

RESUMEN DE LAS SESIONES SOBRE EVALUACIÓN CRÍTICA, DEMANDA CIENTÍFICA, TÉCNICA Y SOCIAL DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA DEL ITGE Y EVOLUCIÓN FUTURA

Por C. Quesada Ochoa (*) y J. Fernández-Gianotti Branca (*)

INTRODUCCIÓN

La celebración del *Taller sobre Cartografía Temática en el Instituto Tecnológico Geominero de España: Presente y Futuro*, dentro de los actos conmemorativos del 150 Aniversario de esta Institución, ha constituido un evento singularmente oportuno por lo que respecta a la cartografía geológica, al tener lugar en un momento en el que coinciden la terminación de la ejecución del programa MAGNA de cartografía geológica nacional a escala 1:50.000 (2ª serie), y la fase inicial del desarrollo de la segunda edición del programa de cartografía geológica nacional a escala 1:200.000. El momento no podía ser mejor, por tanto, para abordar la evaluación de cómo se ha llevado a cabo el programa que finaliza, y muy especialmente qué enseñanzas debemos extraer de dicha experiencia de cara a la planificación del programa a escala 1:200.000 y a la explotación y el mantenimiento continuado del propio banco de información a escala 1:50.000, dentro del marco actual de sobresalientes avances tecnológicos en cuanto a soportes y métodos de gestión de la información, y a la atención de una demanda cada vez más específica y diversificada por parte de los usuarios.

En la presente contribución se trata de sintetizar aquellos aspectos fundamentales que fueron abordados durante las sesiones dedicadas a la cartografía geológica dentro del citado *Taller*.

(*) Dirección de Geología y Técnicas Básicas del ITGE.

Para su elaboración se han utilizado datos de las conferencias y de las ponencias introductorias de las mesas redondas, algunas de las cuales se publican íntegramente en este volumen, así como las notas tomadas durante las discusiones y los comentarios remitidos por algunos de los participantes, cuya colaboración se agradece de manera expresa en el capítulo de Agradecimientos al final del texto. El artículo se organiza en dos capítulos principales: *Evaluación Crítica y Desarrollo Futuro*, tratándose dentro de este último cuatro epígrafes fundamentales sobre los que se centraron las discusiones: *Planificación, Metodologías, Contenido y Formatos de Edición*.

EVALUACIÓN CRÍTICA

La opinión generalizada entre los participantes en las sesiones es que la cartografía geológica de un país, sobre todo a escala 1:50.000, constituye un elemento infraestructural básico para la adecuada planificación y ordenación de su territorio, la evaluación de recursos naturales, paliar desastres naturales, y, mejorar el conocimiento general de su ámbito territorial. En este sentido, las cartografías geológicas del ITGE constituyen la única, y por tanto la mejor, base cartográfica de datos geológicos que cubre la totalidad del territorio nacional, habiendo sido elaboradas con criterios uniformes al menos en cuanto a aspectos formales se refiere. Además, la *Información Complementaria* que acompaña a las hojas del programa MAGNA a escala 1:50.000 constituye la

más extensa recopilación de elementos físicos geológicos (muestras, fichas, análisis, informes) georreferenciados que existe en el país. En conjunto, representan una notable aportación en sus dos vertientes: infraestructural y de conocimiento científico, que ha contribuido y sigue contribuyendo tanto al desarrollo de proyectos aplicados como de investigación científica y desarrollo tecnológico, y hacen de España uno de los pocos países que cuenta con una cobertura de cartografía geológica detallada y sistemática casi completa de su territorio (el programa MAGNA se completará definitivamente en el año 2002).

A pesar de esta positiva apreciación unánime, no son pocos los aspectos mejorables en las cartografías del ITGE que fueron puestos de manifiesto por los ponentes y conferenciantes y durante las discusiones en las mesas redondas. Una enumeración de los más comentados en relación especialmente con el programa MAGNA a escala 1:50.000 es la que sigue:

