

# LA CARTOGRAFÍA GEOLOGÍCA Y GEOTEMÁTICA: SITUACIÓN Y TENDENCIAS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA.

Por E. Custodio (\*)

## Introducción

La representación de la Tierra y sus atributos mediante mapas es una forma tradicional de trabajo y de presentación de resultados, de uso generalizado. Tiene fines tanto generales, como específicos, como didácticos, y está muy adaptada a la capacidad humana para recibir información de forma gráfica.

Desde finales del siglo XVIII ya se había empezado a representar las características geológicas de la Tierra en mapas, tanto para representar la naturaleza y disposición de sus materiales como para indicar y orientar la existencia de yacimientos minerales de interés, y más tardíamente las propiedades hidrogeológicas. En línea con las tendencias del momento y en paralelo con lo que se acababa de realizar o se iba pronto a realizar en la mayoría de los países industrializados, en 1849 se creó la Comisión para la Carta Geológica de Madrid y del Reino, que en 1850 se convertía la Comisión del Mapa Geológico de España. Su sucesor es el actual Instituto Tecnológico Geominero de España.

Desde los primitivos mapas hasta la actualidad las técnicas de representación, la información contenida y su detalle han evolucionado muy notablemente. La cartografía ha alcanzado actualmente un alto grado de sofisticación en sus aspectos geográficos y de capacidad de incorporación de los sujetos que son el objetivo de cada tipo de la misma. Recientemente se asiste a un nuevo progreso cuantitativo con la incorporación

de la teledetección, la geofísica como técnica de reconocimiento en profundidad cada vez más eficaz, la incorporación de los sistemas de información geográfica y de archivo y tratamiento de la información, y la informatización completa de la propia carta.

## *Cartografía geológica y cartografía geotemática.*

La cartografía base en Ciencias y Técnicas de la Tierra es el mapa geológico, en el que se representan los materiales, su disposición, naturaleza, edad y características asociadas, además de indicaciones complementarias tales como geomorfología, interpretación estructural, lugares en que existe información de detalle, etc., en la misma hoja o en hojas separadas. La presentación puede –y en general suele– apoyarse en la adición de algunos cortes geológicos que interpretan e ilustran la disposición de los materiales en profundidad. Todo esto se puede acompañar de una cierta información geográfica en cuanto a cursos de agua superficiales, lagos, poblaciones y principales vías de comunicación, así como la altimetría en mapas a escala de detalle, en general 1/200.000 ó mayor.

Pero hay muchas otras informaciones referentes a Ciencias y Técnicas de la Tierra también susceptibles de representación cartográfica y que se apoyan en el mapa geológico. Esta cartografía geotemática es muy diversa y, además de la geomorfológica y de procesos geológicos activos, incluye la hidrogeológica, la metalogenética y la geoquímica como más usuales, aunque también se pueden incluir las de formaciones cuaternarias, las de características geotécnicas, las de lito-

(\*) Director General del ITGE Madrid. Catedrático Hidrogeología Subterránea. DIT-UPC. Barcelona.

logías según su aprovechamiento potencial, las de recarga de acuíferos, etc. Todas ellas son o pueden ser objeto de consideración por un Instituto Geológico, en función de sus propios objetivos y medios, y sobre todo de la demanda social que exista de las mismas.

La cartografía geológica es una infraestructura básica de conocimiento de cualquier país, y no sólo es la base de las otras cartografías geotemáticas, sino un elemento clave para la mayoría de actividades, planificaciones y toma de decisiones territoriales. De ahí la existencia en casi todos los países del mundo de un Instituto Geológico oficial o de organismos que asumen sus funciones.

