



# Tierra y tecnología

REVISTA DE ACTUALIDAD E INFORMACIÓN GEOLÓGICA

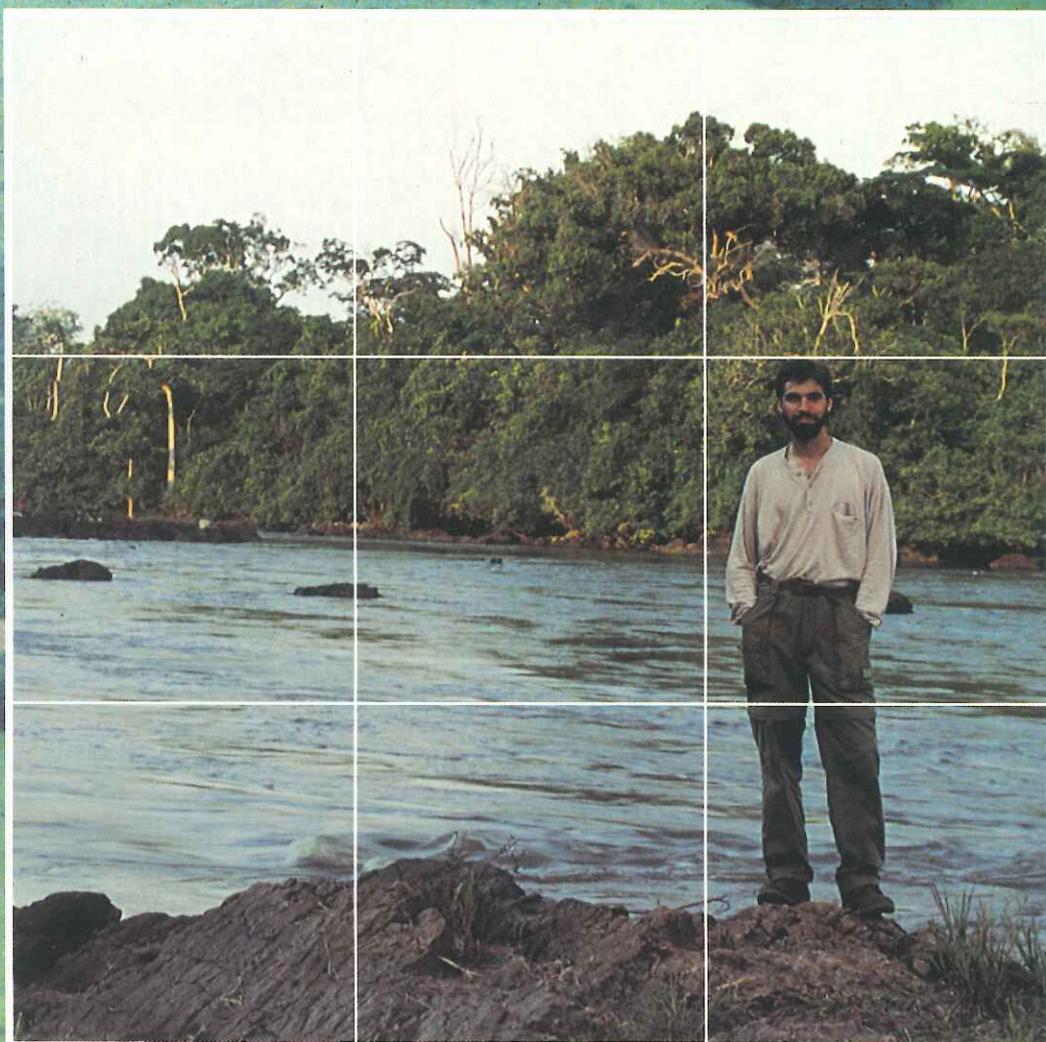
NÚMEROS 16 y 17

Geoarqueología  
en el Zaire

Aguas subterráneas  
en Málaga

TLV: una nueva  
herramienta geológica

Eurotitulaciones



SEGUNDO TRIMESTRE. 1997

!!! SUSCRIBASE a . . . !!!



tierra y tecnología tierra y tecnología tierra y tecnología

**una publicación especializada en temas relacionados con ...**

tierra y tecnología - Medio Ambiente  
 tierra y tecnología - Ingeniería Geológica  
 tierra y tecnología - Teledetección y SIG  
 tierra y tecnología - Exploración Minera  
 tierra y tecnología - Recursos Minerales  
 tierra y tecnología - Hidrogeología  
 tierra y tecnología - Hidrocarburos  
 tierra y tecnología - Geofísica  
 tierra y tecnología - Mineralogía  
 tierra y tecnología - Construcción y auxiliar  
 tierra y tecnología - Energía eléctrica, agua y gas,  
 así como ...

**... otros sectores relacionados con las Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente**

**SOLICITUD DE SUSCRIPCION**



REMITIR A:

Ilustre Colegio Oficial de Geólogos  
 Avda. Reina Victoria, 8 - 4º B - 28003 MADRID  
 Telf.: 91 - 553 24 03 - Fax : 91 - 533 03 43

Nombre ..... DNI .....

Empresa ..... CIF .....

Actividad .....

Calle .....

C.P. .... Población ..... Provincia .....

Telf. .... Fax .....

**Formas de Pago:**

- Cheque bancario adjunto nº .....
- Giro Postal nº .....

(Suscripción anual 2.500,- ptas.)

**Conforme:**

(Firma y sello de la empresa)



Ilustre Colegio Oficial de Geólogos

Administración y Redacción  
Avda. de Reina Victoria, 8-4.º B  
28003 MADRID  
Teléfono 91-5532403  
e-mail: icog@icog.es http://www.icog.es

**COMITÉ EDITORIAL**  
Director. Editor Principal  
Juan José Durán Valsero

**Editores Adjuntos**  
Alfonso Arribas Herrera  
Pablo Gumiel Martínez  
José Luis Ordóñez Fernández  
Jaime Palacio Suárez  
Manuel Rolandi Sánchez-Solís

**Colaboradores**  
Eleuterio Baeza Chico  
Luis Barceló Vidal  
Carlos Busón Buesa  
Alejandro Chacón Auge  
Roberto García Barbero  
Eugenio Guerrero Serrano  
Juan Pequeño Pequeño  
Matilde Pertierra Rey  
Félix Quiralte López  
Lidia Ranz Villarino  
Manuel Regueiro y González Barros  
Benito Eladio Rivera Prieto  
Gonzalo Santacruz de la Torre  
Leandro Sequeiros Sanromán  
Luis Eugenio Suárez Ordóñez  
Mercedes Vallejo Ordóñez  
Miguel Angel Verdugo Bravo

**Corresponsales**  
María Reyes Alfaro Ruiz (Navarra)  
Javier Burillo Panivino (Aragón)  
Jesús Cruz Jiménez (Castilla-León)  
Antonio Jesús González Barrios (Andalucía)  
Francisco Illana Martos (Andalucía)  
Pedro Muñoz Barco (Extremadura)  
José Antonio Sánchez Espinosa (Murcia)

**Colaboradores Especiales**  
Joaquín Araújo  
Ramón Sánchez-Ocaña

**Diseño, Composición e Impresión**  
Gráficas Summa, S. A.  
Tel. (91) 326 48 56  
(98) 526 10 00

**En Portada**  
Panorámica del Río Epulu (Zaire)  
Fotografía: Ignacio J. González

ISSN: 1131-5016  
Depósito legal: M. 10.137-1992

Tierra y Tecnología mantiene contactos con numerosos profesionales de las Ciencias de la Tierra y disciplinas conexas para la evaluación de los artículos de carácter científico o innovador que se publican en la Revista.

Los trabajos publicados expresan exclusivamente la opinión de los autores y la Revista no se hace responsable de su contenido.

En lo relativo a los derechos de publicación, los contenidos de los artículos podrán reproducirse siempre que se cite expresamente la fuente.

## SUMARIO / N.ºs 16 y 17 - 2.º trimestre de 1997

Editorial .....	4
Correo abierto .....	5
<b>geoarqueología</b>	
Geoarqueología en el Alto Zaire .....	7
<b>tecnología</b>	
El televisor acústico, una herramienta para el análisis de la fracturación .....	15
<b>medio ambiente</b>	
Entre el cielo y la tierra .....	23
<b>aguas subterráneas</b>	
Situación actual y perspectivas de los acuíferos de la provincia de Málaga ...	29
<b>rocas ornamentales</b>	
Política ambiental en el sector de rocas ornamentales en Portugal .....	39
<b>geotecnia</b>	
Caracterización geotécnica de los materiales volcánicos del archipiélago canario	45
<b>cosmos</b>	
Azuara: una hipótesis de impacto meteorítico .....	51
<b>eurotitulaciones</b>	
Los Títulos Europeos o Eurotítulos .....	57
<b>entrevista</b>	
Emilio Custodio Gimena, Director General del Instituto Tecnológico Geominero de España	65
<b>patrimonio geológico</b>	
Los Barruecos, primer monumento natural de Extremadura .....	69
Cavidad kárstica y playa de Gulpuyuri (Asturias) .....	73
<b>geología y cine</b>	
Emilio Aragón contra el volcán.....	76
Toda España es Dante's Peak.....	77
<b>arte</b>	
Angel Martín Serrano: La plástica del continente blanco .....	78
Sobre intervenciones artísticas en y desde la naturaleza .....	80
<b>balnearios</b>	
El repuntar de los balnearios: el caso de Carratraca (Málaga) .....	84
<b>deporte y naturaleza</b>	
Aspectos geológico del deporte del barranquismo en Guara (Huesca).....	89
<b>tecnologías de la información</b>	
El teletrabajo y su posible aplicación en el campo de las Ciencias .....	95
<b>historia de la geología</b>	
Historia de una piedra.....	100
<b>evolución</b>	
La difusión del registro geológico.....	104
<b>naturaleza con firma</b>	
Divulgación .....	106
<b>tesoros de la naturaleza</b>	
Esfalerita de Aliva (Cantabria) - Nuevos trilobites del Carbonífero Inferior... 107	
<b>legislación</b>	
Las competencias profesionales del geólogo .....	108
<b>La brújula</b> .....	110
<b>miscelánea</b> .....	114
<b>noticias - administraciones públicas - empresas - proyectos - breves.....</b>	115
<b>opinión</b>	
«El agua, fuente de vida... y de muerte» .....	118

# Terremotos

Los terremotos que desde el día 22 de mayo han venido sucediéndose en la provincia de Lugo, han alarmado a la población y sorprendido a muchos técnicos, poniendo en evidencia las limitaciones de todo análisis de la peligrosidad sísmica que no se apoye en una profunda base de información geológica. Esta impresión coincide con la surgida de la ocurrencia de fuertes terremotos, como los de Cutch (1819), en la India, o los más recientes de Tennant Creeck (1986, Australia), Ungava (1989, Canadá) o Killari (1993, India), todos ellos en zonas consideradas estables y donde los datos históricos apuntaban a clasificarlas como de escasa o nula sismicidad, alertando de que algo no concuerda entre la realidad y los enfoques de predicción basados únicamente en los registros de datos sísmicos y los métodos estadísticos, habituales herramientas en las que se basan los mapas de actividad o de peligrosidad. Estos sistemas de clasificación de la peligrosidad sísmica implican que las normas de construcción sismorresistente se adecúen principalmente a dichos criterios históricos y estadísticos. Las consecuencias pueden ser en muchos países catastróficas. En España, la sismicidad histórica señala ciertas zonas más activas y otras de escasa o desconocida actividad sísmica en épocas históricas. Sin embargo nuestro catálogo sísmico no es una herramienta completa en la que puedan basarse estudios de alta fiabilidad estadística, ya que sus datos sólo son homogéneos y completos para el periodo más cercano, en torno a los últimos 150 años.

La sismicidad es la respuesta a una actividad tectónica, proceso geológico cuya escala temporal es muy diferente a la que utilizamos para medir los acontecimientos humanos. En las zonas de alta actividad sísmica las fallas que generan la sismicidad pueden alcanzar velocidades de varios centímetros al año y los periodos de retorno de los grandes terremotos se miden en varias decenas o un centenar de años. En los países avanzados en los que se da alta sismicidad, como Japón, Estados Unidos o Nueva Zelanda, los estudios de estimación de peligrosidad sísmica cuentan con el estudio y cuantificación de los parámetros geológicos (identificación de fallas sismogénicas, velocidad de deslizamiento y régimen tectónico, deformación regional), pero es en las zonas consideradas estables o de baja sismicidad donde esta información geológica se hace del todo imprescindible. En esas zonas las velocidades de deslizamiento en fallas son de décimas de milímetro y

los periodos de recurrencia de grandes terremotos del orden del millar de años o mayor, por lo que el último terremoto potencialmente destructivo sólo se encuentra a partir del registro geológico. En todos los casos la clave para el conocimiento de la peligrosidad está en el estudio de ese registro geológico, en términos de su actividad tectónica y sus relaciones tanto con la paleosismicidad como con los terremotos actuales, incluyendo a los seismos sólo sensibles a las redes de microsismicidad.

La incorporación de datos geológicos a los estudios de sismicidad es la respuesta actual a la *predicción razonable* de la peligrosidad de una región. Desde ahí debe trasladarse a las normativas y a la legislación que acompañan a las medidas de prevención. Prevención, información ciudadana, protección civil, planes de emergencia y, en resumen, *servicio público* antes, durante y después del terremoto, son medidas obligadas en nuestra sociedad. El terremoto que vivieron los pueblos de Lugo, y la serie de réplicas que le siguieron, han demostrado la ausencia de estas medidas, a pesar de que ya en 1995 hubo otros terremotos relativamente importantes en la misma zona, entre Sarriá, Triacastela y Becerreá, y de que se había iniciado un periodo de frecuentes réplicas desde entonces. Los mapas de peligrosidad no señalaban la posibilidad de que ocurriera un terremoto de la magnitud del ocurrido el 22 de mayo en Lugo. La población sufrió alarma general, sin saber qué hacer, y hubo daños materiales y una víctima, consecuencia de un infarto. Es necesario plantear la serie de estudios coordinados entre sismólogos y geólogos que permitan conocer mejor, tanto las zonas de mayor actividad sísmica (Andalucía o Murcia), como las hasta ahora consideradas no activas, desplegando las metodologías y recursos que a esta altura de la Década Internacional de Prevención de Riesgos Naturales es exigible. Además deben tomarse las medidas de educación y de información adecuadas a las características de cada región, para que en todo caso la población sepa qué puede esperar y qué medidas personales debe tomar en cada caso. Educación e información son las armas esenciales contra el temor infundado.

Luis I. González de Vallejo. Catedrático de Ingeniería Geológica U.C.M.

Ramón Capote. Catedrático de Geodinámica U.C.M.

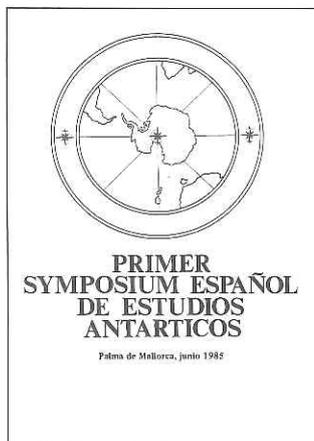
# Correo abierto

## Error antártico

En mi poder, la revista TIERRA Y TECNOLOGIA, n.º 14 y 15, donde, me ha gustado mucho el nivel de los artículos de investigación. Enhorabuena y espero que bajo tu digna dirección, mejore la revista.

