica a los profesionales geográficos, tantas veces frustrados.

- El mercado SIG es un «boom» en todo el mundo, crece espectacularmente en todos los países con multitud de aplicaciones y objetivos. La demanda de SIG se extiende progresivamente, mientras que la oferta se mantiene insuficientemente estructurada, con todavía muy escasos participantes verdaderamente expertos en información geográfica con planteamientos ingenieriles e integrales.

- Los componentes de todo SIG conforman un complejo proyecto de ingeniería que, con independencia del peso relativo de aquéllos, ha de ser diseñado, estudiado, dimensionado y evaluado en

un conjunto integrado y completo. Las soluciones parciales o las condicionadas a determinados tipos o marcas de algunos de los componentes, están llamadas al fracaso, al encarecimiento excesivo de los proyectos y a su ineficiencia técnica y económica.

- El mercado SIG ha venido estando marcado por la oferta de programas especializados y de equipos informáticos (herramientas), quedando otros componentes fundamentales como meros comparsas subsidiarios de los proyectos. En particular, el componente datos está siendo mal comprendido y el componente ingeniería, casi olvidado. Ambos, sin embargo, acumulan más de las tres cuartas partes del trabajo y del coste de cualquier proyecto SIG, pero suelen afrontarse como secundarios, sin suficientes conocimientos ni experiencia geográfica especializada.

- Los productores clásicos de Cartografía básica o temática han comprendido generalmente mal el concepto estricto de un SIG, salvo en su consideración de Cartografía asistida por ordenador o en su potencial utilización de diseño futuro a fines propios. Ni los Organismos ni las empresas habituales de producción cartográfica se muestran eficaces para participar activamente en el mundo SIG, pues interpretan éste más como una moderna forma de expresión de sus cometidos de siempre que como lo que en realidad es: un concepto nuevo y distinto en el uso y gestión de la información geográfica.

- La actual situación del mercado SIG ha de modificarse a corto plazo, dando entrada efectiva al nuevo sector de la ingeniería geográfica que no por casi inexistente (todavía) deja de ser fundamental para el desarrollo racional y fructífero de los proyectos SIG y para la garantía técnica y económica de la demanda.

- Finalmente y en la línea con lo anterior, muchos conceptos tradicionales de la Cartografía de siempre han de ser ampliados y modificados. Como tópico entre ellos, el concepto de escala gráfica ha perdido virtualidad en un SIG y no

debe ni puede seguir siendo enarbolado para producir mayores e inútiles esfuerzos en la captura de sus datos y en la configuración de los sistemas. En éstos, por último, el futuro eficiente sólo puede estar basado en planteamientos abiertos y compatibles, respecto de soportes y, sobre todo, en concepción de estructuras orientadas a los objetos geográficos; flexibles y abiertas a la «customización», integradoras de bases de datos geográficas continuas y capaces de impliar atributos y características como componentes propio de los objetos geográficos.

Como colofón, una simple alusión a los potenciales clientes del mercado SIG: crean en el SIG como un instrumento eficaz para su gestión empresarial, pero no lo menosprecien porque, si lo hacen, crearán un fuerte sumidero de pérdidas, gastos y frustraciones. Busquen en el mercado a ingenierías o a consultores que sepan de información geográfica y que tengan experiencia en ella, que sean capaces de evaluar sus necesidades reales y de diseñar soluciones prácticas y eficientes. Solamente de este modo cubrirán sus objetivos satisfactoriamente y, al tiempo, favorecerán el desarrollo racional de un mercado emergente que necesita de todos para ser normal y para poder contribuir eficazmente en este campo de la nueva información geográfica, mucho más importante de lo que hace muy poco tiempo parecía a casi todos.

Más que una alusión, lo anterior es, efectivamente, un ruego personal de alguien que cree en los SIG y en la moderna información geográfica y territorial, que ha visto ya demasiados fracasos y experiencias y que está convencido de que cada paso infructuoso no es sólo un intento fallido, es un fracaso de todos los que vivimos en el ambiente geográfico, es un descrédito para todos y es un retroceso para el progreso que todos anhelamos. ■

**Angel Arévalo Barroso**  
*Ingeniero de Caminos*  
*Director General del Instituto*  
*Geográfico Nacional*