- *Heterogeneidad de los contenidos*, a pesar de la aparente homogeneidad formal, tanto en lo que se refiere a calidad científica como a criterios cartográficos. Éste es el resultado lógico del modo en que se ha desarrollado el programa MAGNA, con contratación masiva de los trabajos a empresas contratistas heterogéneas, y del dilatado período que se ha necesitado para su realización completa (unos 30 años), durante el cual los avances teóricos y técnicos en la mayor parte de los campos de las ciencias de la tierra han sido espectaculares e incesantes. Estos hechos han llevado a que el resultado del programa no sea (en palabras textuales de uno de los ponentes) un mapa geológico de España, sino un conjunto heterogéneo de mapas y/o grupos de hojas independientes entre sí.
- *Irregularidad en la realización temporal de la cartografía*, con períodos de alta producción entre otros de baja o muy baja actividad. Este hecho tiene que ver con la disponibilidad presupuestaria en cada momento, siendo el ITGE responsable sólo parcialmente del mismo.
- *Irregularidad en la publicación de la cartografía*, aún mayor que en el caso de la producción, y en gran medida por las mismas causas. El ITGE debe esforzarse en hacer disponible con la mayor brevedad la cartografía aún inédita, bien en formato impreso bien en formato digital.
- *Heterogeneidad y desequilibrio frecuente entre descripciones e interpretaciones en la redacción de las memorias*, por las mismas causas que el aspecto anterior.
- *Heterogeneidad en las bases topográficas (AMS, Serie L del Servicio Geográfico del Ejército o MTN50 del Instituto Geográfico Nacional) y cuadrículas de referencia usadas (Lambert o U.T.M.)*. Este hecho dificulta la elaboración automática de cartografías digitales y la correlación de hojas vecinas dibujadas sobre bases topográficas distintas.
- *Falta de mapa geomorfológico a escala 1:50.000 en los mapas realizados antes de 1990*. Esta carencia se intenta subsanar mediante la ejecución de un nuevo programa sistemático de cartografía geomorfológica ya programado por la Dirección de Geología y Técnicas Básicas del ITGE. No obstante se hicieron críticas al contenido excesivamente descriptivo de los mapas actuales, sugiriéndose la incorporación de elementos tales como procesos activos, datos ambientales, clima, suelos, riesgos geológicos, etc.
- *Escaso tratamiento de las formaciones superficiales y en general del Cuaternario antes de 1990*. Ésta es una limitación importante para el uso de los mapas geológicos del ITGE en proyectos de geología aplicada o de ingeniería civil, habida cuenta que la mayor parte de la actividad humana se concentra masivamente en dicha capa más superficial del terreno.
- *Falta sistemática de información geológica del subsuelo (geofísica y sondeos)*, lo que limita grandemente el uso de los mapas en proyectos de exploración de recursos subterráneos (hídricos o minerales) o de emplazamientos profundos de residuos.
- *Cortes geológicos excesivamente superficiales y heterogéneos*. Este hecho es el resultado de la falta de datos de subsuelo antes comentada, y de la heterogeneidad de los autores de las

hojas, no siempre con la necesaria formación en aspectos estructurales.

- *Escasa difusión y utilización de la Documentación Complementaria.* Se debería incluir en la memoria de cada hoja una relación exhaustiva de los datos, muestras y documentos archivados en el Centro de Documentación y Litoteca del ITGE, en lugar de la advertencia genérica de que existe una documentación complementaria no especificada. Sin duda se incrementarían las consultas.

Además de los puntos citados, se debatió ampliamente en ambas mesas redondas sobre la conveniencia de redactar las memorias de los mapas en un lenguaje asequible a cualquier usuario potencial sin una formación geológica específica. Sobre este aspecto, ampliamente debatido internamente en el ITGE desde prácticamente el inicio del programa MAGNA sin que se haya jamás llegado a un consenso sobre el mismo, se manifestaron de nuevo las dos visiones extremas, a favor y en contra de la denominada “vulgarización” del lenguaje geológico, representadas por los usuarios del “mundo aplicado” (generalmente no geólogos), y los usuarios “científicos” (universitarios y muchos de los propios autores). Los primeros encuentran los mapas excesivamente científicos, en tanto que los segundos los suelen tachar de insuficientemente rigurosos desde ese punto de vista. Tampoco en esta ocasión se llegaron a acuerdos, pareciendo que no sea posible atender a las necesidades o intereses de cada tipo de usuario con los métodos usados hasta ahora. Esta larga discusión, lejos de ser banal, identifica con suma claridad la heterogeneidad del espectro de usuarios y marca un reto para el futuro de los mapas del ITGE, que deben intentar responder a los intereses de todos, mediante productos diversificados, y no sólo a los de algunos mediante un producto único.