Sin embargo, quiero hacer una puntualización con respecto al recuadro en el artículo de Jerónimo López, en la página 9. Se trata de una errata:

– Se cita el 1.º Simposio de Estudios Antárticos como celebrado en Fuengirola, en 1986. Eso no es correcto. el 1.º Simposio Español de Estudios Antárticos se celebró en Palma de Mallorca, en junio de 1985.



– Fue financiado en su totalidad por el Presidente de la Asociación «España en la Antártida», don Guillermo Crins.

– El Secretario General del Comité Organizador fue el firmante de esta carta.

Adjunto, sobre este hecho histórico, ya que fue el 1.º, fotocopias de:

La portada de las Actas de dicho Simposio

Aceptación de SU MAJESTAD EL REY, de la Presidencia de Honor

Composición del Comité de Honor y del Comité Organizador  
Reseña sobre el Simposio del «Polar Record», 22(141) : 679-707 (1985) que acreditan este hecho, repito, histórico, ya que en esos momentos, España no estaba todavía en el Tratado Antártico y su Base Polar la montó en el verano austral de 1987-1988.

*Adolfo Eraso*

N. R. Efectivamente, así es. En Fuengirola se celebró un Taller sobre Investigaciones Antárticas y esto fue lo que originó la confusión. Por su interés histórico reproducimos dos de los documentos que Adolfo Eraso nos ha enviado, junto con su documentada corrección.

## Sobre el vertedero de Bens

Muy distinguido amigo y colega:

En primer lugar debo agradecerte tus desvelos para conseguir una publicación como TIERRA Y TECNOLOGIA en la que normalmente se publican artículos llenos de interés y actualidad sobre Geología en general. Como miembro fundador del Colegio Oficial

de Geólogos te puedo decir que es en muchos años, una de las primeras iniciativas positivas que me sirve el Colegio, ya que las demás, por mi lejanía al centro de España, me llegan con retraso o son casi imposibles de aprovechar por el gasto adicional que suponen para mis mermados caudales.

El objeto de esta carta es para llamarte la atención sobre el contenido del último número de TIERRA Y TECNOLOGIA, donde en el apartado final de «Noticias-administraciones públicas-empresas-proyectos-breves», en donde aparece una referencia sobre el problema del vertedero de Bens de la ciudad de A Coruña, donde se produjo un desprendimiento a finales del año pasado. Ignoro la fuente que os ha suministrado esa información que es sin duda alguna errónea y/o pretenciosa. Llevo empadronado en A Coruña desde hace 41 años y conozco perfectamente la historia del tratamiento de los R.S.U. de la ciudad, desde que se echaban directamente a la playa de Riazor hasta que se eligió la ubicación en donde se produjo el desastre, habiendo participado además en la selección del actual vertedero (que aún no se ha caído). Independientemente de que los que llevan la empresa de FEROGASA sean o no primos, y que uno de ellos haya sido alcalde de A Coruña, te puedo probar que el manejo del vertedero de Bens, el que se derrumbó, ha sido exclusiva responsabilidad del actual alcalde de A Coruña. De que ha justificado bastantes millones en obras que nunca hizo, pero que de haberse realizado hubieran impedido el derrumbamiento del vertedero y muchas otras cosas más. Por lo que se refiere al problema de los gitanos y los payos que viven en el poblado del Portiño es otra desinformación que introduce el corresponsal de la revista. Una cosa es el caso del poblado de O Portiño, que no es tal poblado sino un desembarcadero de lanchas de pesca que en el verano contaba además con un par de pequeños chiringuitos. Este es el «poblado» que apareció dramáticamente inundado de basuras en las imágenes de TV y periódicos. En él no vivían ni gitanos ni payos, a lo sumo algún perro que no aparece reseñado como baja en las referencias periodísticas. La única víctima humana fue un jubilado que estaba en un lavadero público situado en la vertical del vertedero, limpiando su coche para revenderlo el mismo día y cuyo cadáver aún no ha aparecido oficialmente, a pesar de que se encontró el de una persona de las mismas características, vestido igual, etc. pero que «que no se sabe quién es». El poblado de gitanos y payos se sitúa en la otra margen del valle en la que se produjo el desprendimiento, y siempre topográficamente por encima del nivel de riesgo, y siempre soportando los mismos olores que en un momento dado, a fines del año pasado hubieron de soportar los habitantes de A Coruña durante 2 ó 3 semanas. También conozco la historia de ese asentamiento humano que llegó después que el vertedero, pero que en algunos casos, vive del reciclado de los residuos urbanos, desde mucho antes del derrumbamiento, pero mucho después de la instalación del vertedero de A Coruña en ese punto. En fin, aunque no tengo intereses en el asunto conozco bastante el tema, mucho más que quien redactó la noticia en nuestra revista, y te puedo decir que es más complejo de lo que aparenta y que los dueños de FEROGASA no son más que unos empresarios a los que obviamente interesa hacer buenos negocios, pero que no son los culpables del desastre de referencia sino unos más dentro del ingente número de personas perjudicadas por el desastre.

*Juan Ramón Vidal Román.* Colegiado n.º 92. A Coruña.

N. R. Las fuentes de información a las que se alude fueron exclusivamente las únicas de dominio público: los medios de comunicación escritos.

**ACMIPA contesta**

Distinguido señor director de *Tierra y Tecnología*:

Me dirijo a Vd. como presidente de la Asociación cordobesa de Mineralogía y Paleontología (ACMIPA) para responder al comentario que aparece en el último número de T & T, bajo el título: «Punto de vista: aficionados vs. profesionales». Y lo hago con el ruego de que publiquen la siguiente réplica:

En el comentario se afirma que el número extraordinario de la revista de ACMIPA sobre el Mioceno de Córdoba, es una buena muestra de cómo se ha de transmitir a los aficionados el contenido del registro geológico, y eso es lo importante. Pero la crítica se centra en dos páginas de las 54, realizando algunas interpretaciones que habría que matizar:

1. Se afirma que los destinatarios de la revista «ACMIPA» son otros aficionados a recoger objetos variados del suelo (sic). En realidad se dirige a aficionados a la paleontología (no necesariamente a recoger objetos), geólogos, profesores de primaria, secundaria y universitarios, Instituciones locales y regionales de Cultura y Medio Ambiente e intercambios con museos.

2. Se critica la afirmación de que algunos aficionados llegan a veces a convertirse en verdaderos expertos. No se afirma que se conviertan en paleontólogos (nada puede suplir una adecuada formación universitaria), pero sí pueden llegar a ser interesados, estudiosos y colaboradores de la ciencia y de la conservación del patrimonio. Se afirma que los paleontólogos difieren de los aficionados en que siguen a rajatabla las legislaciones vigentes. Son tareas distintas: el primero come de ello y el segundo satisface su curiosidad y cultiva su tiempo libre; pero los dos deben cumplir las legislaciones que en cada caso le atañen. ACMIPA figura en el registro de asociaciones culturales, tiene legalmente aprobados sus estatutos y solicita los permisos oportunos cada vez que visita una mina, un museo o una propiedad privada.

3. Se critica que se pretenda aumentar los fondos de materiales de minerales y fósiles de la Asociación. Con ellos se pretende hacer un Museo local y colaborar con investigadores, centros docentes y museos.

Como presidente de ACMIPA debo aclarar ciertos puntos para demostrar que la colaboración entre profesionales y aficionados en un caso como el nuestro, pretende y logra metas de interés para el público general y para la geología. Citaré aspectos positivos de esta simbiosis:

1. Es positivo el hecho de reunir más de 100 personas con interés no sólo por las colecciones, sino por aprender geología, asistir a conferencias y cultivar el sano contacto directo con la Naturaleza. Así como ofertar una convocatoria trimestral de actos culturales abierta a todo el público y crear una conciencia social que valore y proteja el patrimonio geológico.

2. Es positivo aprovechar lo que hay de bueno en un aficionado para que desarrolle su actividad en unos cauces legales y de colaboración. Una «excomunió» proveniente de la autoridad científica por recoger una miserable terebrátula del suelo en un lugar donde hay millones, de los que el 95 % las destruyen unas máquinas y el 5 % la erosión, sería negativa e inoperante.

3. Ha sido positivo llevar a cabo cuatro exposiciones de minerales y fósiles en la ciudad. La última, «Córdoba, hace diez millones de años», combinaba didácticamente los fósiles con la información de los paneles. Un acontecimiento así supone crear un clima favorable hacia la divulgación geológica y una sensibilidad en las autoridades.

En otros ámbitos de la ciencia funciona la simbiosis profesionales-aficionados. Ningún astrónomo se enfada porque un astrófilo descubra un cometa o una supernova, e incluso reciben sin desprecios sus comunicaciones. ¿No están los museos en gran parte surtidos de aportaciones de aficionados? ¿No ha sido muchas veces la información de un aficionado quien ha alertado a la comunidad científica sobre la localización o la importancia de un yacimiento?

Por desgracia, las afirmaciones de Alfonso Arribas en el comentario, son ciertas en cuanto a las actitudes de sustracción de materiales sin los pertinentes permisos y expolio de yacimientos. Quizá evitemos estos sucesos educando a los aficionados (hacerlos desaparecer sería imposible). En cualquier caso la actitud de ACMIPA no pretende ser decimonónica, sino más bien una tendencia del siglo XXI, que ya en el XIX ha dado buenos resultados en países como el Reino Unido.

Atentamente,

*Jesús Melero Vará*  
Presidente de ACMIPA

N. R. Tal como anunciábamos en el número anterior, el tema aficionados vs. profesionales es complejo y admite diferentes puntos de vista. El de ACMIPA corresponde al de una de las asociaciones donde conviven aficionados y profesionales, intentando encontrar vías de entendimiento.

# Geoarqueología en el Alto Zaire

## Ignacio González

Nacho (que no Ignacio) González cursó sus estudios de Geología en la Universidad de Oviedo, realizando su Tesis de Licenciatura en Sedimentología. En 1995 se incorporó al Proyecto Ituri de la Universidad de Harvard. Actualmente realiza un estudio sedimentológico sobre la génesis de evaporitas en la cuenca del Turfan (República Popular de China).

*Enmarcado dentro del proyecto Ituri, iniciado en 1980 por el Dr. R. C. Bealey de la Universidad de Harvard el objetivo general del trabajo, consiste en reconocer unos yacimientos arqueológicos situados en el África ecuatorial con el fin de ampliar los conocimientos sobre la prehistoria de Ituru, en el Alto Zaire. Esta zona presenta una gran biodiversidad, situada entre el Rift africano y la cubeta del Zaire.*

*Following the Ituri Project, starting up in 1980 by Dr. R. C. Bealey from the Harvard University, the target of this project is to know a group of archaeological deposits at equatorial Africa aimed to improve the Knowledge of the Itura (High Zaire) prehistory.*

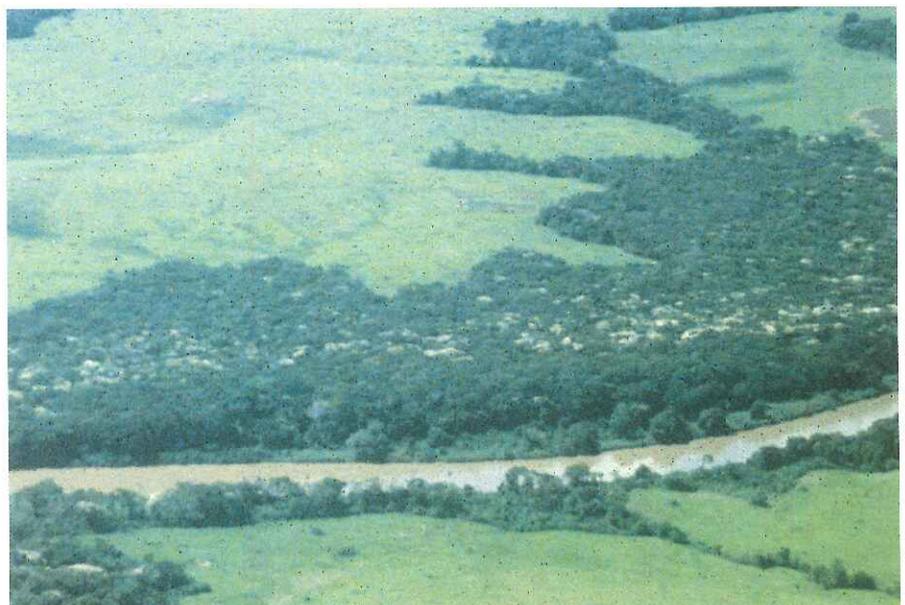
## Una región singular

Situada en el África ecuatorial y con una superficie similar a la de Andalucía, el Alto Zaire es una de las regiones menos estudiadas del planeta. En su territorio se localizan las selvas del Ituri, habitadas por la comunidad de Bambutis, conocidos en occidente como pigmeos, así como por ser el hábitat de uno de los mamíferos más sorprendentes, el okapi. La biodiversidad es enorme, con más de 11.000 especies de plantas, 3.200 endémicas de esta región; 409 especies de mamíferos, 1.086 de pájaros, 80 de anfibios y un número sin determinar de especies de insectos. Es un enclave de fragmen-

tación de lenguas del África Central, reconociéndose tres troncos diferentes, el Bantú, el Sudánico centro-oriental y el Ubanguense. También es zona de transición entre selva y sabana, y geológicamente, a caballo entre un área dominada por la tectónica del rift africano al este y al oeste por la cubeta del río Zaire.

## Objetivos de nuestro trabajo

El objetivo general de nuestro trabajo en esta región era realizar un reconocimiento de una serie de yacimientos arqueológicos, que permitieran



Transición entre selva y sabana, vista desde el trayecto en avioneta entre Bunia y Mombasa.

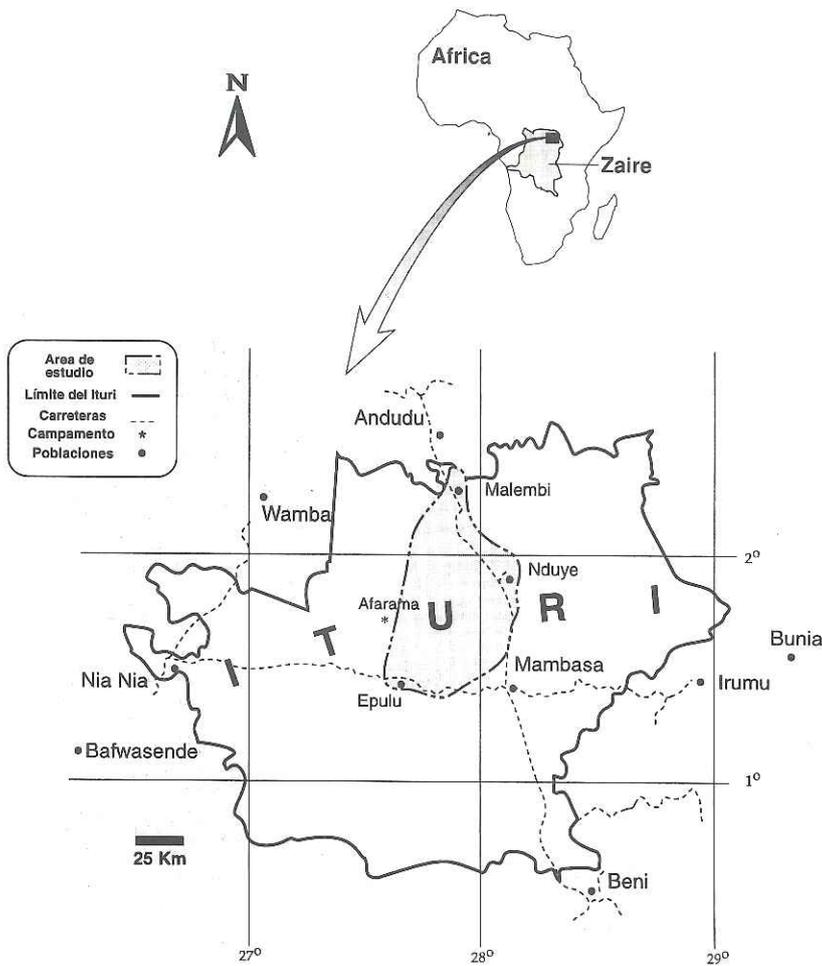


Figura 1. Localización del área de estudio.

un mayor reconocimiento de la prehistoria del Ituri, así como la contextualización y evolución geológica de los mismos. La expedición se enmarcaba

en el proyecto Ituri, iniciado en 1980 por el Dr. R. C. Bealey de la Universidad de Harvard (actualmente Catedrático de Antropología de la Universidad

de Los Angeles, EE. UU.) y contábamos con la colaboración del Ministerio de Educación y Ciencia Español y el respaldo del Departamento de Prehistoria de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), el Instituto Nacional de Museos del Zaire, el Instituto Zaireño para la Conservación de la Naturaleza y el Centro para la Formación y Conservación Forestal del Zaire.