### ***Cartografía básica y cartografía de autor.***

Toda cartografía geológica y geotemática supone una toma de datos, una síntesis y una interpretación de una situación real que sólo se conoce fragmentariamente y con limitada información. Por lo tanto el producto cartográfico es en gran manera el resultado de la expresión gráfica de las ideas y modelos conceptuales de quién o quiénes lo realizan. De ahí que mapas contiguos de diferentes autores o realizados por distintos equipos puedan presentar discrepancias al tratar de unirlos. Estas discrepancias pueden variar entre sólo detalles hasta profundas diferencias conceptuales, y se acentúan aún más cuando existe una separación temporal importante entre los momentos de ejecución. Es algo consubstancial al progreso del conocimiento y a las mejoras de las técnicas. Por ello estas diferencias son hasta cierto punto inevitables y pueden contener aspectos positivos, aunque para el no especialista que debe usar información del territorio no deja de ser un inconveniente, a veces serio. De ahí la tendencia cada vez mayor a la ejecución de la cartografía geológica y geotemática con unas normas estrictas de carácter general. Esto homogeneiza -es el efecto perseguido- pero reduce la posibilidad de mejoras al reducir los límites de maniobra. De ahí la coexistencia de las dos formas de actuar, que no son excluyentes. Hay además que considerar que dichas normas no son realizables mientras no exista un conocimiento cartográfico previo.

Por un lado está la cartografía asociada a la

investigación geológica, en la que el autor o autores reflejan sus propias ideas e interpretaciones, incluso con determinado énfasis (estratigrafía, tectónica, litología), en lo posible siguiendo pautas y normas aceptadas por la colectividad, o acordadas para conseguir cierta uniformidad y comparabilidad, pero sin sujetarse estrictamente a las mismas. Es la vía más frecuente en estudios y trabajos específicos, y cuando es deseable la introducción de nuevas ideas y concepciones. No se intenta, y en general no se produce una continuidad con otras cartografías de áreas colindantes.

Por otro lado está la cartografía geológica destinada al uso general (básica) en la que la continuidad entre mapas colindantes es importante o incluso mandatorio (cartografía continua), en la que hay que sacrificar detalles, interpretaciones y matices en aras de una coherencia espacial. Esta coherencia se consigue mediante una estricta normativa, que en general, como se ha dicho, es un fruto derivado de una cartografía geológica menos continua ya realizada, y de un profundo estudio de la cartografía de autor. Esta cartografía geológica debe además contener aquellos elementos que el colectivo de usuarios busca en la misma, y que abarca enfoques muy diversos, desde las formaciones superficiales a las profundas, desde la litología a la tectónica, desde la interpretación del origen de los materiales a su interés práctico como recurso para ser explotado, desde la visión general a la localización de determinados detalles tales como minas, canteras y excavaciones, sondeos profundos, manifestaciones minerales, yacimientos de fósiles y referencias especiales.

Es misión de un Instituto Geológico producir tanto uno como otro tipo de mapas geológicos, y en su caso geotemáticos, pero el énfasis debe ir hacia los básicos en cuanto a creación de infraestructura de conocimiento. La cartografía geológica básica es en general fruto de equipos propios, con el apoyo exterior que haga falta, mientras que la de autor, además de ser un resultado de trabajos propios, puede ser fruto también de convenios y contratos con otros organismos y empresas, o de promoción del conocimiento atrayendo la participación de otros organismos y grupos.

**Cartografía por hojas y cartografía por áreas.**

La forma tradicional de abordar la cartografía geológica por los Institutos Geológicos, como organismos encargados de la creación de infraestructura de conocimiento a nivel de Estado o Región, es la división del territorio en una cuadrícula de hojas y el recubrimiento progresivo en función de los recursos humanos y económicos disponibles. Es la misma táctica seguida para la cartografía topográfica y geográfica. Esta ha sido la labor emprendida por el ITGE en varios momentos desde 1926, a escalas básicas 1/50.000 y 1/200.000, y la que se plantea en algunas Comunidades Autónomas a escalas 1/25.000 y 1/100.000. En estos momentos la serie actual del ITGE a escala 1/50.000, MAGNA, está en fase de conclusión. Esta forma de actuar, necesariamente dilatada en el tiempo, suele además conllevar la concurrencia de muy distintos equipos humanos. Si a esto se une la actuación en áreas menos conocidas o sin cartografía equivalente previa, resulta difícil evitar cierta tendencia a la cartografía de autor, que además puede ser conveniente. Así se producen ciertas discontinuidades entre las hojas, tanto más acusadas cuanto mayor separación temporal exista. Como se ha dicho esto no es un menoscabo grave a la validez y utilidad de esos mapas, aunque sí una dificultad para el usuario no experto y una fuente de críticas un tanto interesadas y con frecuencia no justificadas de otros profesionales que en ello ven una supuesta y mal entendida realización personal.

