

El Plan MAGNA: evolución histórica y perspectivas futuras

L.R. Rodríguez Fernández

Dirección de Geología y Geofísica
Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
E-mail: lr.rodriguez@igme.es

RESUMEN

El MAGNA constituye el más emblemático de los planes cartográficos elaborados por el IGME a lo largo de su historia. A lo largo de los 32 años de ejecución del Plan han participado 638 geólogos e ingenieros y más de 400 especialistas de 20 empresas y 11 Universidades, alcanzando la inversión de 121 millones de Euros. En este trabajo se analizan los contenidos científicos, los aspectos formales y la demanda social de los mapas de esta serie cartográfica. Por último se describen las nuevas series cartográficas que se proponen para el futuro:

- Mapa Geológico continuo digital (Plan GEODE)
- Actualización del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000
- Mapa Geológico de España a escala 1:200.000
- Guías geológicas de los Parques Nacionales.

Palabras clave: guías geológicas, mapa geológico continuo digital, plan del Mapa Geológico Nacional de España

The MAGNA Plan: historical development and future perspective

ABSTRACT

The MAGNA is the more emblematic 1:50.000 cartographic plan produced by IGME. During 32 years that the MAGNA Plan took to be completed, about 638 geologists and engineers, and over 400 specialists belonging to more than 20 engineering firms, 11 schools of Geology or Mining Engineering, making the total investment in the Plan 121 million euros. In this paper scientific contents, formal aspects and social demand is analyzed. Finally, the new cartographic series proposed for the future are described:

- *Continuous and Digital Geological Map (GEODE Plan)*
- *Actualization Plan of the Geological Map of Spain at 1:50.000 scale*
- *Geological Map of Spain at 1:200.000 scale*
- *Geological guides to the National Parks.*

Key words: digital geological map, geological guides, National Geological Map Plan of Spain

El Plan MAGNA, antecedentes, contenidos y desarrollo histórico

El Plan MAGNA tiene un antecedente claro en la primera serie del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000, desarrollada por el Instituto Geológico y Minero de España a partir de 1927. A pesar de que ya en 1866 se había programado la realización de una serie de mapas geológicos a escala 1:50.000 con carácter sistemático, no es hasta el año 1928 cuando se publica la Hoja de Alcalá de Henares junto con otras cuatro más, que se puede considerar que comienza esta primera serie cartográfica. Esta serie pervivió a todos los avatares políticos de la primera mitad del siglo XX y a finales de la década de los 60 había llegado a elaborar un 40% de las 1.180 hojas

posibles. En 1971, al imprimirse la última hoja de esta 1ª Serie, se habían publicado un total de 442 hojas.

El Plan MAGNA es por lo tanto la segunda serie del Mapa Geológico de España a escala de 1:50.000. Este nuevo plan de cartografía geológica sistemática, se elabora entre los años 1968 y 1970. El objetivo era dotar al país de una infraestructura geológica de calidad homogénea, elaborada con las metodologías más actuales en cada momento y expresada en un formato y con unas normas también homogéneas (Rodríguez Fernández 2000) y se estimó un plazo de ejecución de 16 años para la totalidad de las hojas que cubren el territorio español. El MAGNA se enmarca en el Programa Nacional de Investigación Minera (PNIM), definido en el II Plan de Desarrollo por Ley de Febrero de 1969.

En la evaluación y presupuestación del MAGNA se utilizaron criterios novedosos y homogéneos (García Cortés 2000), teniendo en cuenta parámetros tales como la dificultad geológica, accesibilidad, clima, etc. La programación se realizó de acuerdo con las prioridades de los sectores necesitados de esta moderna infraestructura geológica, que como se anticipaba en el Real Decreto de creación del Instituto, seguían siendo la Minería, las Obras Públicas, la Agricultura, la Planificación Económica y del Territorio, etc. Para ello, en 1970, se realizó una encuesta en la que se consultaron 84 organismos e instituciones públicas y 45 empresas o entidades del sector privado. Esta encuesta se repitió nueve años después para la confirmación o en su caso modificación de la programación inicialmente efectuada.

El formato y normativa de los mapas de esta serie están desarrollados en una serie de documentos normativos, editados con el título genérico "*Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, MAGNA*" que especifican el formato de hojas y memorias, la simbología a utilizar para cada tipo de contactos o de elementos estructurales, el modelo de columnas estratigráficas, de fichas de muestras, etc., en definitiva, un completo procedimiento de normas del plan (Rodríguez Fernández, 1991, 1992).