El planteamiento de un trabajo en esta zona africana supuso, en primer lugar, enfrentarse a problemas logísticos importantes. La práctica inexistencia de estudios geológicos previos impedía suponer a priori lo que nos encontraríamos en el campo, lo cual nos mantenía constantemente a la expectativa de posibles sorpresas. Por otra parte, la inestabilidad política del país y la falta de infraestructuras de cualquier tipo suponían dificultades añadidas que tampoco podíamos desdeñar. Todo ello nos hizo darnos cuenta muy pronto de que debíamos emplear más tiempo en resolver problemas de tipo logístico que en desarrollar dicho trabajo.

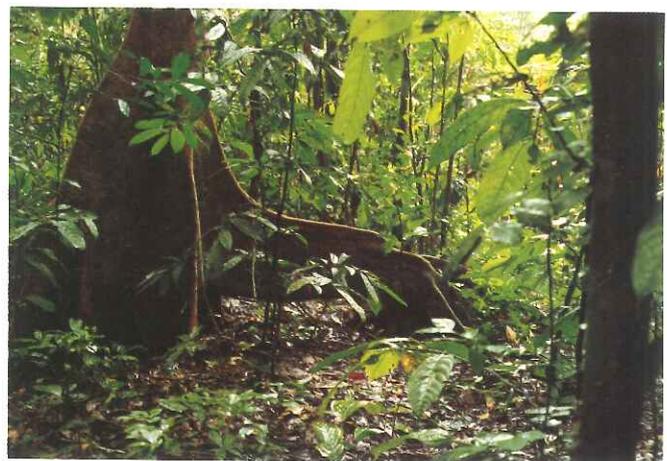
### De Madrid al alto Zaire

A finales del mes de marzo de 1995 partió hacia la selva del Ituri un equipo mixto de antropólogos y geólogos españoles (Julio Mercader, antropólogo de la UCM; Julián Guerrero geólogo; y Olga Carreras, estudiante de antropología en la UCM), a los que el autor de estas líneas se incorporaría dos meses y medio más tarde.

Al tiempo que preparaba mi incorporación al equipo, estallaba en el Zaire un rebrote del ébola, un virus hemorrágico para el que aún no existe tratamiento y que causa la muerte al



Selva de Ituri.



Interior del bosque.



Paisaje de Epulu.

90% de las personas infectadas. 500.000 personas eran puestas en cuarentena en la ciudad de Kikwit y la Organización Mundial de la Salud (OMS) trataba de tranquilizar sobre el control del brote a los países europeos, pero la epidemia parecía extenderse hacia el noroeste del país. Ello complicaba sin duda nuestra situación, ya que en cualquier momento la epidemia podría extenderse a través de la conocida Ruta del Sida, que llegaba hasta el Ituri vía Kisangani. Esto nos obligó a tener prevista una posible evacuación en avioneta a Nairobi (Kenya) en el caso de que algún caso ébola fuera diagnosticado en la zona.

Mientras el resto del equipo realizaba las primeras prospecciones en los yacimientos del norte, en la zona de Nduye, completando los trabajos realizados en Malembi en 1993, yo me encontraba en Nairobi, intentando confirmar la plaza en una avioneta que me llevaría a través de Uganda, hasta la ciudad fronteriza de Bunia (Zaire). Desde allí debía volar en otra avioneta hasta Mambasa, cuya pista de aterrizaje, como descubriría días más tarde, se trataba de un diminuto claro en medio del bosque con una pendiente cuesta arriba que ayudaba a frenar el aterrizaje en menos espacio del que se necesitaba en una pista normal. Allí me reuniría días más tarde con el resto del equipo para comenzar la segunda etapa del trabajo en Epulu. Estas esperas se producían porque las pistas estaban en muy mal estado y los vehículos dis-

ponibles eran muy escasos, lo que nos obligaba a esperar hasta que algún misionero de la zona tuviera que realizar un viaje. En Mambasa obtuvimos parte de los permisos necesarios para permanecer y trabajar en la zona y realizamos algunas compras de material (machetes, platos, cazos, ...). Cuatro días después salimos hacia Epulu, un pequeño poblado a 60 km de Mambasa, centro de la reserva de okapis y la base desde donde se coordinan todas las actividades del parque. La pista estaba seca, ya que no había llovido en varios días, con lo que pudimos realizar el trayecto en apenas 8 horas.

### El escenario de los trabajos científicos

En el Alto Zaire no hay teléfonos, no hay radio (excepto la de las misiones), no hay televisión, no hay correo. Nuestra única ventana con el exterior era una línea de satélite del equipo suizo del Proyecto Okapi, a través del cual, tras 22 días de viaje, pude conectar con España, para al menos decir que había cubierto la primera etapa del viaje sin contratiempos graves. Para el correo, las cartas que escribíamos se las dábamos a algún misionero que de tarde en tarde salía de la zona; éste a su vez se las daba a alguna otra persona con destino a Nairobi, y allí, 1.000 km al este, eran echadas al buzón.

Durante nuestra estancia en Upulu y mientras los antropólogos realizaban entrevistas a guías locales para que nos



Marmitas de gigante en la ribera del río Epulu.

indicaran lugares en el bosque con posibles yacimientos, los geólogos tomábamos muestras de las riberas del río Epulu, uno de los más importantes de la zona. El trabajo entrañaba su riesgo y mientras uno efectuaba las mediciones y tomaba las muestras, el otro permanecía atento por si aparecía algún cocodrilo, frecuentes en la zona y motivo de más de un accidente. En los gneises provenientes de monzogranitos que el río ponía al descubierto se desarrollaban formaciones típicamente kársticas de rocas calizas.

Esta área había sido estudiada por los geólogos belgas J. Lavreau y D. Ledent a mediados de los años setenta y principios de los ochenta. Nos encontrábamos en medio del Macizo Granitoide del Alto Zaire, entre el Rift africano al este y la cubeta del río Zaire al oeste. Los materiales en esta zona tienen una antigüedad comprendida entre los 2.900 y 2.000 millones de años, caracterizándose por ser un enjambre de intrusiones ígneas sin apenas deformación, lo que indica que desde su origen la zona ha sido tectónicamente tranquila. Las intrusiones son granodioritas, granitoides ricos en cuarzo, tonalitas, anfibolitas y diques de diabasas principalmente. Entre ellas se encuentran partes del Kibaliense, que son *greenstone belts*.

Aunque al inicio de la campaña se había tomado la determinación de excavar abrigos que no estuvieran a más de tres horas de viaje del campamento base, en Epulu, decidimos prospectar

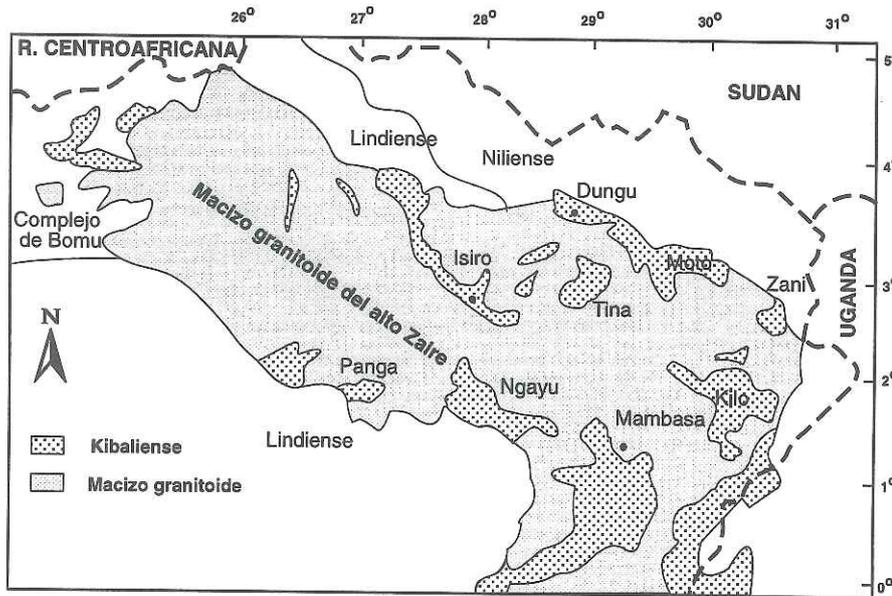


Figura 2. Esquema geológico.

dos lugares de interés situados 30 km. hacia el interior del bosque, ya que parecían los dos únicos sitios con posibilidades ciertas de realizar con éxito nuestro trabajo. Esto suponía instalar un campamento en el interior del bosque y todas las mañanas caminar una hora hasta el yacimiento para ir y otra para volver. Afortunadamente, nos informaron de que cerca de nuestra zona había un campamento que era utilizado en ocasiones por botánicos y que permitía eliminar los problemas de tener que montar toda la infraestructura de un nuevo campamento. Esto permitiría permanecer en el interior del bosque periodos comprendidos entre dos y tres semanas, al cabo de las cuales regresaríamos a Epulu para abastecernos e ir trasladando el material recogido.

Veinticinco días después de haber

salido del aeropuerto de Barajas y en compañía de 15 porteadores, me encontraba caminando hacia el campamento botánico (Afarama) –vacío en aquellos meses–, rumbo al lugar en donde definitivamente tendríamos que centrar la realización de nuestro trabajo. En el interior del bosque la temperatura era muy agradable y la humedad sólo se volvía casi insoportable cuando llovía. La vegetación estaba muy estratificada y a diferencia de lo que normalmente uno se imagina, no era difícil caminar entre ella. Sin embargo, situar las muestras que tomábamos era una tarea difícil. El GPS era inservible en el interior del bosque porque una superficie arbolada de unos 40 m. que nos cubría permanentemente, absorbía las señales de los satélites. Y un mapa, sin cotas que sólo mostraba la red hi-

drológica basada en unas fotos aéreas del año 57, apenas servía de referencia. Finalmente resolvimos el problema tomando tiempos de marcha y orientación de la ruta. De esta forma, y dado que nos vimos obligados a realizar el mismo recorrido de 30 km. en varias ocasiones, llegamos a establecer con cierta precisión la situación de los 8 puntos en los que pudimos recoger muestras. Cada parada exigía que todo el grupo se detuviera y que ante el material recogido uno de los porteadores se esperara lo peor, ya que el peso que aportaba la carga de las muestras en las mochilas era considerable. De las muestras tomadas, una de las cosas que pudimos constatar posteriormente en el laboratorio fue que, a pesar de que en la mayoría de las ocasiones sólo se pudo romper la parte más superficial de las rocas y que éstas estaban recubiertas de musgos y otras plantas, los minerales que se observaron en las láminas delgadas estaban frescos. Como iríamos comprobando en diferentes tipos de análisis, no nos encontramos muchas cosas que se suponía que sí que debíamos encontrar.

El relieve que habíamos visto en la zona de Nduye, caracterizado por grandes inselbergs, era ocasionado por la neotectónica asociada al Rift africano que teníamos al este, desapareciendo dicha influencia según nos movíamos al suroeste de la región, hacia Epulu, donde era prácticamente plano, entrando ya en el dominio geográfico de la cubeta central. El rejuvenecimiento de los relieves en Nduye, influiría en la reactivación de la erosión y rejuvenecimiento de los suelos, lo que nos permitió comprender, en parte, el hecho de que los registros ar-



Vegetación característica.



Vista desde el monte Mucondsa, en la que se observa el paisaje de Inselbergs.



Lugar de la excavación, antes de la limpieza.

queológicos que se encontraban en la zona no tuvieron antigüedades que no fueran más allá del Pleistoceno Final.

Después de la travesía, llegamos al campamento de Afarama, al cual regresaríamos para pernoctar todos los días. Para estar en el lugar que estábamos, las condiciones del campamento eran buenas. Incluso disponíamos de pequeñas habitaciones individuales, si bien exigieron cierto periodo de adaptación para acostumbrarse al constante movimiento nocturno de todo tipo de fauna que había en su interior. Al día siguiente, el guía del campamento nos llevó hasta varios lugares que por las descripciones que de ellos nos había hecho consideramos adecuados para las excavaciones. Después de prospectarlos, elegimos el que llamamos DD/4 Lengbe. Veintiocho días después de partir de España, por fin estaba frente al lugar donde debía realizar mi trabajo.

### Las investigaciones geoarqueológicas

El trabajo geológico consistía en describir geomorfológica y petrográficamente los bolos que formaban los afloramientos que pudiéramos encontrar. De los datos obtenidos en los diez yacimientos excavados en Malmbe (campana del 93), los de Nduye y el de Lengbe, se dedujo posteriormente que el origen de los abrigos

era producido por el lajamiento de los bolos graníticos. Esto daba lugar a las viseras de los abrigos y a las zonas protegidas, que sirvieron de cobijo a antiguos pobladores. Por la comparación de los datos geológicos y del registro arqueológico, el factor que condiciona una mayor erosión no es de carácter climático ni vegetal, sino que se identifica con los periodos correspondientes con una presencia humana más intensa.

Esta explicación de las causas erosivas de los bloques, junto con análisis

de geocronología absoluta mediante la técnica del  $^{14}\text{C}$  permitió apoyar una vez más la idea ya mencionada de que uno de los motivos por los que en todas las excavaciones realizadas en la región nunca se habían obtenido registros cronológicamente anteriores al Pleistoceno Final, era porque los lugares en los que hoy se localizan los yacimientos simplemente no existían. No porque la zona no estuviera habitada anteriormente, sino porque las zonas reconocibles como potenciales yacimientos son más modernas. De ahí que en todos los yacimientos excavados el registro arqueológico se inicie siempre en los primeros niveles del registro sedimentario.

Este hecho hace reflexionar sobre la búsqueda de cronologías más antiguas en el registro arqueológico de la región del Ituri, puesto que los yacimientos no deben buscarse en abrigos actuales, sino en complejos graníticos ya dismantelados, o incluso en zonas sin afloramientos rocosos. Sin embargo, debido a la vegetación, la localización de estos yacimientos se convierte en una tarea realmente compleja.