Las diferencias y discontinuidades en los límites de las hojas puede ser un problema para interpretaciones regionales, que requieren cierta uniformidad de criterios, y sobre todo para poder trabajar indistintamente en cualquier parte del territorio. Por eso es deseable una actuación posterior a la cartografía geológica básica, para conseguir un mapa geológico continuo. Es lo que el ITGE está abordando ahora con la cartografía geológica 1/200.000. Una ventaja adicional es que ello permite una informatización que después es capaz de dar lugar a cartografías geológicas de ámbitos seleccionados y no coincidentes con la cuadrícula oficial. Ésta es una labor importante de los Institutos Geológicos, a realizar con gran participación de equipos propios expertos, que se sujeten estrictamente a una norma

diseñada entre todos para dar una representación uniforme, con el detalle y elementos que requiere el común de los usuarios, y siempre respetando el debido nivel científico.

Esta cartografía geológica sistemática es una herencia del pasado, posiblemente necesaria, pero que una vez concluida sólo requiere de un cierto mantenimiento y actualización. Ésta se facilita con las herramientas informáticas.

Otro aspecto distinto, aunque en buena manera coincidente, es la cartografía geológica por áreas de interés específico tales como una región, comarca, municipio, parque natural, unidad acuífera o estudio determinado. Esta cartografía puede tener normas y condiciones específicas a sus objetivos, diferentes de los de la cartografía básica. Según los casos también puede ser objeto de publicación, incluso con venta mayor que la básica si coincide con situaciones de gran interés social o económico.

Esta cartografía por áreas puede o no ser objeto de los Institutos Geológicos. Con frecuencia es realizada concurrentemente por Departamentos Universitarios, Centros de Investigación o Empresas. Pero para un ahorro general de esfuerzos humanos y económicos, que es el objetivo principal de la creación de una infraestructura de conocimiento, es aconsejable utilizar la cartografía geológica básica como punto de partida, y también integrar los conocimientos y mejoras contenidos en la cartografía geológica por áreas en la básica cuando ésta sufra actualizaciones. La informatización de la cartografía, y además su continuidad territorial, permite un práctico y realista acercamiento a este desideratum, y éste es otro importante papel de los Institutos Geológicos.

**Estabilidad de la información.**

En el ámbito de las Ciencias y Técnicas de la Tierra existen diferentes grados de estabilidad de la información, que hay que considerar para su reflejo en mapas. La estabilidad hace referencia a la duración de una generación humana.

- a) Información estable. No hay cambios significativos a lo largo del tiempo. Tal es el caso de

los materiales de la corteza terrestre y su disposición. Es el objeto típico de la cartografía en general y de la cartografía geológica en particular.