Cada hoja del Plan MAGNA consta de tres documentos diferenciados: el *Mapa Geológico*, el *Mapa Geomorfológico* y la *Memoria* explicativa, así como una *Documentación Complementaria* archivada en el Centro de Documentación del IGME. Esta última consta de un mapa de muestras, columnas estratigráficas de detalle, láminas delgadas, muestras de mano y de fósiles, fichas de todos los estudios, álbum fotográfico, informes complementarios, análisis químicos, etc. El Mapa Geológico contiene, además del mapa geológico propiamente dicho, los siguientes elementos (fig.1): una *leyenda cronoestratigráfica* y una *leyenda litoestratigráfica*, con las unidades cartográficas diferenciadas en el mapa identificadas con su color, que expresa no sólo la ordenación temporal de las unidades litoestratigráficas, sino las relaciones laterales y verticales de las mismas. A la derecha de esta leyenda se describen sucintamente las litologías de todas y cada una de las unidades representadas. En el sector inferior derecho de la hoja figuran las *columnas estratigráficas* representativas de las diferentes unidades o zonas que aparecen en el mapa. En la parte inferior de la hoja se incluyen, asimismo, dos o tres cortes geológicos que facilitan la comprensión de la estructura de la hoja geológica. En ocasiones estos cortes incluyen información del subsuelo (fig. 2), aunque en la mayor parte de los casos la información es bastante epitelial. Cada hoja incluye un esque-

ma *tectónico* o *morfoestructural*, según los casos, a escala 1:200.000, un esquema *hidrogeológico* y un esquema *regional*, a escala 1:1.000.000, con sus correspondientes leyendas explicativas.

El Plan MAGNA se inició con la realización de una *síntesis de la cartografía geológica* disponible a escala 1:200.000, que puso de manifiesto los déficits de cartografía geológica existentes y avaló aun más la necesidad de contar con una infraestructura geológica básica de calidad homogénea. Esta serie fue concebida como una serie de síntesis geológica de la información existente, sin mayores pretensiones que representar, en unos documentos homogéneos, los trabajos cartográficos realizados hasta la fecha por el propio Instituto y por las Universidades, Organismos Públicos de Investigación y empresas mineras o petroleras. Por otro lado la serie serviría también para poner de manifiesto las lagunas y déficits de información, lo que contribuyó a mejorar la programación del Plan MAGNA a escala 1:50.000. Entre 1971 y 1972 se editaron todas las hojas a escala 1:200.000 que cubren el territorio nacional; un plazo de realización tan breve sólo se explica por la fuerte implicación de la universidad española en el proyecto junto con los equipos propios del Instituto.

Posteriormente, en 1971, se comenzó la realización de ocho hojas "piloto", cada una de ellas en una región geológica diferente, lo que permitió poner a punto una normativa y metodología de ejecución, diseñadas a tal fin, que contempla no sólo los contenidos científicos y los métodos técnicos para realización del Mapa Geológico, sino también los procedimientos de control de la calidad de estos mapas.

En 1980 se realiza una revisión de la normativa de ejecución, centrada en la actualización de las fichas de estudio de muestras e informes de laboratorios. También se modifica y amplía toda la simbología de carácter estructural, así como el sistema de identificación de las unidades cartografiadas, que hasta entonces había consistido en una combinación alfanumérica de iniciales con índices, subíndices y superíndices, que tenían como objetivo conseguir una nomenclatura única para todo el territorio. La complicación que introducía en la lectura de las unidades condujo a una simplificación radical de este aspecto, identificándose a partir de entonces las unidades en cada hoja, por un número creciente y correlativo desde las unidades más antiguas a las más modernas.

En 1991 se produce la última modificación en la normativa del Plan MAGNA, en la que se introduce el Mapa Geomorfológico en color a escala 1:50.000 y se regula el tratamiento de los aspectos de Geología aplicada, tales como hidrogeología, recursos minerales, puntos de interés geológico y geotecnia.