Terminado el trabajo de excavación en el abrigo de Lengbe, procedimos a levantar la columna estratigráfica, tomando muestras para realizar estudios de mineralogía de arcillas, elementos traza y granulometrías. De estos estudios y del de elementos traza de la roca que formaba el abrigo y de la superficie más alterada de la misma, dedujimos que el aporte sedimentario



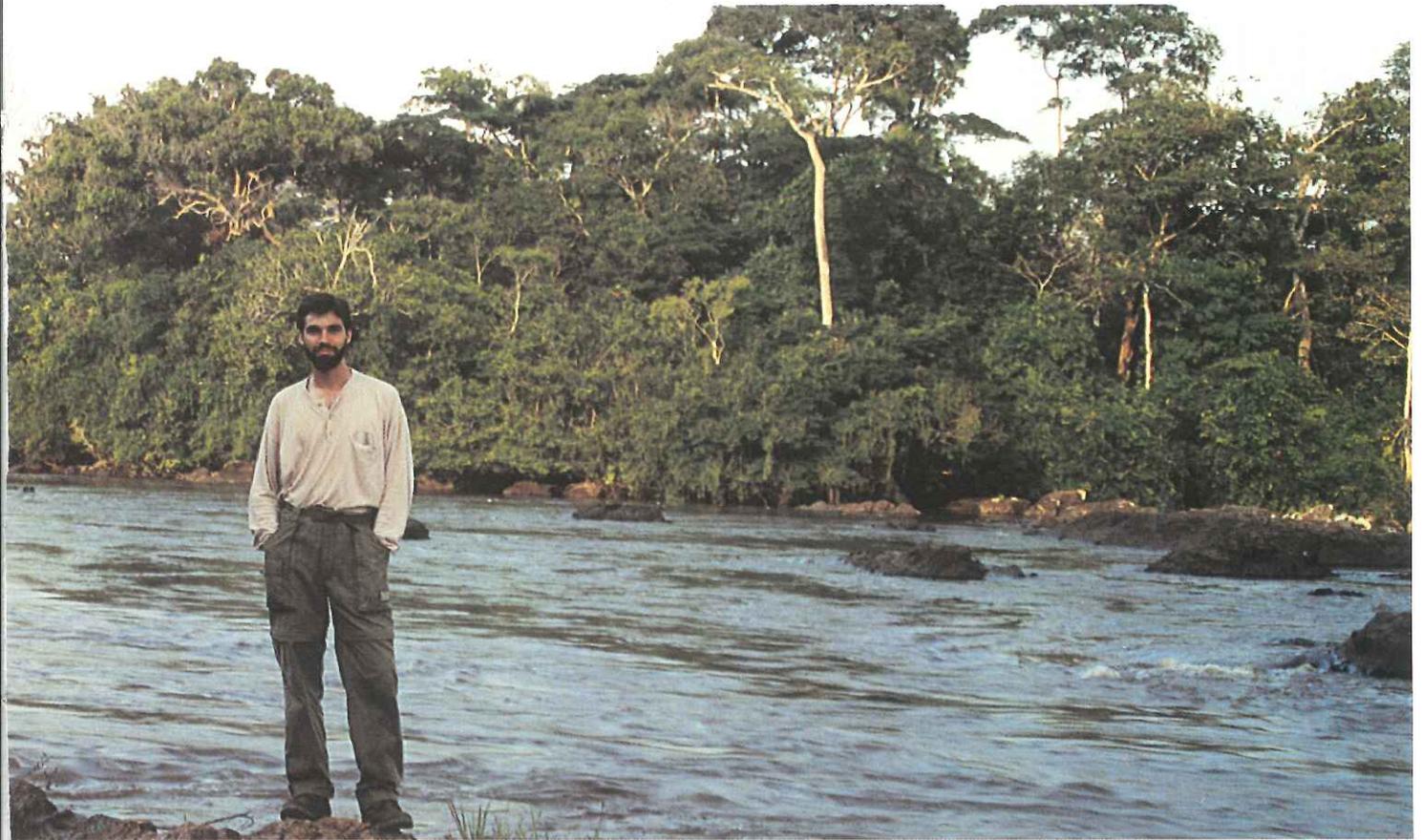
Lugar de la excavación, una vez despejado de vegetación.



Río Epulu.



Carretera entre Mambasa y Epulu.





Perfil de la cata realizada en DD6y LENGBE.

tenía su fuente en el mismo complejo de bolos que formaba el abrigo. En la actualidad se están estudiando las rela-

ciones que pueden existir entre la velocidad de erosión del granito y la velocidad de crecimiento vertical del depósito a través de la evolución espacial del depósito cultural, lo que puede servirnos para establecer pautas de erosión-tiempo en los abrigos y de evolución de las poblaciones de los mismos.

### El regreso

Tras finalizar los trabajos de excavación y reconocimiento geológico de la zona nos dirigimos al campamento de Epulu, y allí estuvimos algunos días preparando nuestra vuelta a Mambasa, organizando las muestras, clasificándolo todo y protegiéndolo para un viaje de salida del país que aún era incierto. Después de trasladarnos a Mambasa, pensamos en recabar información en la zona para, o bien comenzar una nueva excavación, o para recabar información para la siguiente campaña. Días más tarde optamos por realizar el viaje de salida del país apro-

vechando el de uno de los misioneros de Mambasa. Así pues, cerramos la campaña por ese año y salimos del Zaire en un antiguo camión militar italiano a través de la frontera de Kashe hacia Uganda. El trabajo de campo se proseguiría en 1997; sin embargo los conflictos actuales en la región de los Grandes Lagos hacen hoy por hoy que una nueva expedición en la zona sea irrealizable.

### Agradecimientos:

Quisiera agradecer a *Image Center* y muy especialmente a *Octavio Vink* el apoyo suministrado bajo forma de material fotográfico, a la campaña del Ituri; igualmente, la colaboración de un establecimiento de material deportivo, Oxígeno, ha resultado muy estimable. Las fotografías son del firmante, a excepción de los números 1 y 2 cuyo autor es Julio Mercader, al que se agradece igualmente su cesión para este artículo.



Atardecer en Beni.

# El televisor acústico, una herramienta para el análisis de la fracturación en sondeos

R. Campos Egea

Licenciada en Ciencias Geológicas por la U.C.M. en 1985. Fue contratada por el ITGE el año 1991. Actualmente trabaja en el Instituto de Medio Ambiente del CIEMAT y dentro de las líneas de investigación desarrolladas para el Programa de Caracterización Hidrogeológica de Emplazamientos. Pertenece al equipo de investigadores del Proyecto PB92-0314 financiado por la DGICYT.

*El televisor acústico en sondeos (BHTLV) es un método de testificación geofísica no convencional, que proporciona una imagen de la pared del sondeo en forma de registro continuo, a partir de la amplitud y tiempo de tránsito de las ondas acústicas reflejadas. Su interpretación se basa en que la cantidad de energía reflejada por la pared del sondeo depende de sus propiedades físicas, así cualquier característica de la pared del sondeo se puede registrar y representar mediante una "imagen acústica" plana y desplegada dividida verticalmente por el Norte Magnético.*

*La utilización de la sonda BHTLV en varios proyectos ha sido de gran utilidad para la caracterización geométrica de la fracturación de macizos rocosos en profundidad, para la definición de zonas hidráulicamente activas y por último, para el estudio de las redes primarias y secundarias de percolación de fluidos.*

*The Acoustic Borehole Televierer (BHTLV) is a non conventional geophysical method which shows a wall-image log of a borehole, using amplitude waveform (AMWF) and travel time waveform (TTWF) of the acoustic reflected waves. The amount of reflected energy in the hole-wall depends on his physical properties, and any characteristic of the borehole-wall (fractures, dykes, etc.) can be registered and logged through an unfolded flat "acoustic image" vertically divided by the magnetic north.*

*BHTLV has been utilized in several projects and is a useful tool to discriminate and characterize fracturing in depth, hydraulically active zones, and can assist in fracture connectivity and percolation fluid problems.*

## Introducción

Nos separan 20 años de la noticia ... "Una nueva y única herramienta de testificación, llamada Borehole Televierer, ha sido desarrollada para inspeccionar sondeos y evaluar formaciones geológicas. ... la forma de pensar de muchos geólogos e ingenieros ha sido radicalmente influenciada por la fascinante imagen registrada por esta herramienta"... publicada por Zemanek et al., 1969 en el Journal of Petroleum Technology.

Con anterioridad a los años 70 y en muchos casos durante los años 80 y 90, los geólogos en la exploración han estado condicionados por la interpretación de registros geofísicos convencionales (gamma, resistividad etc..) y obligados a la extrapolación de las observaciones, para la evaluación de determinados medios geológicos, ya sea en la aplicación minera, petrolífera o hidrogeológica o, simplemente en investigación básica. La extrapolación suele ser difícil y en ocasiones no definitiva.

El televisor acústico en sondeos (Acoustic Borehole Televierer- BHTLV) es un método de testificación geofísica no convencional, que proporciona una imagen de la pared del sondeo en forma de registro continuo, a partir de la amplitud y tiempo de retorno (tiempo de tránsito) de las ondas acústicas reflejadas en la pared del sondeo. En principio, la sonda BHTLV fue una herramienta desarrollada para evaluar la fracturación en trampas petrolíferas Woods (1963), Kotyakhov & Serbrennikov (1964), Mullins (1966), Pickett & Reynolds (1969). Con el tiempo, se ha utilizado también para resolver otros problemas relacionados con la investigación en sondeos, Zemanek et al., (1969 y 1970), Koerperich (1978), ya que la testificación convencional de los mismos, ofrece en general, sólo respuestas cualitativas de algunos de los problemas planteados.

La interpretación de los datos de la sonda BHTLV se basa en que la cantidad de energía reflejada por la pared del sondeo depende de sus propiedades físicas, así cualquier característica de

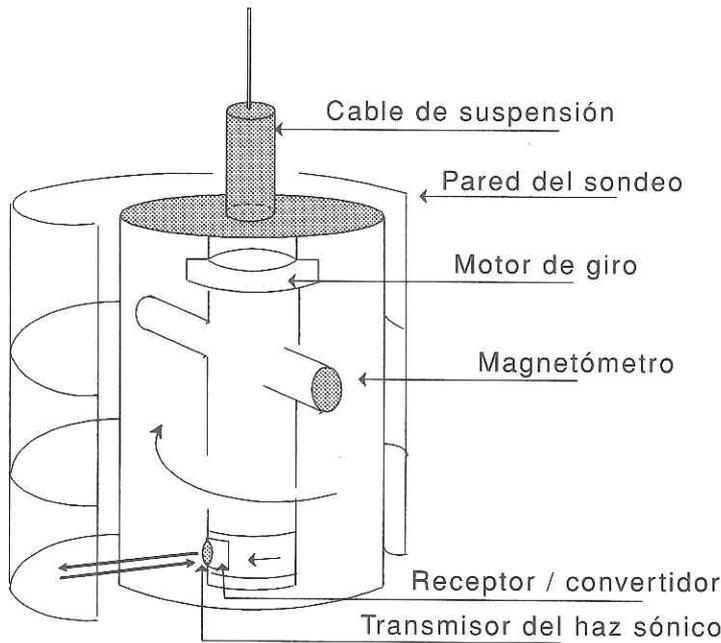


Figura 1.—Esquema de la sonda de Televisor Acústico (BHTLV), mostrando sus componentes principales. (Basado en Zemanek et al., 1970).

dicha pared, se puede registrar de forma analógica o digital, y representar mediante una "imagen acústica" plana y desplegada dividida verticalmente por el Norte Magnético. El BHTLV permite la identificación y descripción de fracturas naturales o inducidas (diques, venas, cambios de litología en sondeos etc...), siendo de gran valor para la caracterización geológica de estructuras en profundidad.

receptor apunta a la dirección del Norte magnético, y puesto que éste rota a una velocidad uniforme, se conoce en todo momento su orientación. Por último, la información sobre la profundidad se obtiene de la longitud del cable. La combinación de la rotación y el continuo movimiento en la vertical de la sonda, dan como resultado una espiral continua de la pared del sondeo (Zemanek et al., 1970).

La sonda BHTLV produce una

imagen a partir de la amplitud y tiempo de retorno (tiempo de tránsito) de una energía acústica reflejada. Por lo tanto, hay que tener en cuenta que esta cantidad de energía reflejada en la pared del sondeo depende de sus propiedades físicas, de forma que una superficie suave y pulida refleja mejor la energía que una superficie rugosa, y una superficie dura y compacta mejor que una blanda y disgregada. Por consiguiente, estructuras como venas, fracturas o zonas de fracturación, van a disipar la energía acústica y por lo tanto van a romper la uniformidad de los registros.

Todas las características planares, siempre que dichas características no sean perpendiculares o paralelas al eje del sondeo, intersectan a la pared del sondeo según una elipse (figura 2), la cual se identifica en el registro como una curva sinusoidal, que sirve para cuantificar la dirección de buzamiento y el buzamiento de la fractura ( $\beta$ ). Para determinar la dirección de la fractura basta con encontrar el mínimo del senoide y leer en la escala correspondiente; esta dirección será la de máximo buzamiento o azimut. El ángulo de buzamiento ( $\beta$ ) se determina midiendo la amplitud del senoide de pico a pico ( $h$ ), (figura 2), en relación con el diámetro del sondeo ( $d$ ), de tal forma que:  $\beta = \text{tg}^{-1}(h/d)$ .

Como ayuda a la interpretación, se puede además realizar una simple clasificación de las discontinuidades de-

### Descripción e interpretación

Las partes fundamentales de la sonda BHTLV se muestran en la figura 1, cuyos componentes principales son: el cable de suspensión que contiene los conectores eléctricos, el motor de giro, el magnetómetro para registrar el Norte en cada revolución, el transmisor del haz sónico y el receptor-convertidor del haz reflejado.