DESARROLLO FUTURO

La identificación de las principales carencias y debilidades de la cartografía geológica del ITGE recogida en el capítulo anterior, junto con el reconocimiento de la pluralidad de intereses de sus usuarios, constituye uno de los resultados más

positivos del *Taller de Cartografía*, pues permite ayudar a definir la orientación de la actividad futura en este campo, que debe tratar de atender la demanda concreta de todos los tipos de usuarios potenciales al tiempo que se corrigen aquellos aspectos mal resueltos o incluso no abordados hasta la fecha. En los epígrafes que siguen se resumen los puntos más relevantes discutidos durante las sesiones, agrupados en cuatro conceptos principales. Conviene destacar la unanimidad en identificar los nuevos avances en las tecnologías de la información como uno de los objetivos principales a desarrollar de cara a la planificación, la gestión y muy especialmente la difusión y publicación de las cartografías de nueva generación. En este sentido tuvieron especial interés las conferencias de los representantes de organismos extranjeros invitados, que mostraron las numerosas posibilidades y enfoques que las nuevas tecnologías digitales permiten, y presumiblemente los nuevos avances permitirán ir cada vez más lejos en la elaboración de mapas geológicos de orientación diversa, a partir de ejemplos en sus respectivos países (Francia, Canadá y Estados Unidos).

Planificación

La propuesta institucional del Área de Cartografía Geológica del ITGE contempla el desarrollo simultáneo a medio plazo de las siguientes líneas cartográficas fundamentales:

- *Mapa Geológico de España a escala 1:200.000*
- *Actualización del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, incorporando el Mapa Geomorfológico de España a la misma escala*
- *Serie Verde* (mapas geológicos divulgativos de parques nacionales y naturales)

Las características principales de estas líneas se presentan detalladamente en otras contribuciones de este volumen, pero conviene destacar aquí algunos comentarios y sugerencias sobre su ejecución que fueron discutidas en las mesas redondas:

- *Elaboración de un Libro Blanco sobre el futuro de las cartografías geológicas del ITGE*, en el

que se considerarían: la rentabilidad económica, los tipos de cartografía, los contenidos, los formatos y las prioridades de ejecución, con datos obtenidos de evaluaciones propias y a través de encuestas entre los diversos sectores implicados en la ejecución y el uso de las mismas.

- *Planificación y priorización según identificación de necesidades de potenciales usuarios*, como trabajo infraestructural previo y/o simultáneo al desarrollo de grandes obras civiles, programas de protección de espacios naturales, inversiones en investigación de recursos hídricos y naturales, programas nacionales e internacionales de investigación científica y desarrollo tecnológico, etc.
- *Establecimiento de sistemas y procedimientos de calidad y de mecanismos del control de la calidad científico-técnica de los trabajos*. Sobre este tema fue muy interesante la presentación del caso francés que realiza el BRGM.
- *Incorporación del proceso de edición en el proyecto de ejecución de la cartografía*, con el fin de corregir los desfases (a veces enormes) que se vienen produciendo entre la finalización de la cartografía y su publicación. Esta sugerencia sería de aplicación cualquiera que fuese el formato de edición que en cada caso se eligiera.

Metodologías

Todo el desarrollo de la actividad del ITGE en cartografía geológica debe atender al reconocimiento creciente de la enorme potencialidad de los sistemas digitales de soporte y gestión de la información, y muy especialmente en este caso de los denominados *Sistemas de Información Geográfica*. Se contempla el mapa geológico del futuro no como un producto en si mismo, sino como una forma de representación gráfica y/o literaria de un territorio dado (hoja topográfica oficial, provincia, región, unidad geológica o, en definitiva, de cualquier unidad geográfica predefinida), según un formato y contenidos predeterminados, a partir de un sistema de información espacialmente continuo dentro de los límites que se acuerden; el territorio nacional español en el caso de las cartografías sistemáticas del ITGE.

Evidentemente, el trabajo de toma de datos en el campo y en los laboratorios deberá seguir realizándose según los métodos más actuales en cada una de las disciplinas geológicas, y siempre con el máximo rigor científico que sea posible, toda vez que esos datos no deben verse a partir de ahora como dirigidos únicamente a un proyecto determinado, sino a complementar y mejorar el conocimiento preexistente recogido en el S.I.G. El hecho de que la demanda concreta en un determinado proyecto no requiera excesiva profundidad científica, no debe significar una toma de datos de baja calidad. Precisamente con el objetivo de mejorar y homogeneizar en lo posible la toma de datos y las interpretaciones primarias de los mismos, varios participantes sugirieron que en los futuros proyectos de cartografía geológica las plantillas propias del ITGE deberían tener una mayor participación en la ejecución y en el control de los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, que la que ha sido habitual durante el desarrollo del programa MAGNA a escala 1:50.000.