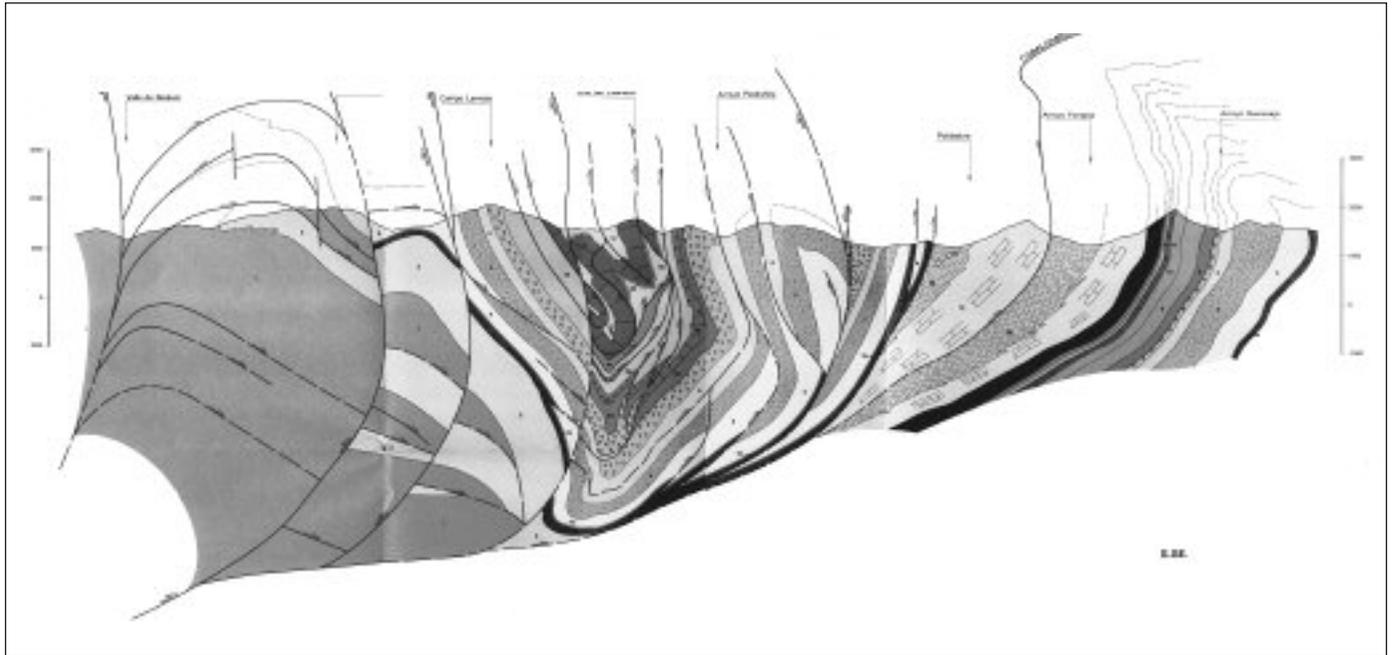


Fig. 2. Ejemplo de corte geológico profundo
 Fig. 2. Example of a deep geological cross section

Perspectivas futuras de los planes de Cartografía Geológica en el IGME

En el planteamiento de los planes de futuro de las cartografías geológicas en el IGME, se han de tener en cuenta la demanda de las actuales series cartográficas e identificar otras demandas potenciales para intentar responder a los requerimientos de la sociedad; asimismo se han de tener en cuenta las deficiencias identificadas en las actuales series cartográficas para intentar subsanarlas en el futuro.

Existe un cierto número de hojas con una demanda social apreciable que, en general, están situadas en áreas en las que el plan se realizó en sus estadios iniciales y que son hojas con más de 20 años de antigüedad que carecen de Mapa Geomorfológico.

En el caso del Mapa Geológico de España a escala 1:200.000, se va a proceder a un replanteo de sus contenidos y formatos con el fin de mejorar su calidad.

Por último, la identificación de una creciente demanda de documentos cartográficos en los espacios naturales protegidos, tanto por las administraciones gestoras como por los usuarios particulares del sector del turismo activo, aconsejan plantear alguna iniciativa en este sentido.

Con el fin de atender las demandas sociales identificadas se plantean de cara al futuro la realización de las siguientes series cartográficas regulares:

- Mapa geológico continuo digital (Plan GEODE)

- Actualización del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000
- Mapa Geológico de España a escala 1:200.000
- Guías geológicas de los parques nacionales y naturales.

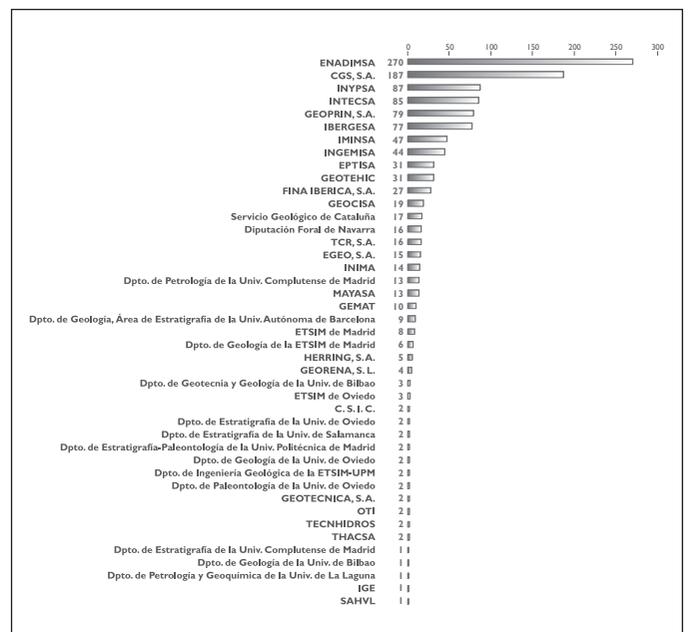


Fig. 3. Participantes en el Plan MAGNA por centros trabajo
 Fig. 3. Participants in the MAGNA Plan by work place