La sonda BHTLV opera de forma que los pulsos sónicos son dirigidos directamente a la pared del sondeo, donde una porción de cada pulso es reflejado hacia el receptor, éste convierte los pulsos de sonido reflejados en señales eléctricas, las cuales pueden ser utilizadas en la superficie para producir el log. La información sobre orientación se realiza de forma que el pulso sónico se envía en el momento que el

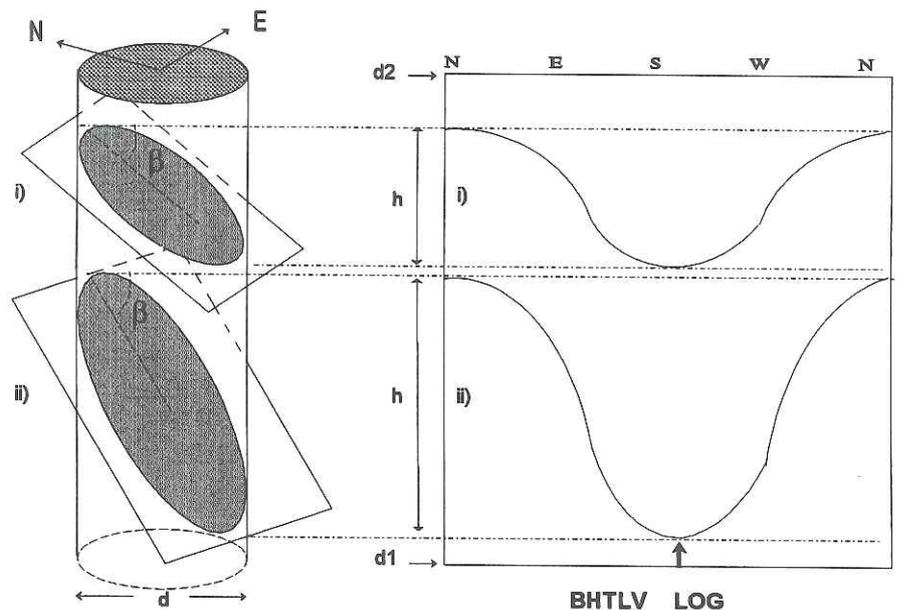
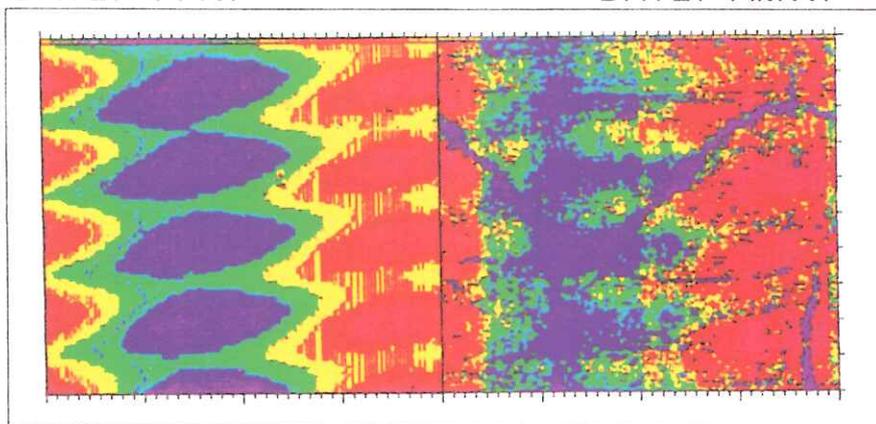


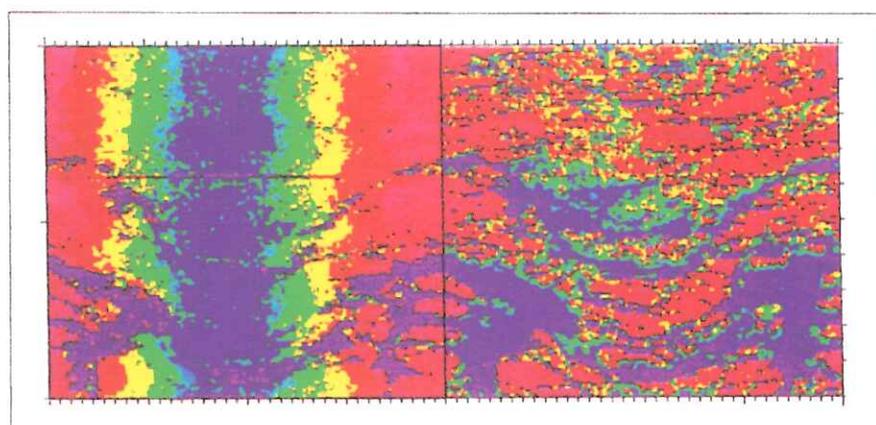
Figura 2.—Plano de fractura intersectando el sondeo i) con un ángulo moderado de buzamiento y ii) con un fuerte ángulo de buzamiento y su respuesta en el registro BHTLV.

BHTLV TTWF

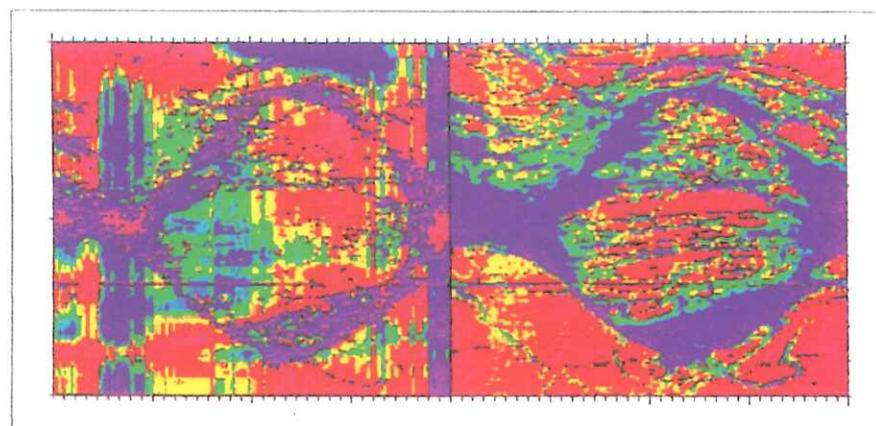
BHTLV AMWF



Tipo 1.- Sin señal de tiempo de llegada (TTWF) o solo una imagen suave.



Tipo 2.- Señal de tiempo de llegada continua y fina o fuerte pero discontinua.



Tipo 3.- Señal de tiempo de llegada fuerte y continua.

Figura 3.-Criterio de clasificación de fracturas basado en la respuesta en los registros BHTLV (BGS, 1994 - Proyecto Berrocal).

tectadas por la sonda, de forma que durante el proceso de medida se asigna un número, por ejemplo del 1 al 3 a cada tipo de discontinuidad, dependiendo de la fuerza de la imagen y según el

siguiente criterio (figura 3); el tipo de discontinuidad 1 corresponde a una señal muy débil o nula en el registro de tiempos de tránsito y puede asociarse geológicamente a una diaclasa o a una

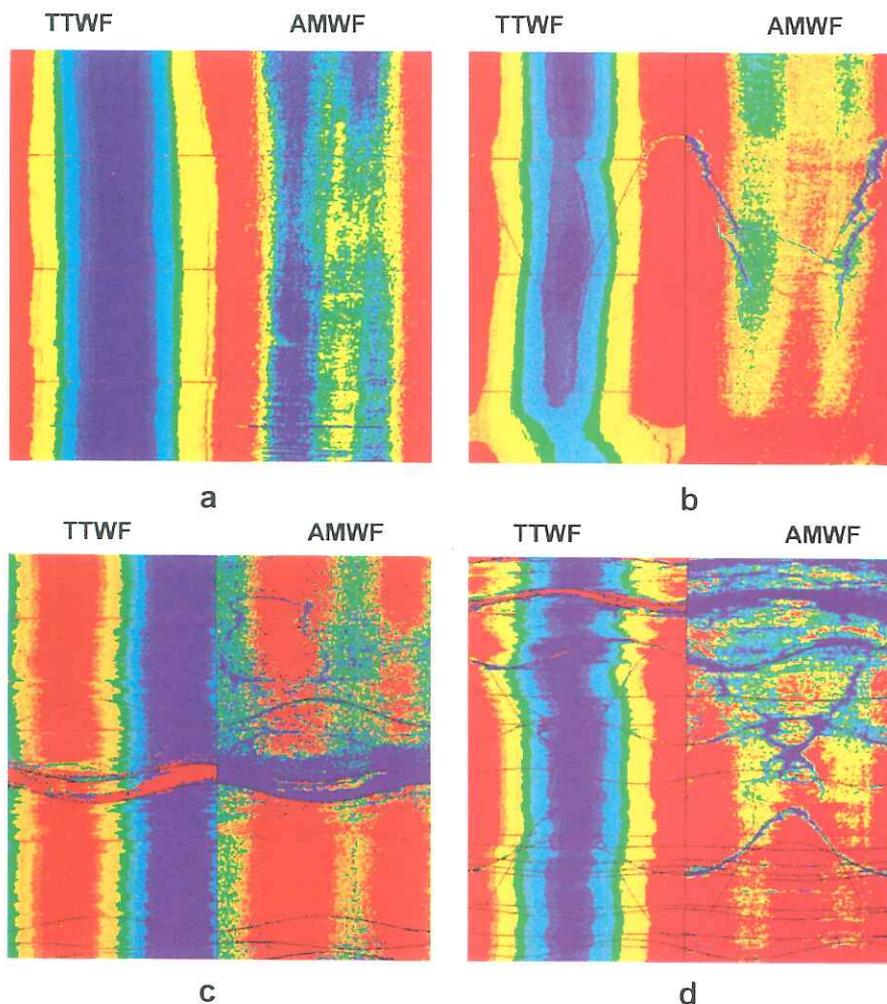
fractura sellada. El tipo 2 está caracterizada por una señal continua y fina, o una señal más fuerte pero discontinua, y por último, el tipo 3 corresponde a una señal fuerte y continua en ambos registros (tiempo de tránsito -TTWF- y amplitud -AMWF- figura 3) y se asocia geológicamente a una falla o fractura de mayor entidad.

Finalmente, se muestran en la figura 4, algunas imágenes que si no fascinantes, si son llamativas y sobre todo de gran utilidad en la caracterización del medio geológico. En esta figura, se ha querido mostrar la evolución de un registro BHTLV desde un tramo de sondeo de roca compacta sin fracturación (figura 4a) con unos registros de tiempos de llegada y de amplitud no distorsionados, a una zona de alta densidad de fracturación (4-5 fracturas/metro) cuya imagen aparece fuertemente perturbada en los dos registros (figura 4d). Las figuras 4b y 4c muestran una fractura aislada con alto ángulo de buzamiento y una zona con densidad media de fracturación respectivamente.

### Aplicaciones

En un medio fracturado aleatoriamente, la población de fallas y fracturas está normalmente compuesta por grupos o familias de diferentes orientaciones y con diferentes características geométricas. Por otra parte, en el estudio de medios fracturados raramente se dispone de una imagen completa de la fracturación en profundidad, y la importancia de las fracturas y/o fallas es que suelen favorecer, en la mayoría de los casos, el flujo hidráulico a través de la roca (Barton et al., 1995). Además el aumento de la densidad de fracturación normalmente conlleva un aumento de la permeabilidad de la roca, aunque un número relativamente pequeño de fracturas del conjunto del macizo rocoso son las que van a servir como conductos primarios para el flujo de fluidos (Long et al., 1991).

La testificación mediante el televisor acústico en sondeos resulta de gran ayuda, pues proporciona esta imagen en profundidad mediante un registro gráfico, del cual se puede extraer con toda precisión, la orientación de la traza de la fractura por la medida del ángulo de buzamiento en la dirección de máximo buzamiento de cualquier ca-



a) Tramo de sondeo de roca compacta sin fracturación. Uniformidad en el registro.  
 b) Fractura aislada de alto ángulo de buzamiento. Ruptura en la uniformidad del registro.  
 c) Zona de densidad media de fractura. Registro no uniforme.  
 d) Zona de alta densidad de fractura. (4-5 fracturas por metro). Registro muy perturbado.

Figura 4.—Evolución de un registro BHTLV.

característica planar o curvilinear que intersecte el sondeo en su perforación. Posteriormente los datos aportados por la sonda BHTLV pueden tratarse mediante cualquier programa estándar de geología estructural y así completar el estudio geológico mediante técnicas tradicionales, con un estudio cuantitativo de la fracturación.

En el análisis de los datos derivados de la sonda BHTLV, es aconsejable la correlación y la interpretación conjunta con la testificación geológica de la columna del sondeo y/o con la geofísica derivada de testificaciones convencionales, tales como gamma, potencial espontáneo, resistividad etc...

En el marco de los programas de investigación desarrollados por ENRESA-CIEMAT-CEE y dentro de las líneas de investigación de análogos naturales para el estudio de la migración

de radionucleidos en rocas cristalinas fracturadas, (Proyecto Berrocal), así como en los ensayos sobre el comportamiento de barreras de ingeniería en condiciones reales (Experimento FEBEX), se ha tenido la oportunidad de interpretar los resultados aportados por la sonda BHTLV. Las medidas en sondeos han sido realizadas por BGS (1992 y 1994), en el caso de El Berrocal y por Strähle (1996) en el caso del Experimento FEBEX.

La utilización de la sonda BHTLV en ambos proyectos ha sido de gran utilidad independientemente de los diferentes objetivos planteados para ambas investigaciones. En primer lugar, ha sido aplicado para la caracterización geométrica y completa descripción de la fracturación de los macizos rocosos en profundidad. En segundo lugar, para la definición de zonas de fracturación y

en ellas las estructuras consideradas como hidráulicamente activas (Campos et al., 1995). Por último, en el estudio de las redes primarias y secundarias de percolación de fluidos (Campos & Gumiel, 1996), a través de las cuales se va a producir fundamentalmente la migración de radionucleidos en un hipotético almacenamiento de residuos radioactivos. Esta metodología de análisis, además, ha facilitado el estudio de las correspondencias geométricas entre fracturas o zonas de fracturación en diferentes sondeos en el Proyecto Berrocal y como paso previo a la realización de determinadas obras de ingeniería en el proyecto FEBEX.

### La sonda BHTLV en el proyecto Berrocal

El proyecto de El Berrocal realizado entre 1989 y 1995, se centró en torno a la caracterización de un medio granítico fracturado para el entendimiento de los procesos de migración de radionucleidos. El análisis de la red de fracturación a todas las escalas fue uno de los principales objetivos a alcanzar, y la utilización de técnicas no destructivas fue prioritaria.

Como ejemplo de los resultados obtenidos a partir del registro BHTLV, se presenta en la figura 5, una zona hidráulicamente activa, asociada a una zona de fracturación en profundidad. En este sondeo, se definieron en base a la interpretación combinada de todos los registros geofísicos, junto con la columna del sondeo, cuatro zonas de fracturación y cuatro zonas hidráulicamente activas, las cuales se caracterizaron geométricamente y se extrapolaron a sondeos próximos, definiendo así la red principal de percolación de fluidos en un entorno próximo (Campos & Gumiel, 1996).