La consideración mayoritariamente aceptada de que el futuro de la cartografía geológica está en la elaboración de S.I.G., hace necesario tener en cuenta algunos aspectos, de entre los que cabe destacar, en opinión de numerosos participantes en las sesiones, los siguientes:

- *Utilización de bases topográficas digitales*, homogéneas y continuas, con al menos la misma resolución que el mapa que se quiere producir. En este momento las mejores coberturas nacionales son las del *MTN25* y sus generalizaciones digitales *MTN50*, *MTN200*, y *MTN1000* del Instituto Geográfico Nacional.
- *Georreferenciación de todos los datos a incluir en el S.I.G.* y en las bases de datos asociadas.
- *Definición de leyendas, terminología y simbología homogéneas para las grandes unidades o regiones geológicas y de ser posible para todo el territorio*. Este requerimiento es imprescindible, pues el concepto de S.I.G. implica la utilización de atributos continuos y homogéneos dentro del ámbito geográfico considerado.

Durante las sesiones se presentaron ejemplos

pioneros de esta forma de trabajar que actualmente se llevan a cabo en Cataluña, mediante colaboración entre el Institut Cartogràfic de Catalunya y el ITGE, y en Francia, por parte del BRGM.

Contenido

Si, como todo parece sugerir, el futuro de la cartografía geológica a medio plazo está en la elaboración masiva de S.I.G., son relevantes los contenidos que se incorporen a las bases de datos asociadas al mismo, que habrá que filtrar adecuadamente en función de su calidad, tal y como el BRGM está haciendo en Francia con las bases de datos de sondeos. Algunos aspectos fundamentales acerca de los datos a incluir en los S.I.G. ya han sido aludidos anteriormente, y se refieren sobre todo al rigor y la calidad en la toma de datos en el campo o el laboratorio, a la interpretación de datos ya existentes, a la ineludible georreferenciación sobre una base topográfica continua y homogénea y a la utilización de leyendas, simbologías y terminologías homogéneas.

No obstante, y habida cuenta que el propio ITGE es el primer usuario de cartografía geológica del país, teniendo por mandato que atender a la producción y publicación de hojas geológicas a las escalas 1:50.000, 1:200.000 y 1:1.000.000, los contenidos de los mapas a publicar en el futuro inmediato fueron también objeto de debate. Las siguientes mejoras fueron sugeridas por los participantes en las sesiones:

- *Inclusión de más información sobre formaciones superficiales y rasgos morfológicos.*
- *Inclusión de información sobre zonas de inestabilidad geotécnica y sobre riesgos geológicos de diversa índole.*
- *Inclusión de más información sobre aspectos de geología económica (hidrogeología, recursos minerales).*
- *Inclusión de información sobre geología del subsuelo (sondeos, geofísica).*
- *La memoria explicativa deberá ser más descriptiva y menos especulativa.* En este sentido, el conferenciante francés, Dr. Rossi, destacó

que el BRGM estimula la publicación de artículos en algunas revistas, sobre todo *Géologie de la France* que edita la propia institución, para permitir la explotación más científica de los datos obtenidos en el curso de los proyectos de cartografía geológica, que no pueden recogerse en las memorias descriptivas de los mapas.

- *Facilitar la comprensión de las memorias mediante la inclusión de un glosario extenso al final de las mismas, con el fin de extender la utilización de los mapas entre usuarios ocasionales sin formación geológica específica.*
- *Incluir en la memoria una relación bibliográfica exhaustiva, con el fin de complementar con referencias la exclusión de apartados interpretativos y especulativos.*

Finalmente, y por lo que respecta a los mapas geomorfológicos, se insistió mucho en su utilidad y en la necesidad de seguir produciéndolos de forma sistemática a escala 1:50.000. Respecto a sus contenidos, varios participantes convinieron en demandar un mayor énfasis en los aspectos cronológicos del Cuaternario y, como en el caso de los mapas geológicos, trabajar mediante S.I.G. varias capas de información simultáneamente, tales como *rasgos fisiográficos, rasgos medioambientales, pendientes, mapas geocientíficos, riesgos geológicos, rasgos climatológicos, suelos, etc.*