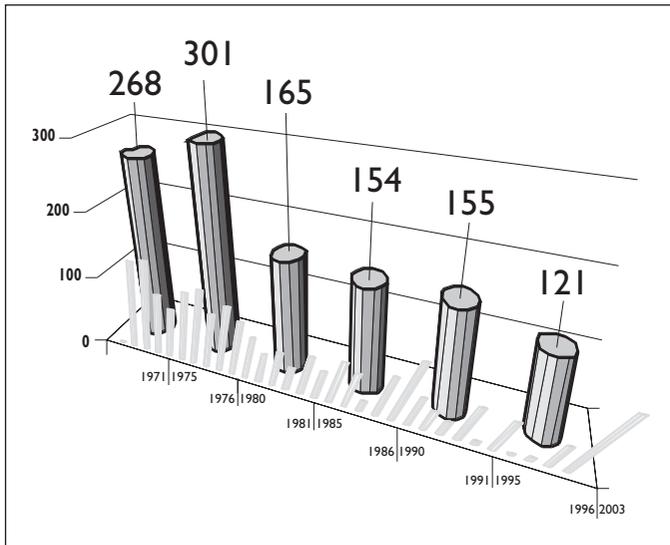


Fig. 4. Hojas realizadas por años y quinquenios
Fig. 4. Sheets completed by year and every five years

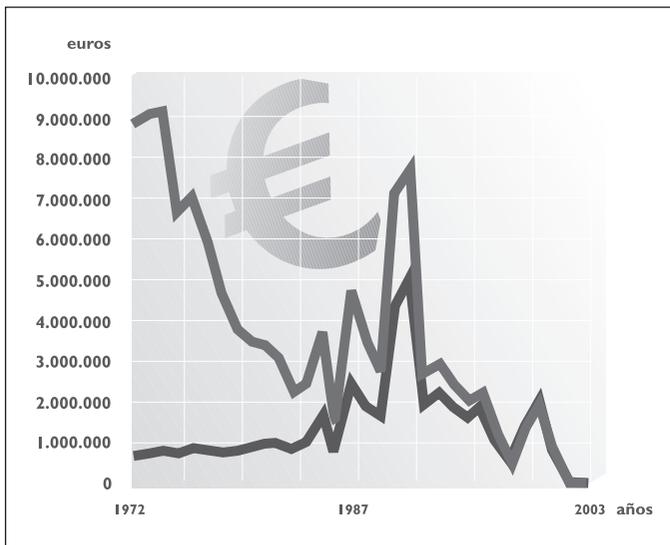


Fig. 5. Evolución de la inversión en euros constantes y actualizados con la inflación acumulada
Fig. 5. Evolution of investment in euros, at today's values and allowing inflation

Mapa Geológico Continuo Digital (Plan GEODE)

El objetivo de este programa es conseguir un mapa geológico continuo y homogéneo de todo el país, basado en el MAGNA, eliminando los cambios de adscripción de unidades geológicas y las heterogeneidades de información, naturales a un programa desarrollado a lo largo de 32 años por más de 600 profesionales, con los cambios que ha experimentado la Geología en estas tres décadas.

Cada hoja estará constituida únicamente por el mapa geológico y una leyenda de carácter regional unificada por grandes Unidades Geológicas. De esta forma, se podrá suministrar al usuario una información cartográfica en formato digital parcialmente actualizada, complementaria de la suministrada por la hoja y memoria del MAGNA editadas.

Existen ya algunas actuaciones en ejecución de este Plan en Cataluña, Canarias, Andalucía, Extremadura y Castilla y León, realizadas en Convenio con las administraciones de estas Comunidades Autónomas.

Plan de Actualización del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000

Una vez finalizado el Plan MAGNA se plantea la actualización de las hojas a escala 1:50.000 más antiguas y cuya primera edición esté agotada (fig. 6).

El formato de las nuevas hojas actualizadas no se diferencia mucho del actual, si bien es necesario modificar aquellos aspectos que la experiencia de desarrollo del Plan MAGNA ha permitido identificar como más deficientes:

- Incorporación sistemática de los mapas geomorfológico y de procesos activos
- Incorporación de los datos de geología del subsuelo y realización de cortes geológicos profundos.

Respecto al soporte de las nuevas hojas actualizadas, muchos factores (posibilidad de utilización sobre el terreno, visión global de toda la hoja y no restringida al tamaño de una pantalla de ordenador, facilidad de transporte y manejo, etc) aconsejan mantener el actual soporte en papel para los mapas geológico y geomorfológico.