Se puede concluir que se trata de una zona de 15 metros de potencia, situada entre 62 y 77 m de profundidad (figura 5), con una densidad media de fracturación cercana a 1 fractura/m, cuyas direcciones principales detectadas mediante la sonda TLV son N75°-95°E y N150°-170°E y secundarias N0°-20°E y N135°E. La red de fracturación que favorece la percolación de fluidos es muy compleja, con al menos dos direcciones que actúan como vías principales de flujo de fluidos. Hay otras dos de menor importancia y otras vías se-

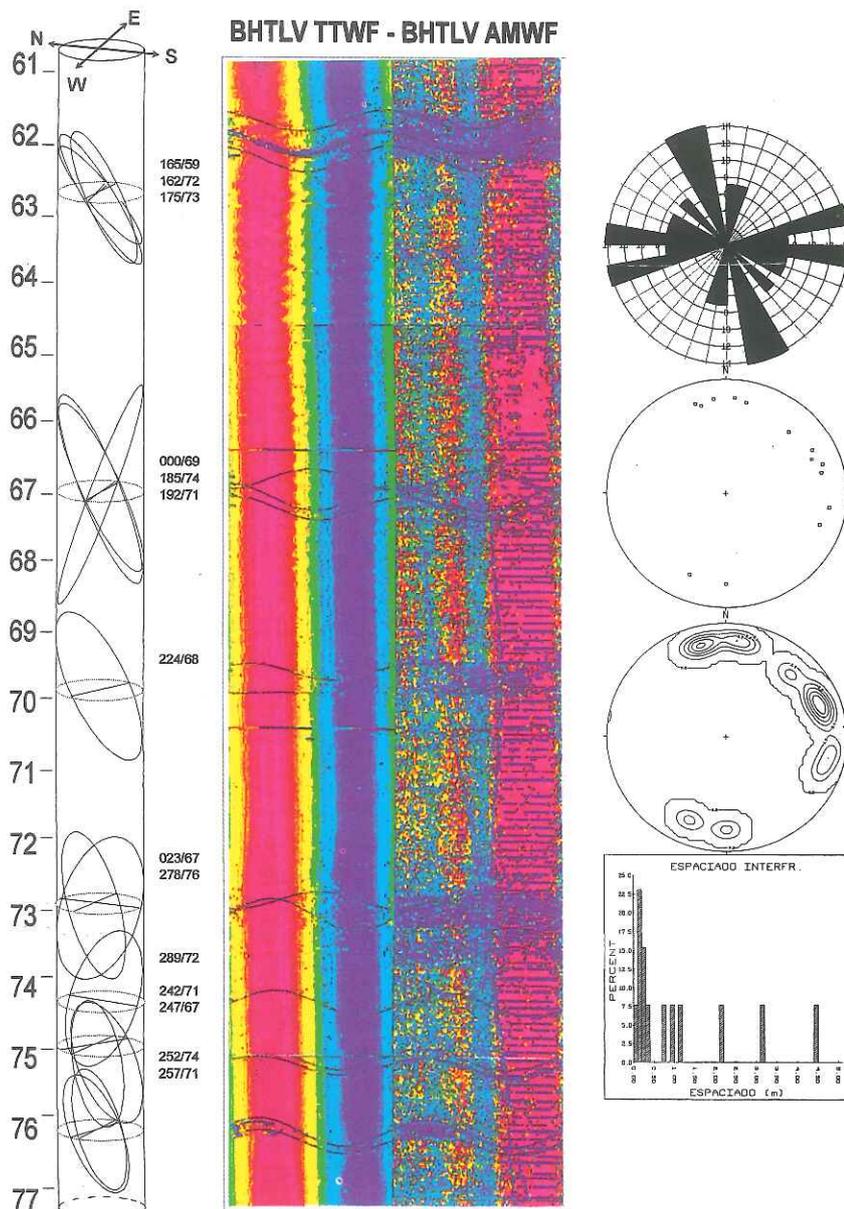


Figura 5.—Resolución de la sonda BHTLV en una zona hidráulicamente activa asociada a una zona de fracturación en profundidad: estadística de la fracturación.

cundarias de flujo producidas por las intersecciones entre las direcciones principales de fracturación.

En la figura 5 se observa además que la distribución de fracturas es en grupos por lo que se realizó un estudio de la distribución de espaciados interfracturas, con objeto de comprobar si dicha distribución era fractal, obteniendo las dimensiones de distribución de espaciado ( $D_s$ ) y de información ( $D_i$ ) (Gumiel et al., 1995). Los resultados indican que la distribución de espaciados se ajusta bien a una distribución log-normal e hiperbólica (fractal). En base a esto se puede interpretar que la distribución espacial de las fracturas en el macizo rocoso, o es típicamente fractal, o bien es en parte fractal a la que se suma una cierta componente aleatoria (figura 6). Esto sugiere la intervención periódica de procesos aleatorios en la localización de determinadas fracturas, lo cual puede ser debido a irregularidades de algunos conjuntos de fracturas, o a la posición relativa de las mismas con respecto a estructuras mayores (fallas, cizallas, etc.).

### La sonda BHTLV en el experimento FEBEX

El Laboratorio Subterráneo de Grimsel es un túnel en los Alpes Suizos, utilizado por NAGRA desde 1983 en los programas de investigación experimental, con vistas a la construcción y seguridad de un futuro repositorio de residuos localizado en rocas graníticas. Estos programas incluyen todos aquellos aspectos relacionados con el medio geológico, tratando de comprender los procesos, así como con la demostración de la validez del sistema de barreras de ingeniería a escala real. Es en este contexto, donde se sitúa el experimento FEBEX. Éste se trata de un ensayo sobre el comportamiento de las barreras de ingeniería en condiciones reales, el cual contempla la construcción de un nuevo túnel, para albergar la parte experimental del proyecto. El ensayo y validación de métodos no destructivos en esta investigación ha sido de gran importancia, y para su ejecución, investigadores españoles de AITEMIN, CIEMAT, CSIC, UAM, ULC, UPC han participado y participan en estrecha colaboración con NAGRA y ENRESA.

A diferencia del proyecto Berrocal, FEBEX dispone de una infraestructura

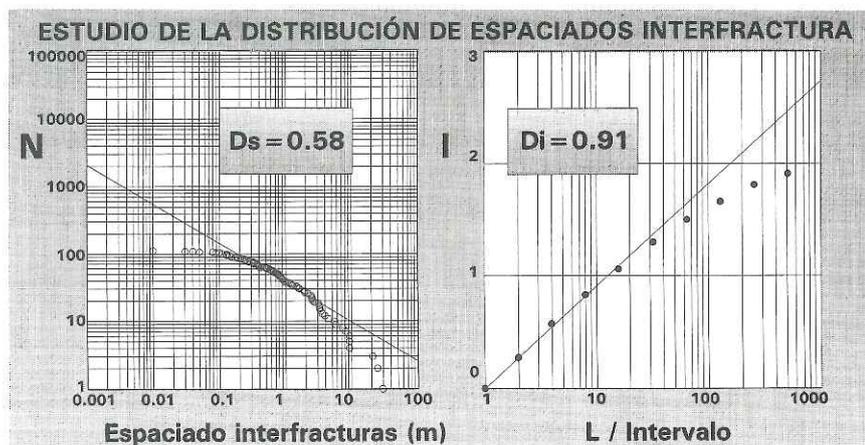


Figura 6.—Dimensión de distribución de espaciados ( $D_s$ ) y de información ( $D_i$ ) para un sondeo realizado en El Berrocal. Para un intervalo entre 0,2 y 3 m,  $D_s = 0,58$  lo que indica un moderado grado de agrupamiento. En intervalos comprendidos entre 0,3 y 10 m la distribución de espaciados es fractal. La distribución en grupos se corrobora por el valor de la  $D_i < 1$ .

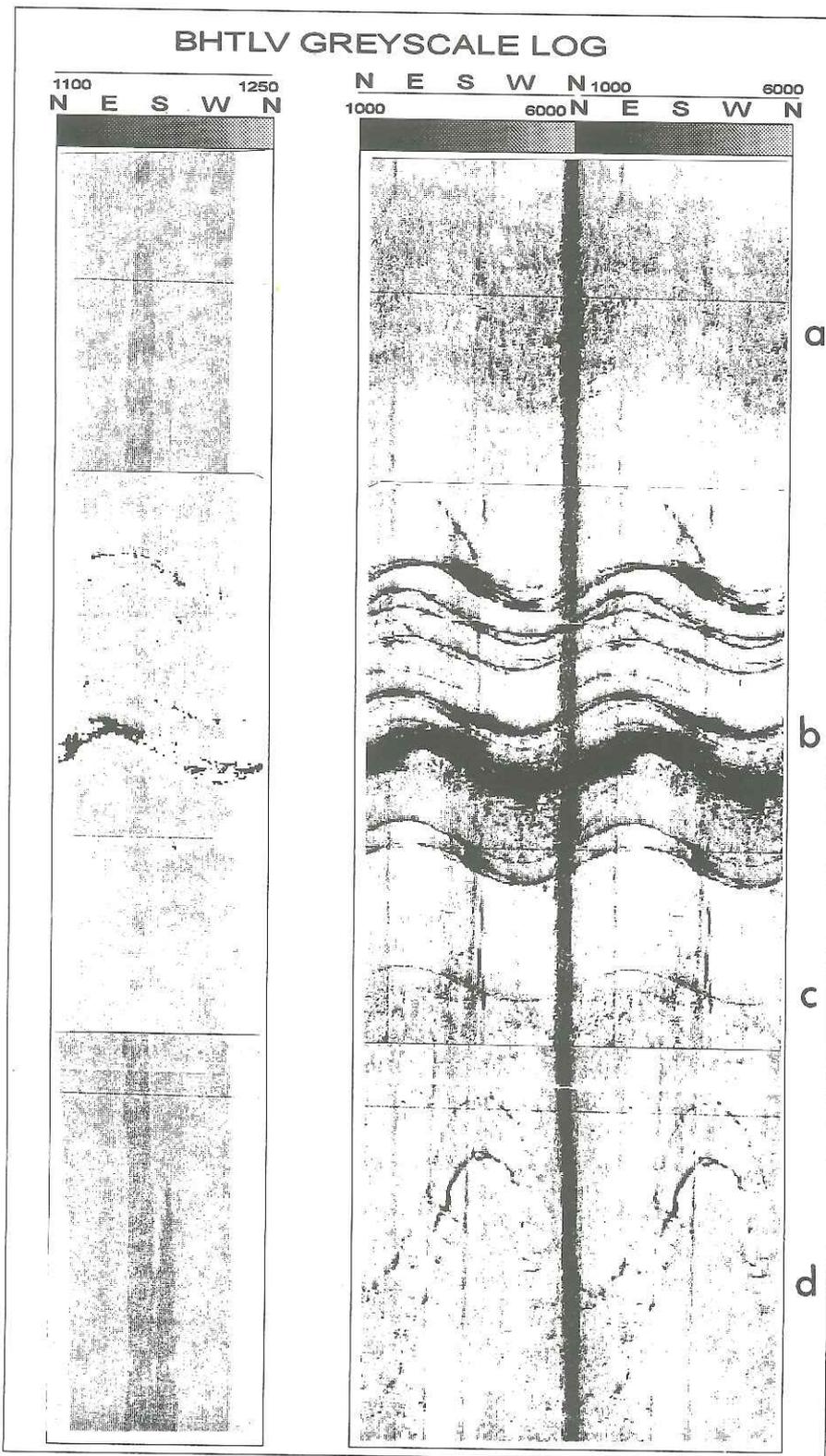


Figura 7.—Algunas características geológicas detectadas por la sonda BHTLV en el Sondeo 95002 en el túnel de Grimsel.

geológico-estructural muy detallada de la zona de estudio (Bossart & Mazurek, 1991; Muller, 1988; Meier, 1996). Esquemáticamente se trata de un área granítica emplazada en un complejo gneisico-esquistoso con una deformación

dúctil y frágil, así como metamorfismo asociado de edad alpina (Keusen et al., 1989). Los diques aplíticos acompañantes representan el relleno de algunos sistemas de fracturas por magmas ácidos residuales, mientras que los diques

de lamprófidos son postgraníticos y ocupan sistemas de fracturas formados con posterioridad.

Desde un punto de vista hidrogeológico, las discontinuidades correspondientes a la esquistosidad principal alpina, las zonas de contacto entre los lamprófidos y la roca encajante, así como las estructuras de deformación frágil en los lamprófidos, son áreas con alta permeabilidad y conectividad (Keusen et al., 1989). Por el contrario, los sistemas de fracturas rellenos por cuarzo (exceptuando las zonas de brechas), u otros rellenos, presentan un flujo de agua insignificante.

Partiendo de los estudios previos, se realizaron dentro del túnel dos sondeos horizontales FEBEX-95001 y FEBEX-95002, con el fin de intersectar las principales estructuras de deformación dúctil y frágil, relacionadas con la esquistosidad principal y con los diques de lamprófidos, cuya importancia hidráulica ya se ha resaltado.

En la figura 7, se puede ver la utilidad del registro BHTLV del sondeo FBX-95002, pues las estructuras antes mencionadas se ponen claramente de manifiesto; cambios de facies (a), zonas intensamente fracturadas con la presencia de un pequeño dique de lamprófidos (b), fracturas aisladas (c), o diques de rocas ácidas (d). Posteriormente, la misma metodología empleada en el proyecto Berrocal ha sido utilizada en Grimsel para discriminar las zonas de fracturación hidráulicamente activas. Pero en este caso, la extrapolación y correlación de las fracturas detectadas por la sonda BHTLV ha sido decisiva para predecir y seleccionar el área experimental de la galería (figura 8), la cual debe cumplir unas condiciones concretas de aporte de agua para la realización del experimento de barreras durante los próximos tres años.

### Consideraciones finales

La sonda BHTLV, aunque no es una nueva herramienta de trabajo, no ha sido suficientemente utilizada y representa un nuevo concepto en la testificación geofísica de sondeos para la caracterización geométrica de la fracturación en profundidad. Sus posibles aplicaciones son numerosas, entre las que destacan la evaluación de trampas petrolíferas, el estudio geotécnico de un macizo rocoso o, el estudio de deta-

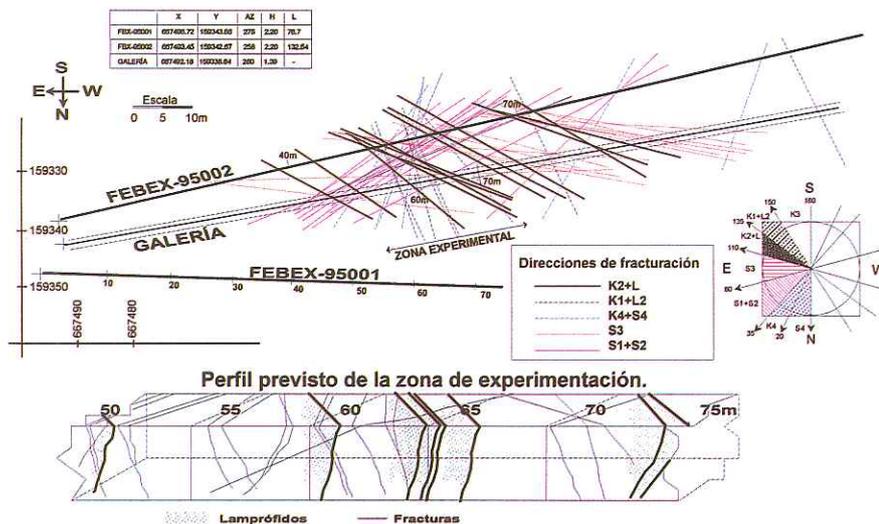


Figura 8.—Extrapolación de los datos derivados de la sonda BHTLV en el sondeo FEBEX-95002, a la traza prevista de la galería y correlación con las direcciones de fracturación conocidas en la zona de estudio. Cartografía prevista de la zona de ensayo en base a esta extrapolación.

Ile de una red de fracturación de cualquier medio geológico.

Dentro de las líneas de investigación de análogos naturales para el estudio de la migración de radionucleidos en rocas cristalinas fracturadas, así como en los ensayos sobre el comportamiento de barreras de ingeniería en condiciones reales (Proyectos desarrollados por ENRESA-CIEMAT-CEE), la caracterización geométrica de las fracturas que definen redes, a través de las cuales va a existir circulación de fluidos, es de gran importancia. La aplicación de esta técnica supone un avance importante en el conocimiento del problema de las trayectorias de flujo en un medio fracturado; estas trayectorias representan un complejo problema geométrico con muchas conexiones locales y amplia variación de la permeabilidad.