- b) Información semiestable. Sólo hay cambios significativos esporádicamente, tras sucesos poco frecuentes, o por la acumulación de una lenta evolución. Tal es el caso del efecto de grandes deslizamientos de ladera, la erosión del suelo o la abrasión o sedimentación costeras. También son objetos típicos de la cartografía, pero requieren actualización periódica y que el mapa indique la fecha a la que corresponde la información.
- c) Información variable. Hay cambios significativos en plazos de días a años, por causas naturales o antrópicas. Con frecuencia, pero no siempre, estos cambios oscilan alrededor de un valor medio o mantienen una tendencia definida. Tal sucede con muchas variables hidrogeológicas (niveles piezométricos, características hidrogeoquímicas e isotópicas ambientales, valores de recarga y descarga, relaciones río-acuífero) o de ocupación del territorio. Normalmente no son objeto de cartografía sino que se derivan de un vector asociado a un punto del territorio. La información asociada corresponde a una base de datos u otra forma de obtención, que para ciertas variables puede ser la propia memoria del mapa o las referencias que aporte. Cuando esta información variable responda a unos patrones generales poco variables (dirección y sentido del flujo, zonificación de la recarga, preferencia de la relación acuífero-río, perennidad o temporalidad de manifestaciones hidrogeológicas, características hidrogeoquímicas e isotópicas ambientales promediadas, tasa de descenso piezométrico, tendencia de salinización), pueden ser objeto de cartografía, dejando claro que se trata de valores medios (si es posible indicando la desviación típica o rango de variabilidad), y a qué período hacen referencia. Los indicadores de la variabilidad o ciertas magnitudes derivadas también pueden ser objeto de cartografía.

La cartografía geológica y geotemática, como se acaba de indicar, se enfoca hacia la información estable y semiestable, y puede incluir información sobre aspectos estadísticos de las variables. Este hecho es sobre todo importante para deter-

minada cartografía geotemática, como es la hidrogeológica.

### ***Diversificación cartográfica.***

La cartografía geológica y geotemática tiene dos aspectos en cuanto a su puesta a disposición. El aspecto básico hace referencia a un producto multiuso, que debe estar diseñado para ese multiuso; es el usuario el que debe realizar la interpretación, con ayuda de las explicaciones contenidas en la memoria y quizás con la colaboración de un experto. Es hasta ahora la forma más tradicional de trabajo de los Institutos Geológicos.

El aspecto "según demanda" es la cartografía cuya producción se adapta a unas necesidades concretas de un usuario o grupo de usuarios, que pueden ser especialistas, técnicos con problemas comunes (técnicos municipales, abastecedores de agua, productores de áridos) o grupos sociales (visitantes de parques naturales, excursionistas). Esta cartografía unas veces incluye detalles o informaciones adicionales a la de la cartografía básica, o simplificaciones con adición de otros elementos informativos. Puede suponer cambios de escala, nuevo dimensionamiento territorial, detalles complementarios en áreas concretas, etc.

El tratamiento informático de la cartografía geológica y geotemática y la adición de vectores de información temporal (variables) y adicional georreferenciada permite ligar los aspectos básicos y según la demanda, y llegar a la cartografía a "la carta", con ciertas limitaciones. Ésta es un área en que ciertas labores son preferentemente objeto de los Institutos Geológicos, mientras que otras quedan más encuadradas en las tareas de empresas y otros organismos.

### ***Reproducción cartográfica.***

La forma tradicional de reproducción de la cartografía geológica y geotemática para su utilización por especialistas y cualquier otro usuario es la hoja impresa, sin doblar o plegada, y en general acompañada de una memoria explicativa más o menos desarrollada, específica de la hoja, o total

o parcialmente genérica de una cierta región. Esta cartografía puede incluir cortes geológicos, mapas auxiliares de interés sobre otros aspectos (tectónica, gravimetría, piezometría, hidrogeoquímica básica, extracciones de agua, encuadre geológico, ...) y a veces un segundo mapa (geomorfología, procesos geológicos activos, unidades acuíferas, ...).

Esta forma es adecuada para el trabajo en gabinete y en campo, y para realizar visitas territoriales. Es recomendable un soporte papel lo más resistente posible al doblado y desgaste. Si la demanda de un determinado mapa es grande, resulta un buen sistema y además permite tiradas sucesivas actualizadas a medida que las ediciones se agoten. Pero para los mapas de escasa demanda no sólo es una inversión pública grande sino un problema de distribución y almacenamiento. Evidentemente este problema se agudiza cuando se trata de cartografía geotemática y de cartografía especial, cuya demanda es tanto menor cuanto mayor es la especialización y más remota es el área.