La actual memoria explicativa, con descripciones detalladas de las unidades estratigráficas o plutónicas, tectónica, petrología, geomorfología y geología económica, junto con gran parte de los documentos de la actual documentación complementaria (columnas estratigráficas, mapa de muestras, descripciones de las muestras, fotos, listados de datos químicos, etc) y los propios mapas geológico, geomorfológico y de procesos activos, se incluirán en un soporte digital (CD) de carácter interactivo, que permita acceder a la información (descripción de unidades, columnas, fotos, cortes y fichas de muestras) desde el propio mapa, incluyendo para ello los comandos adecuados en el entorno del propio mapa (fig. 7).

El Mapa Geológico de España a escala 1:200.000

El planteamiento de la serie de mapas geológicos a

escala 1:200.000, parte de la necesidad de dotar a la comunidad geológica en particular y a la sociedad en general, de un documento cartográfico de carácter homogéneo, que aborde los problemas geológicos a una escala regional como es la escala 1:200.000, y cuyas líneas fundamentales son las siguientes:

- **Carácter sistemático:** Esta serie nace con vocación de cubrir todo el territorio nacional, por lo que las unidades cartográficas deberán ser representativas y correlacionables a escala regional. El planteamiento metodológico para la realización de este programa debe ser el de abordar conjuntamente las hojas de grandes unidades geológicas. Esto permitirá disponer de documentos de trabajo previos, en formato digital, antes de la edición definitiva en papel. Esta edición, en soporte conven-

cional, no se realizaría hasta que estuviera completo el estudio de la unidad geológica considerada.

- **Carácter sintético:** Ello implica un esfuerzo de síntesis e interpretación que evite reproducir a escala reducida, las hojas 1:50.000, eliminando recintos de pequeño tamaño. Las unidades tectónicas y/o tectosedimentarias o plutónicas más significativas y las grandes estructuras regionales deben ser identificables en el mapa.
- **Carácter más científico,** en contraposición al carácter más infraestructural de la serie a escala 1:50.000; esto implica no sólo un mapa más interpretativo sino un especial cuidado en la elaboración de la memoria explicativa. El objetivo de la memoria es elaborar un compendio del conocimiento geológico en el área cubierta por la hoja,