Recientes estudios han puesto de manifiesto (Zhang & Sanderson 1994; Gumiel et al., 1995; Gumiel & Hernandez 1996), que el grado de conectividad de un sistema de fracturas puede predecirse a partir de la densidad de fracturas, de su distribución, de la longitud de sus trazas y del espectro de dimensiones fractales. Así mismo se ha comprobado que la sonda BHTLV aporta una valiosa información a este respecto (Campos & Gumiel, 1996), proporcionando una "imagen acústica" de la orientación de cualquier característica planar o curvilinear que intersecte el sondeo en su perforación.

Los ensayos de correlación y co-

nectividad de fracturas, llevados a cabo en los proyectos Berrocal y FEBEX, han supuesto el desarrollo de una nueva metodología en los estudios de redes de percolación y trayectorias de flujo hidráulico en fracturas. La resolución de este complejo problema geométrico ha ido, y en un futuro debe ir siempre acompañado, del establecimiento de las correspondencias geométricas entre fracturas (conexiones), de una cartografía de detalle de las trazas de las mismas, del control de puntos de intersección y finalmente del conocimiento de la fractalidad del sistema. Estas líneas están siendo desarrolladas actualmente por un equipo de investigadores en un proyecto financiado por la DGICYT.

### Agradecimientos

Agradezco al equipo de investigación del Programa de Caracterización de Emplazamientos del IMA-CIEMAT, su apoyo en los trabajos realizados, en concreto a J.Pardillo su desinteresada colaboración. Los proyectos expuestos han sido financiados por CIEMAT-ENRESA y la CEE.

### Referencias

Barton. C.A; Zoback. M. D; & Moos. D. (1995): Fluid flow along potentially active faults in crystalline rock. *Geology*, Vol.23-8, pp. 683-686.

BGS (1992): Analysis of acoustic Televiwer data from the El Berrocal boreholes, Spain (I). by: S.F.Rogers Inf. Int. CIEMAT.

BGS (1994): Analysis of acoustic Televiwer data from the El Berrocal boreholes, Spain (II). by: S.F.Rogers Inf. Int. CIEMAT.

Bossart, P. & Mazurek, M (1991): The Grimsel Test Site; Structural Geology and Water Flow-Paths in the Migration Shear-Zone. NAGRA TR 91-12. 55pp.

Campos, R. Gumiel, P. & Pardillo. J. (1995): Caracterización cinemática y geométrica de la fracturación en El Berrocal (Toledo, España). *Bol. Geol. Min.* Vol. 106-6 pp 3-16.

Campos, R. & Gumiel, P.(1996): El televiwer acústico: aplicación a la caracterización geométrica de la fracturación en sondeos. *Geogaceta*, 20(6), 1389-1392.

Gumiel, P. & Hernandez, J. R.: (1996): Simulación de patrones de fracturación en rocas, distribución y características de su geometría fractal. *Conectividad y percolación. Geogaceta*, 20(6), 1409-1412.

Gumiel, P.; Campos, R.; Sanderson, D. J. & Roberts, S. (1995): Geometría y fractalidad de los sistemas filonianos de la mina de La Parrilla (Cáceres): *Conectividad y percolación. Bol. Geol. Min.* 106-4, 316-337.

Keusen, H. R; Ganguin, J.; Schuler, P. & Buletti, M. (1989): *Felslabor Grimsel. Technischer Bericht.* 87-74. 120pp.

Koerperich, E. A. (1978): Investigation of acoustic boundary waves and interference patterns as techniques for detecting fractures. *J. Petroleum Tech.* 30, 1199-1207.

Kotlyakov, F. I. & Serbrennikov S. A. (1964): Evaluation of the distribution of fractures in oil and gas reservoirs by subsurface photography. *Geol. Nefu y Gaza* 26-30.

Long, J. C. S; Karasaki, K.; Davey, A.; Peterson, J.; Landsfeld, M.; Kemeny, J.; & Martel, S. (1991): An inverse approach to the construction of fracture hydrology models conditioned by geophysical data. *International Journal of Rock Mechanics, Mineral Science & Geomechanics. Abstract. V 28*, pp. 121-142.

Meier, P. (1995): FEBEX. Preliminary results of the hydrotests in the boreholes FBX-95001, FBX-95002, BOUS-85001 and BOUS-85002. *Schwerzenbach. Sept.95.* (Inf. en elaboración).

Muller, W. H (1988): The Grimsel Test Site: Geological Background of the Area and Special Aspects of Water Flow. NAGRA Bull. Spec. Ed. p. 13-20.

Mullins, J. E. (1966): New tool takes photos in oil and mud-filled wells. *World Oil* pp. 91-94.

Pickett, G. R. & Reynolds, E. B. (1969): Evaluation of fractured reservoirs. *Soc Pet. Eng. J.* pp. 28-38.

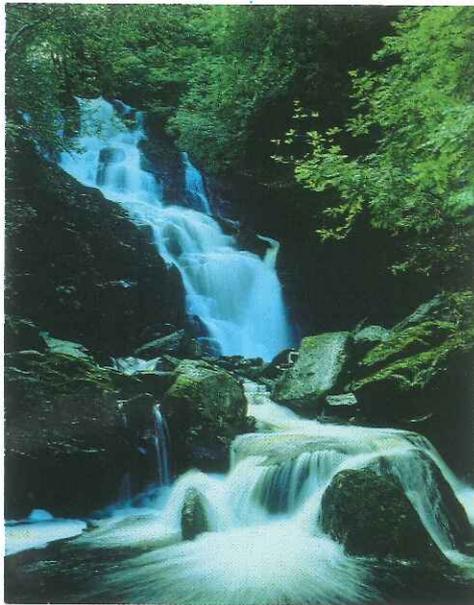
Woods, D. J. (1963): Fractured Chalk Oil Reservoirs, Sabine Parish, Louisiana. *Trans, Gulf. Coast, Assn of Geological Societies* 13, pp 127-128.

Zemanek, J.; Cadwell, R. L; Glenn, E.E; Holcomb, S.V; Norton, L.J. & Straus, A.J.D. (1969): The borehole televiwer - A new logging concept for fracture location and other types of borehole inspection. *Journ. of Petroleum Technology.* June, pp 762-774.

Zemanek, J.; Glenn, E.E; Norton, L.J. & Cadwee, R.L. (1970): Formation evaluation by inspection with the borehole televiwer. *Geophysics* vol. 35, nº 2, pp. 254-269.

Zhang, X. & Sanderson, D. J. (1994): Fractal structure and fideformation of fractured rock masses. In: *Fractals and Dynamic Systems in Geoscience*, Kruhl J.H. (ed.). Springer Verlag, 37-52.

# CANAGUA



*VI Salón Internacional  
del Agua, Energía  
y Medio Ambiente*

*VI International Fair  
of Water, Energy  
and Environment*

# Unelectric

*II Salón de la Aparamenta Eléctrica*

*II<sup>nd</sup> Exhibition of Electrical Switchgear*

**26 - 30** *Noviembre* **1997**  
*November*



*Las Palmas de Gran Canaria*

**'97**



# Entre el cielo y la tierra

José Ramón González Lastra

Ha sido profesor de la Facultad de Ciencias de Cantabria, Director General de Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente del Gobierno Vasco y Director General de Política Ambiental del MOPTMA. Actualmente es Director Técnico de Ingeniería Gráfica y de Sistemas (IGS).

*El autor apuesta por un relanzamiento de la iniciativa pública en un campo ambiental con déficits importantes en nuestro país: los inventarios ambientales. Propone la reactivación del Plan Nacional de Cartografía Ambiental, a realizar coordinadamente por las Administraciones Central y Autonómicas, y con la participación de las empresas del sector. Este Plan incluye la realización de diferentes mapas temáticos a escala 1:50.000 y 1:25.000, cubriendo todo el territorio nacional. Su realización supondría una inversión estimada entre 18.000 y 20.000 millones de pesetas, durante un periodo de 6 a 8 años.*

*The author bet for a turn over the public initiative in an environmental field with important deficit in our country; the environmental inventories. It is proposes the reactivation of the National Plan of Environmental Cartography, to carry out in coordination between the Central and Autonomics Administrations and with the participation of the companies of the Sector. This plan includes the realization of several thematic maps to scales 1:50.000 1:25.000, covering all national territory. Their realization will suppose an investment esteemed between 18.000 to 20.000 millions of pesetas, during a period of 6 to 8 years.*

Recientemente los medios de comunicación social han seguido con profusión el lanzamiento del primer satélite de tecnología totalmente nacional. Entre los muchos datos que se manejaron y se difundieron a la opinión pública, se encontraba el coste de la operación, cuyo importe no viene al caso.

Un responsable gubernamental, interrogado sobre este extremo, justificó la cantidad invertida contraponiéndola al adelanto tecnológico que suponía la operación, al empleo de alta cualificación generado y a las expectativas que se ofrecían para España en cuanto a disponer de técnicas e instrumentos que podían ser de interés para otros países. En definitiva se dió por muy bien empleado el dinero público invertido en la operación.

Otro dato de interés: por muy pocos es conocido que España es una potencia mundial de primer orden en lo que se refiere al control de la navegación aérea de carácter civil o en la construcción de simuladores de vuelo para entrenamiento de pilotos de helicópteros y aviones, tanto civiles como militares, de forma que muchos centros de control aéreo de todo el mundo disponen de equipos españoles, y pilotos de todo el mundo se

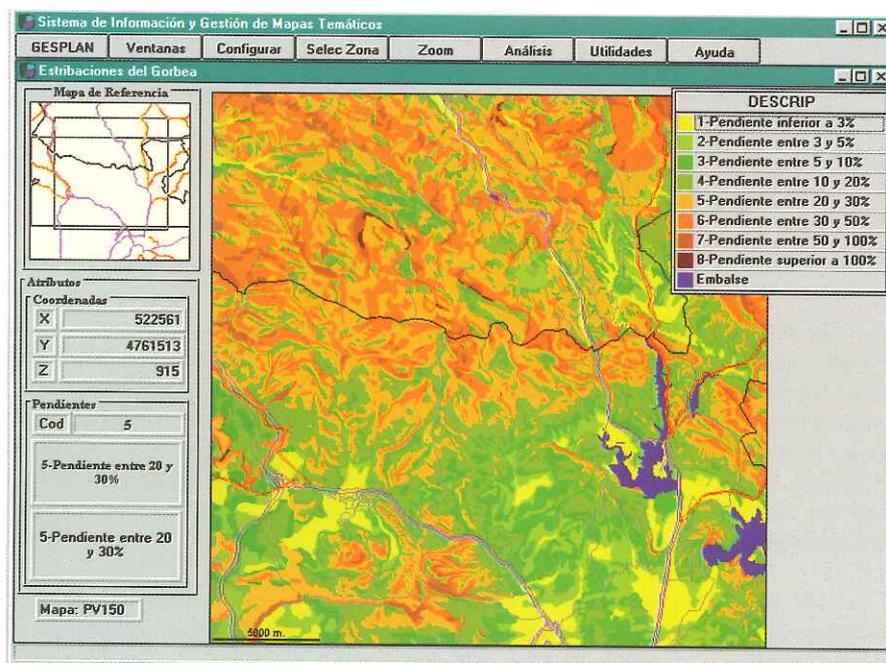
han entrenado con simuladores españoles.

Esto no se ha producido por casualidad, sino por que en un momento determinado, se decidió invertir fondos públicos en potenciar la investigación y el conocimiento básico necesario, en vez de comprar, posiblemente más baratos, equipos de otras marcas comerciales de fuera de nuestro país.

El enorme incremento, aunque seguramente insuficiente todavía, que en la última década han experimentado los presupuestos destinados a la investigación básica y aplicada en las universidades y centros de investigación españoles, propicia situaciones similares a las mencionadas en muchas ramas de la ciencia y de la técnica, en las que España ha evolucionado con un salto adelante muy significativo.

Solamente así es posible afrontar, con una cierta garantía de mantener una posición digna, social y económicamente sostenible, los retos que supone el mundo actual, totalmente intercomunicado en lo que se refiere a información, productos y servicios.

En muchas ocasiones, no es fácil tomar decisiones del tipo de las mencionadas, puesto que la siembra en estas materias, produce cosechas sola-



Mapa de pendientes.

mente a medio y largo plazo. Sin embargo, hay sectores de la actividad pública en los que todo el mundo, o casi todo, está de acuerdo en incrementar los presupuestos destinados a lo que podríamos llamar infraestructura básica, e incluso hay cuasi unanimidad en la crítica a los correspondientes responsables políticos, cuando algo no se realiza por falta de presupuesto.

Pensemos, además de los ya mencionados, en sectores como la educación, la infraestructura sanitaria y hospitalaria, la infraestructura de comunicaciones, la de transportes, determinados servicios como el abastecimiento de agua y un largo etcétera.

Veamos la otra cara de la moneda. Muy pocos ciudadanos estarían dispuestos a incrementar inversiones en determinados sectores, si ello lleva aparejado una redistribución de los fondos públicos, de forma que se reduzcan las asignaciones presupuestarias en las infraestructuras básicas. Incluso aún intuyendo la importancia de esas inversiones, el ciudadano medio prefiere cosas más tangibles.

En lo que se refiere a los campos relacionados con el medio ambiente, la situación es bastante variable. Algunos sectores, por su creciente importancia económica y posibilidades de expansión, han sufrido una potenciación importante en los últimos años, casi siempre respondiendo a iniciativas privadas

con un cierto apoyo público. Así, se han conseguido importantes avances en el campo de las energías alternativas, sobre todo la solar y la eólica.

Otros sectores relacionados con el medio ambiente se han desarrollado al amparo de la iniciativa pública, al ponerse en marcha actuaciones de lucha contra la contaminación, fundamentalmente en lo que respecta al agua y al suelo. Estos campos, sin duda, han tenido una evolución positiva en los últimos años, tanto en lo que se refiere a técnica aplicada como en lo que podríamos denominar infraestructura de conocimiento.

Pero existen otros sectores relacionados con el medio ambiente, que dependen casi exclusivamente de la iniciativa pública y que han tenido un escaso o nulo desarrollo en nuestro país.

Así, el conocimiento genérico de nuestro medio ambiente es disperso, escaso y de poca fiabilidad. Únicamente se han producido avances significativos en las áreas de mayor interés para la conservación, donde la obligación legal de realizar Planes de Ordenación de los Recursos Naturales, ha supuesto la necesidad de realizar inventarios previos a la declaración de los espacios naturales, normalmente con presupuestos escasos, y en plazos muy cortos de tiempo.

Igualmente, la obligación legal de

realizar estudios de impacto ambiental, ha supuesto que en las zonas en las que se pretende instalar determinadas infraestructuras, se hayan producido también inventarios del medio físico de dichas áreas.

Nos encontramos, pues ante un panorama general realmente preocupante, puesto que el territorio cubierto por los estudios mencionados, no representa más que una mínima parte del territorio nacional, no son ni mucho menos homogéneos en cuanto a sus contenidos, y normalmente, tampoco son fácilmente accesibles.

Hay, sin embargo, excepciones a esta regla general, como es el caso de la infraestructura geológica o territorios de algunas Comunidades Autónomas, en los que se han realizado o están elaborándose inventarios del medio.

El caso de la cartografía geológica es bastante singular, pues desde hace más de un siglo, en todo el mundo, se han realizado esfuerzos significativos para el estudio sistemático de grandes territorios, en planes que han abarcado varios años o incluso décadas. Para algunos, esta condición responde al hecho de que para conocer bien la geología de una zona es preciso conocer la geología de otras zonas, próximas geográficamente o temporalmente, mientras que para otros, se justifica por los enormes intereses económicos que se relacionan con el conocimiento geológico: minería metálica, petróleo, rocas ornamentales, e incluso áridos para la construcción.