Formatos de Edición

Otro aspecto ampliamente debatido fue el relativo a los formatos en que deberían publicarse los mapas geológicos en el futuro inmediato, especialmente sobre si deberían seguir realizándose de manera sistemática las tiradas en imprenta de mapas y memorias que se vienen produciendo hasta la fecha. El acuerdo fue unánime en cuanto a la necesidad de almacenar toda la información en formato digital, y poder aprovechar así las potentes herramientas informáticas de tratamiento y edición de la información ya disponibles, más las que indudablemente se generarán a velocidad de vértigo en el futuro. En este sentido se demandó un esfuerzo por parte del ITGE para que con la mayor rapidez que per-

mitan sus dotaciones presupuestarias aborde la digitalización de todos sus archivos documentales y cartográficos, y la creación de bases de datos georreferenciadas que faciliten la gestión y difusión máxima de los ingentes fondos de información geológica (documental y física) que atesora.

Por lo que respecta a cartografía geológica, el ITGE ha realizado ya un esfuerzo notable en la digitalización de hojas a escala 1:50.000 del programa MAGNA, en buena parte cofinanciado mediante convenios con los organismos competentes de algunas Comunidades Autónomas. Sin embargo, este esfuerzo es aún insuficiente de cara al desarrollo de los S.I.G. aludidos repetidamente, toda vez que el proceso actual de digitalización reproduce fielmente los contenidos de las hojas tal y como se generaron. Las hojas siguen siendo entidades independientes, que habrá que hacer continuas y homogéneas mediante la aplicación cuidadosa de los criterios cartográficos, leyendas, terminologías y librerías de símbolos homogéneos que se han citado en apartados anteriores.

También existió acuerdo sobre la necesidad de seguir editando cartografía geológica en formato papel, pero tal acuerdo desapareció en cuanto se abordó la cuestión de si deberían seguir haciéndose tiradas clásicas en imprenta, o por el contrario solamente producir salidas de *plotter*, actualmente de muy buena calidad de impresión, manteniendo pequeños stocks, renovables según demanda, en lugar de los grandes stocks actualmente existentes de la mayor parte de las hojas publicadas en imprenta, que constituyen un importante inmovilizado de difícil salida, además del problema y costo de su almacenamiento. La discusión se polarizó entre los dos extremos sin que se alcanzase consenso alguno sobre el tema.

Un aspecto aludido de pasada durante las sesiones, pero sin duda de gran trascendencia en un futuro muy próximo, es el relativo al acceso a la información cartográfica del ITGE a través de *Internet*. Lo más reseñable que se aportó sobre este tema es el interés que para la mayor parte de

los usuarios tendría el poder usar cuanto antes este medio para consultar y eventualmente obtener dicha información.

CONCLUSIONES

De todo lo comentado en los epígrafes anteriores, dos aspectos merecen ser resaltados como conclusiones principales de las sesiones sobre cartografía geológica del *Taller sobre Cartografía Temática en el Instituto Tecnológico Geominero de España: Presente y Futuro*, especialmente de cara a la orientación de las líneas de actuación en este campo en el futuro inmediato:

- 1) El reconocimiento de la utilidad de la cartografía geológica como elemento fundamental de infraestructura de conocimiento, aplicable a la planificación, gestión y control de todas las actividades humanas que requieren el uso del territorio.
- 2) El reconocimiento de la pluralidad de usuarios de los productos cartográficos, y de la necesidad de atender la demanda específica de cada uno de ellos, aprovechando las potentes tecnologías actualmente disponibles para la gestión y difusión de la información.

Sin duda, estos dos puntos y todos los demás abordados en el taller van a constituir una fuente de información valiosa para la organización de la actividad futura del ITGE.

Agradecimientos

Se agradece vivamente la colaboración prestada por J.L. Barrera, F. Bellido, X. Berástegui, F. González Lodeiro, J.L. Goy, M. Gutiérrez Elorza, J.M. López Mariñas, J. Loureiro, S. Mas, V. Monteserín, J. Palacio, J.M. Portero, C. Puig y F. Sabat, que enviaron notas y comentarios de su participación y opiniones sobre los temas debatidos, así como a los moderadores de las mesas redondas, A. Barnolas y A. García Cortés, y al resto de ponentes y participantes.