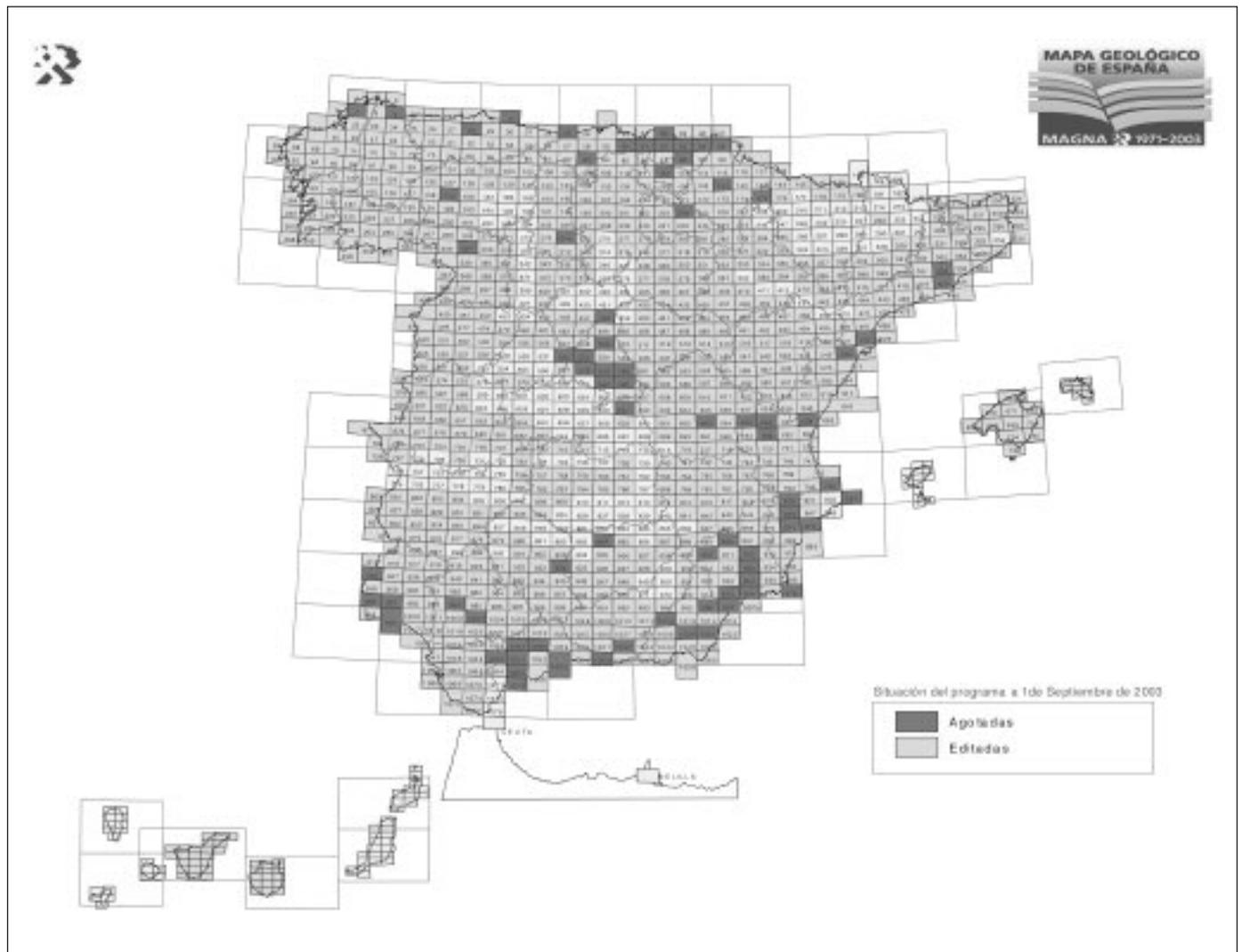


Fig. 6. Situación de las hojas geológicas 1:50.000 en 2003
Fig. 6. State of 1:50.000 geological sheets at 2003

por lo que se debe tratar de involucrar a la comunidad científica en su realización. Cada memoria tendrá un editor y los diferentes capítulos, pueden tener autores distintos en función de su especialización. El texto definitivo será sometido a la revisión de expertos, tanto del IGME como externos, antes de su edición definitiva.

El formato, aún manteniendo un diseño similar al actual, contiene modificaciones importantes: así el tipo de leyenda expresa mejor las correlaciones estratigráficas y delimita claramente cada unidad estructural, cuenca o dominio paleogeográfico; se incluye un esquema con las fuentes cartográficas, similar al de la serie de Síntesis geológica; desaparecen las columnas de unidades o zonas y se pueden incluir esquemas adicionales además del regional y el tectónico,

como el morfoestructural, metamórfico o de facies sedimentarias. La memoria explicativa será de tamaño A4, a doble columna, con abundancia de gráficos y figuras y la inclusión de fotos.

Guías Geológicas de los Parques Nacionales y Naturales

Este nuevo programa, pretende responder a la creciente demanda detectada de productos divulgativos, ligada al auge del turismo en la naturaleza. Estos productos cartográficos, limitados en principio a los Parques Nacionales y Naturales, irían soportados en las bases topográficas de estos entornos que el IGN publica a escalas 1:25.000, 1:50.000 y 1:100.000. Se