La división en hojas según una cuadrícula es un problema añadido ya que las áreas de interés son porciones de terreno que suelen extenderse por varias hojas, de las que se utiliza una pequeña parte. Esto retrae la demanda por el mayor costo e incomodidad. Este problema se puede solucionar con cartografía por áreas, pero ésta sólo se justifica económicamente como tirada en papel cuando hay una gran demanda potencial, y con frecuencia es con merma de la venta de las hojas correspondientes.

La cartografía digital con salida directa por trazador (plotter) es una alternativa muy atractiva y que cada día está más próxima a generalizarse. No elimina la reproducción en papel para los casos de demanda elevada y aún presenta algunos inconvenientes que deben irse paliando. Uno de ellos es la inferior calidad de la copia –por lo general– aunque este problema puede quedar pronto superado. Otro es que un mínimo de hojas deben estar disponibles para la venta inmediata; se puede solucionar manteniendo un almacén de salidas por trazador. Otro es la falta de fiabilidad de la impresión (degradación por el sol, borrado por el agua, menor resistencia del

papel), que se puede ir solucionando con nuevas técnicas, algunas de las cuales están ya en el mercado, o próximas a estarlo.

El equilibrio adecuado entre la impresión clásica y la salida por trazador en forma clásica o bajo demanda es algo que aún no se conoce bien. Hay que experimentarlo en las circunstancias de cada Instituto Geológico, e irá evolucionando con el tiempo.

Todo esto va en paralelo con la puesta a disposición del usuario de la cartografía por medios informáticos, tales como grabación en discos compactos o por INTERNET, tanto en forma "raster" (por puntos), que es lo más inmediato, pero de tratamiento posterior menos amigable, como vectorial. El usuario puede seleccionar en su pantalla la información recibida, si hace falta tras algunos protocolos para dar crédito a la autoría del producto que recibe y evitar su degradación, y luego transformarla según sus necesidades, e imprimirla con sus propios medios o los que pueda alquilar o contratar. Este es un nuevo campo ya abierto en América del Norte y algunos países europeos, entre ellos España a través del ITGE en su MAGNANET, aunque otros países son aún reacios al libre acceso y propugnan el pago de cuotas. De cualquier modo este es un campo de futuro inmediato, en el que los cambios serán rápidos. El ITGE ha optado por el libre acceso a medida que los mapas estén informatizados, en principio en forma "raster", aunque más adelante pudiera ser también en forma vectorial.

### ***Sobre la cartografía geológica del ITGE.***

La cartografía geológica del ITGE en sus series oficiales ha conseguido un producto de suficiente calidad, de formato clásico, con una normativa eficaz, bien contrastada y extrapolable a otras circunstancias y países, como ya se ha hecho. Los principales defectos, que diferentes expertos han señalado con acierto, son los cambios a lo largo de los 30 años de duración del proyecto MAGNA, lo cual es lógico por la evolución propia de la Ciencia Geológica y de la técnica cartográfica, lo que hace que la búsqueda de una mejora progresiva haga aparecer como más heterogéneo el resultado. La incorporación de cortes geológicos

mejora la información en profundidad. También la reciente incorporación de un mapa geomorfológico extiende su utilidad. Posiblemente las memorias pequen un tanto de especialización, no por su contenido estricto sino por la parquedad o ausencia de capítulos más aplicados. Eso no les quita valor ni utilidad. Sin duda los mapas a escala 1/50.000 y 1/200.000 (y otras escalas en los insulares) son una infraestructura de conocimiento que bien vale el esfuerzo humano y económico, y que ha aportado numerosos y profundos progresos científicos y aplicados. Por eso merecen ser mantenidos y mejorados.

Después de completar el programa MAGNA en los años próximos, las tareas más importantes, a realizar progresiva y ordenadamente con medios propios, aunque con el apoyo exterior necesario, son:

- a) actualizar un número limitado de hojas del 1/50.000 (las más obsoletas, las que tengan mayor demanda, las que sean claves para el avance del conocimiento)
- b) conseguir y mejorar la cartografía continua 1/200.000 (con prioridad)
- c) lanzar series sistemáticas de cartografía geológica de áreas concretas de interés especial y social, y con contenidos diversos.