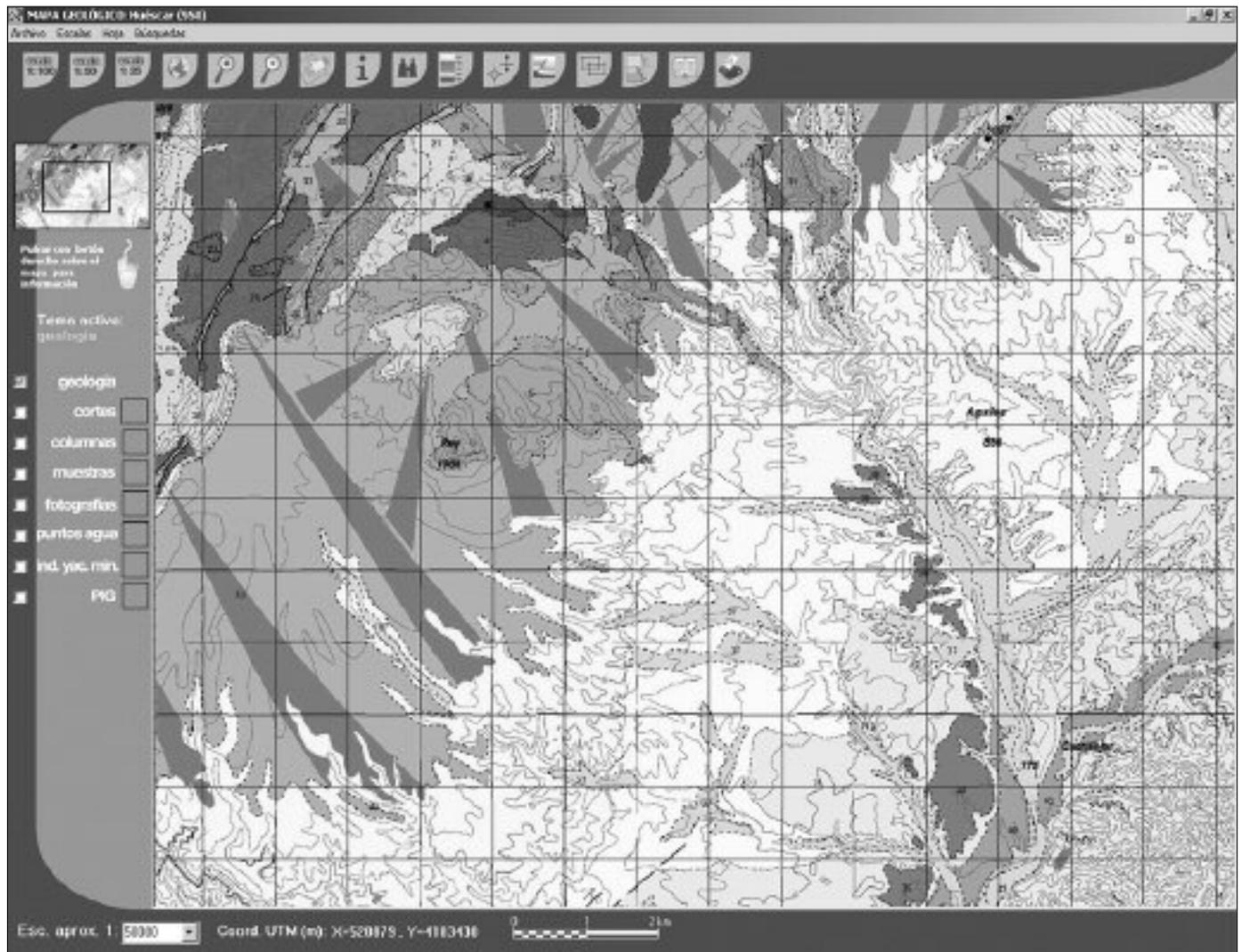


Fig. 7. Formato en CD de los nuevos Mapas Geológicos del Plan de Actualización del MAGNA
Fig. 7. CD format of the new Geological Maps in the MAGNA Updating Plan

conciben como mapas divulgativos (fig. 8) en los que las unidades cartográficas representadas se relacionen con el paisaje a través de las formas del relieve y se hará especial referencia a los puntos de interés geológico singular con indicación de itinerarios recomendados.

La memoria, en formato de guía de campo con gran apoyo gráfico, hace un énfasis especial en la historia geológica, como elemento explicativo de la evolución geológica del área y, por tanto, del paisaje hoy día existente, así como en los procesos geológicos pasados y los que todavía son activos y pueden dar lugar a riesgos geológicos de mayor o menor entidad. Se incluyen asimismo, una serie de capítulos específicos de cada itinerario geológico referenciado en el mapa y la descripción de los elementos y procesos geológicos genéricos o singulares observables. La primera Guía de estas series es la del Parque Nacional del Teide.

Conclusiones

La finalización de la cartografía geológica sistemática a escala 1:50.000 del territorio nacional sitúa a nuestro país en un lugar privilegiado a nivel internacional. Un hecho objetivo que corrobora este buen nivel del IGME en este campo, es el éxito conseguido en proyectos cartográficos en el exterior (Iberoamérica y Marruecos), en los que el "modelo MAGNA" se ha exportado en concurrencia competitiva con otros servicios geológicos extranjeros.

La utilidad de las cartografías geológicas está ampliamente justificada y su rentabilidad social demostrada, aunque su utilización esté básicamente limitada a un sector de usuarios expertos debido al complejo lenguaje gráfico de los mapas geológicos y geomorfológicos.

La actividad futura del IGME en este campo debe atender las demandas sociales, elaborando un mapa

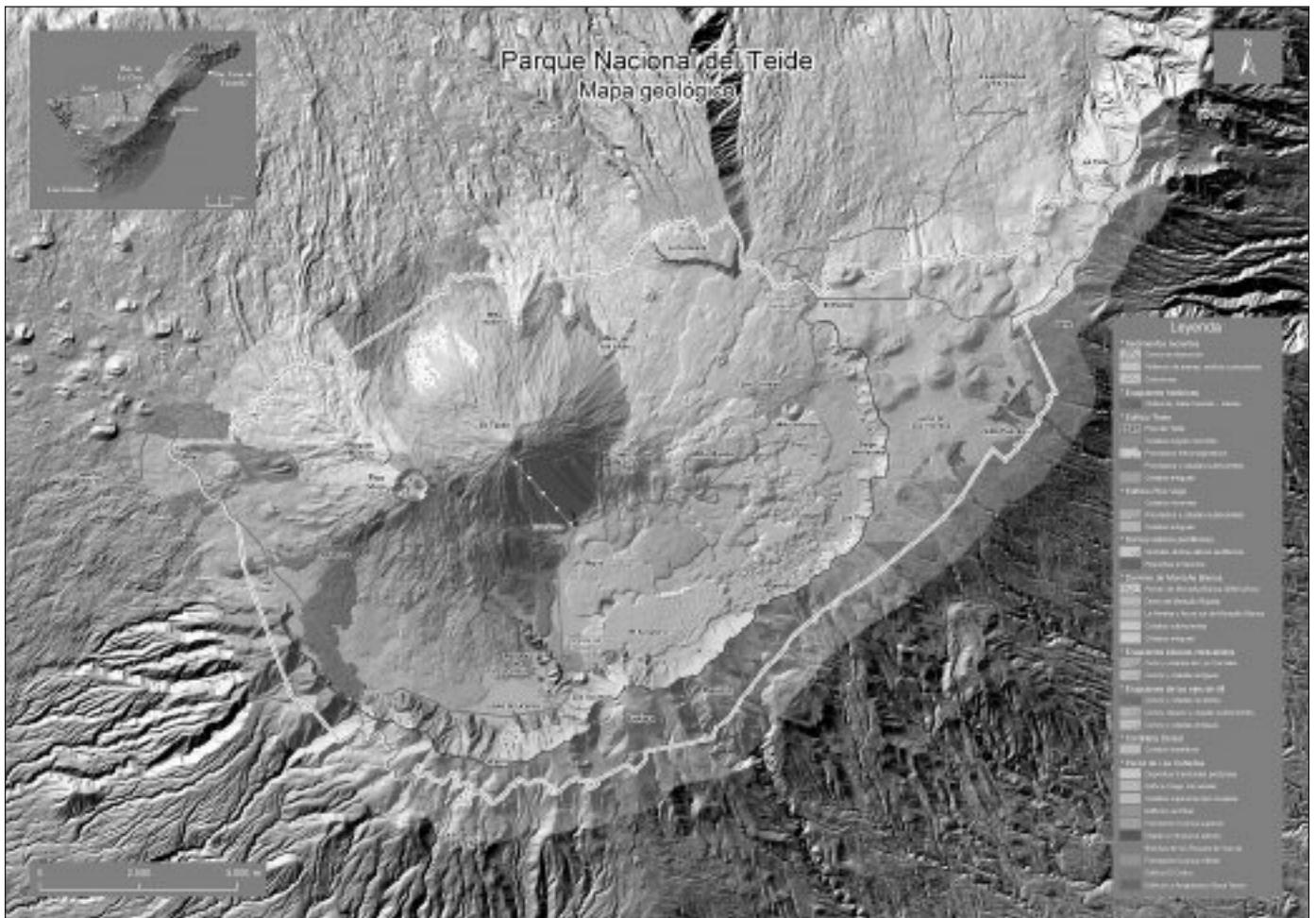


Fig. 8. Mapa Geológico de la Guía Geológica del Parque Nacional del Teide
Fig. 8. Geological Map in the Geological Guide of the Teide National Park

geológico "continuo", en formato digital, a partir del MAGNA. Asimismo se propone actualizar las hojas geológicas a escala 1:50.000 más antiguas y demandadas, completar la serie a escala 1:200.000 y divulgar el conocimiento del medio geológico a los sectores sociales más sensibles a este tipo de información a través de una nueva serie de Guías geológicas de los Parques Nacionales y otros espacios naturales protegidos o de interés.

Agradecimientos

El autor agradece los comentarios y sugerencias que han contribuido, sin duda, a mejorar el documento original. Especialmente a Ángel García Cortés, Ángel Martín-Serrano, Francisco Nozal y Nemesio Heredia.

Referencias

García Cortés, A. 2000. La Cartografía Geológica y Geotemática del ITGE, una experiencia sesquicentenaria con vigencia actual y vocación de futuro. En *150 años del ITGE: estudio e investigación en Ciencias de la Tierra*. Publicación especial ITGE.

Rodríguez Fernández, L.R. 1991. Las cartografías temáticas producidas por el Instituto Tecnológico Geominero de España. *IV Jornada Técnica Temática de la Sociedad Española de Cartografía, Fotogrametría y Teledetección*. Madrid.

Rodríguez Fernández, L.R. 1992. Las cartografías temáticas producidas por el Instituto Tecnológico Geominero de España: *La Cartografía MAGNA y otras cartografías geológicas derivadas*. *MAPPING n° 3*, 70-80.

Rodríguez Fernández, L.R. 2000. *Los mapas geológicos producidos por el ITGE: evolución, actualidad y futuro*, *Boletín Geológico y Minero*, n° especial, 15-36.

Rodríguez Fernández, L.R. 2000. *Actualidad y futuro de los mapas geológicos del ITGE*. *Tierra y Tecnología*, 20, 21-32.

Recibido: mayo 2005.

Aceptado: diciembre 2005.