En la misma línea está la cartografía geológica de la franja litoral y de la plataforma continental (proyecto FOMAR a 1/200.000), con la diferencia de que aún queda una parte esencial del trabajo primero por realizar, antes de ir a cartografía continua. Esta ha de ser una línea prioritaria de actuación actual y del futuro inmediato.

### ***Sobre la cartografía hidrogeológica del ITGE.***

La cartografía hidrogeológica sistemática está sujeta a discusión después de más de tres décadas del inicio (la primera leyenda recomendada es de UNESCO, de la década de 1960), tanto a pequeña como a gran escala. Como tal cartografía no está clara ni su utilidad ni la demanda social de la misma, y a veces pudiera ser más bien un ejercicio institucional o intelectual que una necesidad. Ello es debido a que:

- a) Un mapa hidrolitológico no aporta más que lo que hace el mapa geológico correspondiente.

- b) Es difícil incorporar datos hidrodinámicos e hidrogeoquímicos semiestables a menos que realicen o existan estudios de detalle.
- c) El reflejo de información no estable (variable) es de utilidad muy limitada y hace que el mapa sea efímero.
- d) Es difícil reflejar de forma clara y efectiva la existencia de acuíferos superpuestos y de variaciones verticales dentro de un mismo acuífero; esta información es hidrogeológicamente esencial.
- e) La división en hojas trocea acuíferos y sistemas acuíferos de una forma arbitraria, y puede esconder rasgos importantes que se desarrollan en hojas colindantes.
- f) La demanda es escasa.

Salvando el notable interés del esfuerzo realizado en la serie 1/200.000 y en las hojas 1/50.000, y de la experiencia adquirida, no parece que el camino emprendido sea el de futuro. Se requiere un rediseño de las actuaciones. Estas deberían seguir las siguientes líneas:

- a) Trabajar por acuíferos, sistemas de acuíferos y unidades de explotación, a la escala adecuada a los mismos y a la información disponible.
- b) Concentrar los esfuerzos en unidades ya bien estudiadas previamente y con buen interés económico y social.
- c) Reflejar adecuadamente el funcionamiento acuífero y las propiedades hidrogeológicas de los medios, con valores numéricos cuando éstos estén disponibles, y por lo menos con valoraciones semicuantitativas cuando no sea posible otra cosa; no son útiles las meras cualificaciones.
- d) Propender a incluir aquellas informaciones marginales que sean necesarias para la comprensión.
- e) Considerar que muchos acuíferos o sistemas acuíferos quedan mejor caracterizados mediante atlas que mediante un mapa, aunque dicho mapa, convenientemente simplificado, puede ser conveniente a efectos administrativos y de divulgación.
- f) Relacionar la existencia de vectores de datos temporales y de otro tipo con puntos del mapa, e indicar la forma de incorporación y acceso a los mismos.
- g) Considerar que la profundidad del nivel freático

tico bajo la superficie del terreno es en muchos casos un valor de interés para muchos objetivos; se trata de un valor variable a caracterizar adecuadamente mediante magnitudes cartografiables.

Existe una cartografía hidrogeológica derivada, con finalidades concretas de apoyo a las administraciones públicas, para orientar –en ningún caso fundamental- la toma de decisiones de gestión territorial e hídrica por parte de no expertos. Tales son los mapas de vulnerabilidad y riesgo a la contaminación, de perímetros de protección y áreas de reserva, de recarga a los acuíferos y su protección, de captaciones y derechos de captación, de usos de agua subterránea, etc. Unos son más o menos permanentes y otros requieren actualización periódica. No son normalmente objeto de cartografía sistemática, sino de cartografía específica para aquellas actividades que demandan esos mapas. La realización puede ser de promoción estatal, autonómica o local, y aún de intereses privados, y suelen ser realizados tanto por Organismos Oficiales (Institutos Geológicos y otros) y empresas. Este es un campo por explorar, aunque el ITGE ya ha producido una serie de mapas de orientación al vertido de residuos sólidos, diseñados para técnicos municipales y otros planificadores del territorio. En todo caso se requiere planificar lo que se quiere hacer. Deben evitarse seriaciones sistemáticas que consumen recursos humanos y económicos, suelen quedar pronto obsoletas y suelen interesar a pocos usuarios. También debe evitarse ir a aspectos de detalle o que respondan a intereses concretos -no generales- cuyo desarrollo correspondería a empresas y otros organismos.

### ***Sobre la cartografía metalogenética y geoquímica del ITGE.***

La cartografía metalogenética es un producto muy especializado, de uso restringido a la promoción minera y a la investigación de la génesis mineral. Por eso su cartografía sistemática es de dudoso interés salvo que subyazcan intenciones de desarrollo minero con atracción de capital exterior. No es éste el caso español en el momento presente, como regla general, ni el de los otros países de Europa. Por otro lado es una

cartografía con normativa diversa y tendencias varias, bastante ligadas al objetivo final. Por esta razón cabe limitarla a áreas de interés especial en circunstancias y con finalidades bien definidas, como pudieran aparecer en la Faja Pirítica o fue la situación en la época de la prospección de minerales radioactivos. Su promoción debe ser de los organismos interesados. Su presentación en hojas impresas debe dejar paso a su reproducción informatizada bajo demanda. Una lógica extensión es la cartografía mineralogenética y la de rocas y minerales industriales, con similares comentarios. A este respecto, como el gran desarrollo de canteras es un factor fuertemente impactante, sobre el medio ambiente, los mapas de rocas pueden ser de gran utilidad para la ordenación del sector, pero también la promoción debe ser de quien tiene la responsabilidad administrativa.

La cartografía geoquímica, con similitud en muchos aspectos a la metalogenética, tiene un potencial actual y futuro más claro y definido en cuanto a especificar los fondos geoquímicos de referencia y para estudios locales y regionales de contaminación de suelos. La primera puede ser sistemática a pequeña escala, y por áreas de interés a gran escala. Los objetivos y planes de actuación aún están por definir. Mientras tanto conviene evitar los intentos de sistematización. La reproducción probablemente deberá limitarse a la forma informatizada, salvo los mapas generales a pequeña escala.

### ***Sobre la cartografía geotemática ambiental.***

La cartografía geotemática ambiental comprende un amplio espectro de posibilidades que incluye la cartografía hidrogeológica y la geoquímica. Se trata de un conjunto de recubrimientos o capas de información, variables según el diseño y necesidades a cubrir. Para su manejo ágil y eficaz es conveniente -casi necesario actualmente- su informatización. Existe muy poca experiencia práctica de los mismos. En general no parece que su realización sistemática a escala 1/50.000 (que parece la más adecuada, aunque la 1/200.000 pudiera ser útil en algunos casos) sea algo previsible por su elevado coste y lentitud, a menos de hacer coincidir grandes recursos económicos y

humanos. Pero su realización en áreas de interés especial tiene un interés claro. Tales son áreas urbanas, parques naturales, áreas industriales, áreas de minería activa o abandonada, desarrollos agrícolas intensivos y ejes preferentes de comunicaciones. Probablemente no se trate de mapas impresos sino de un producto informático a la demanda, que se inicia a instancia de los órganos interesados.

El ITGE ha realizado un primer ensayo de 11

hojas 1/50.000 (5 de ellas también a escala 1/25.000) y 11 recubrimientos, sin incluir la capa de agua, que ha servido para adquirir experiencia, preparar normativa y estudiar la utilidad. El futuro es algo aún incierto y requiere una coordinación entre el Estado y las Comunidades Autónomas en relación con las competencias de cada uno, los intereses prioritarios y las posibilidades económicas. Ciertas Comunidades Autónomas están considerando abordar por ellas mismas esta cartografía geotemática ambiental.