Sin llegar a resolver cuáles puedan ser las razones de esta situación el hecho cierto, es que en España, se dispone de cartografías geológicas a diferentes escalas, algunas de ellas de detalle, realizadas mediante planificación sistemática y aplicando metodologías equivalentes para las diferentes partes del territorio nacional.

En otros sectores del conocimiento científico y técnico, se han desarrollado programas encaminados a conseguir grados de conocimiento más o menos homogéneos del conjunto del territorio nacional o de buena parte del mismo. Tal es el caso de los inventarios forestales, de los mapas de usos agrícolas o incluso del programa europeo Corine Land-Cover, de cartografía de los usos del suelo. Ninguno de estos programas puede equipararse al anteriormente

mencionado, pues están realizados en plazos más cortos, o a escalas menos detalladas, y sobre todo porque han implicado a un menor número de personas, suponiendo también costes sensiblemente inferiores.

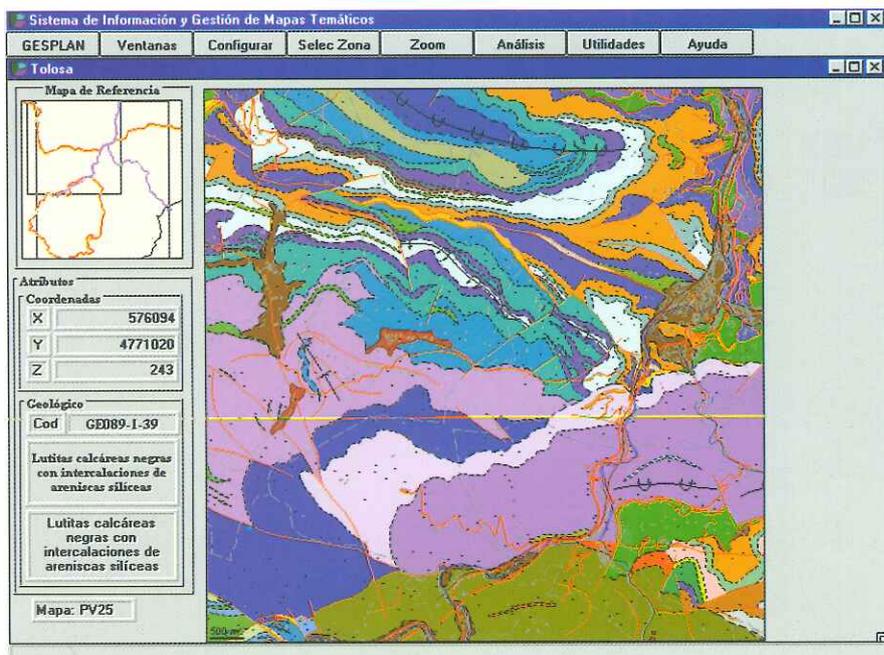
El hecho de la modificación de la estructura administrativa española con la aparición de las Comunidades Autónomas, responsables a través de sus respectivos estatutos de autonomía de la gestión en materia de medio ambiente, ha conducido en los pocos años que han transcurrido, al establecimiento de una situación diferencial en el conocimiento del medio ambiente.

Así, sólo algunas de las Comunidades Autónomas han puesto en marcha planes y programas de recogida sistemática de información, entendiendo que la misma, es básica para la toma de decisiones. En la Comunidad Autónoma del País Vasco, por ejemplo, se inició hace quince años con la colaboración de varias entidades administrativas, la tarea de recopilar información expresada cartográficamente a la misma escala 1:25.000, relativa a una veintena de aspectos del medio físico, por lo que en este momento, se cuenta con una infraestructura de conocimientos del territorio, que la coloca a la cabeza de las regiones europeas.

No solamente se ha recogido la información; además, y casi tan importante como la propia elaboración de los mapas, estos se han difundido y se encuentran accesibles a cualquier persona que desee utilizarlos.

En Andalucía, la región española más extensa, se ha seguido un modelo, diferente al mencionado del País Vasco, pero digno de destacar, pues se ha realizado un enorme esfuerzo económico y administrativo para poner en marcha un Sistema de Información Ambiental, dotado de una excelente tecnología y que ha procurado informaciones básicas para la planificación ambiental del espacio regional. En lo que atañe a los aspectos de difusión de la mencionada información ambiental, ocupa, sin duda, uno de los primeros lugares de Europa, siendo la única región española que de forma sistemática publica un informe anual sobre el estado del medio ambiente.

En otras regiones españolas se han producido también algunos esfuerzos encaminados al mismo objetivo, pero de carácter más sectorial, o que cubren



Mapa Geológico.

sólo algunas partes del territorio. Así, cabe mencionar Asturias, Valencia, Navarra, Murcia o Cataluña, entre otras.

Llegados a este punto merece la pena detenerse a analizar la necesidad o incluso la justificación social de emprender iniciativas del tipo de las mencionadas, encaminadas al logro de una infraestructura del conocimiento del medio ambiente.

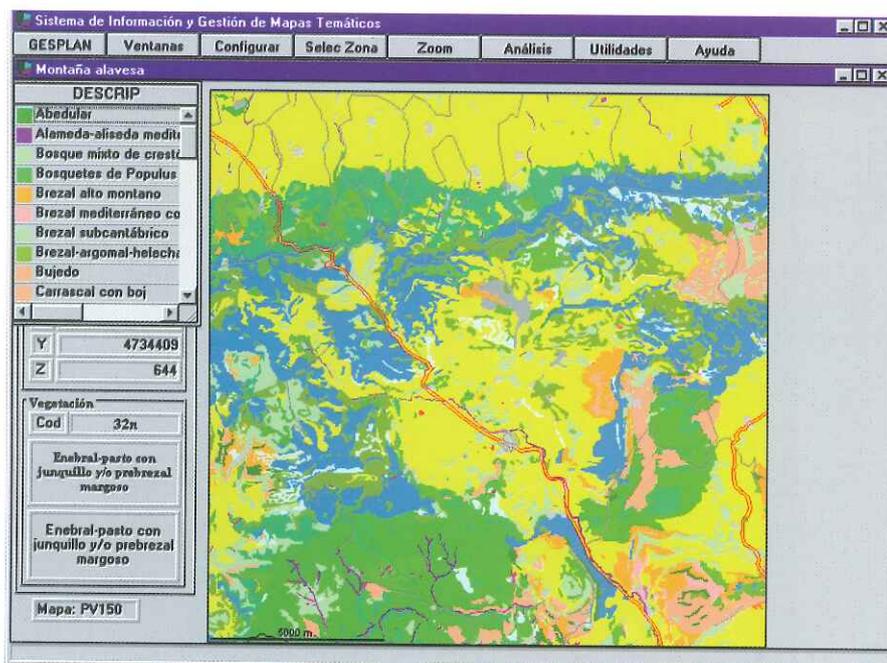
La preservación del medio ambiente, en su concepción más moderna, no consiste solamente en impedir la realización de actividades humanas que degradan el medio en determinados espacios muy notables, aunque fue de este modo como se iniciaron las políticas ambientales en el mundo y en España, con la declaración de los Parques Nacionales y el más o menos estricto control sobre las acciones humanas en estas áreas, en una época en que la capacidad de intervención del hombre sobre el medio era bastante limitada. Esta capacidad de intervención y el posible deterioro asociado ha crecido exponencialmente durante el último siglo, de forma que la degradación de nuestro entorno se ha generalizado, habiéndose alcanzado el límite de la autoregeneración natural en extensas áreas de nuestro planeta.

Ante esta situación, los poderes públicos han ido aumentando de forma también exponencial las regulaciones

y controles para un número creciente de actividades humanas, y, lo que es más importante, variando desde regulaciones de carácter sectorial, como puedan ser normas de limitación de las emisiones a la atmósfera o a las aguas, hasta regulaciones de carácter más global, como las evaluaciones de impacto ambiental o la nueva Directiva europea de control integrado de la contaminación (IPPC). En este tipo de disposiciones legales, y en los mecanismos técnicos asociados a las mismas, son tan importantes las características de las actividades, como las del medio físico donde se implantan.

El ejemplo más conocido de esta nueva concepción de las regulaciones ambientales, es el de las Evaluaciones de Impacto Ambiental, donde se analizan de forma global las repercusiones que algunos tipos de actividades humanas potencialmente generadoras de impactos tienen en cualquier aspecto del medio ambiente, desde la afección a las aguas o a los suelos, hasta los impactos sobre la fauna, pasando incluso por las consecuencias sociales y económicas de los proyectos.

El método de evaluación de impacto puede ser muy complejo técnicamente, pero responde a un concepto muy sencillo: se analiza la situación actual de cada uno de los factores del medio que puedan ser afectados, y se estima como va a quedar tras la im-



Mapa de vegetación.

plantación de la actividad. La diferencia entre la situación "antes" de la actividad y la situación "después" es el impacto producido.

La base de partida de cualquier estudio de impacto ambiental es, pues, un inventario de la situación del medio previsiblemente afectado, que, normalmente, se plasma en cartografías de escala adecuada y amplitud suficiente. En el caso de las grandes infraestructuras del transporte como las carreteras o ferrocarriles, donde se analizan diferentes alternativas, es necesario y hasta imprescindible, elaborar, al menos, un mapa geológico, otro de vegetación y fauna asociada, otro de paisaje, otro de factores hidrológicos, otro de suelos, etc. de extensas zonas.

Estas cartografías deben ser realizadas como mínimo a escala 1:50.000 para las evaluaciones previas de selección de alternativas y a escalas variables entre 1:10.000 y 1:50.000 para la evaluación del proyecto definitivo.

Disponer de cartografías similares, realizadas con un propósito general y con carácter previo, facilita y mejora la realización de los estudios de impacto ambiental, por varias razones:

- El equipo de trabajo dispone de una base de conocimiento de partida, que acorta y abarata las necesidades de realización del inventario previo.
- El esfuerzo de realización del

estudio se puede concentrar en el análisis de los impactos, y no como ocurre normalmente, en el que la realización del inventario previo supone más del 75% del presupuesto.

- La cartografía de infraestructura de que se disponga con antelación a la realización del estudio de impacto se ha elaborado con independencia de las pretensiones de implantación de la actividad, lo que le aporta una característica de neutralidad, necesaria en muchos casos ante discrepancias sobre el valor de un determinado factor ambiental.

- Las cartografías previas, realizadas con un propósito general y similar metodología para amplias zonas del territorio, permiten la comparación entre diferentes unidades, de forma que la valoración de los impactos puede ser realizada de forma más objetiva.

De igual forma que en los estudios de impacto ambiental, las cartografías de infraestructura poseen muchas utilidades en cualquier estudio temático del medio físico, dirigido a la ordenación del territorio, desde planes de ordenación de recursos naturales hasta figuras de planeamiento urbanístico.

En muchas ocasiones, debido a la dificultad y coste de recopilación de información relativa a diferentes aspectos ambientales, no se han tenido en cuenta variables del medio físico a la hora de implantar y desarrollar actividades sobre el territorio, lo que ha

conducido a situaciones de graves impactos producidos por un simple desconocimiento y, en muchas ocasiones se han producido procesos activos que han causado graves perjuicios económicos, y lo que es peor, la pérdida de vidas humanas.

Ejemplos de estas situaciones se ven con frecuencia en los medios de comunicación, aunque solamente en algunos casos se exigen responsabilidades, dado que en la opinión pública se ha implantado la especie de su difícil o imposible predicción. Y esto sólo es cierto en parte: la mayor parte de los "desastres naturales" habidos en nuestro país, no son predecibles temporalmente, pero sí espacialmente, es decir, no se puede predecir "cuándo", pero sí "dónde".

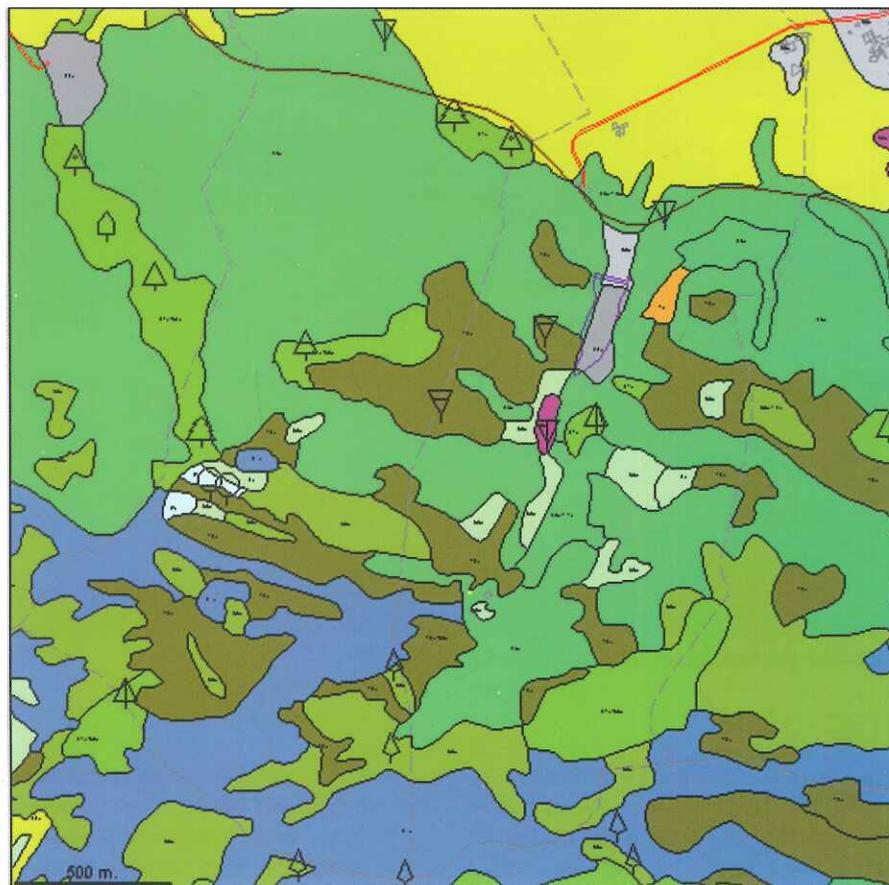
El caso reciente de la tragedia del camping de Biescas es muy significativo. No se pueden exigir responsabilidades en cuanto a la predicción meteorológica, pues estas situaciones, de lluvia muy intensa y muy localizada se pueden producir en muchos sitios de la geografía nacional, varias veces al año, y solamente la coincidencia de factores no controlables en el estado actual de las ciencias meteorológicas, puede conducir a situaciones como la vivida. Pero sí que es posible determinar, con absoluta seguridad que la ubicación física del camping, conllevaba un riesgo, pues estaba situado sobre una formación de abanico aluvial.

Inmediatamente después del suceso hubo declaraciones de algún responsable político, en el sentido de que no había más que ver la pequeña cuenca y los enormes bloques arrastrados para determinar que era imposible pensar que allí podría suceder algo similar a lo que ocurrió. Independientemente de otras consideraciones, aquellas declaraciones eran una absoluta negación de la realidad y una manifestación expresa de ignorancia, pues con esa misma cuenca, a lo largo de cientos de miles de años, se ha formado el abanico aluvial mencionado, constituido, en parte, por bloques similares y *precisamente por procesos idénticos* a los que tuvieron lugar el día de la tragedia. Muchos profesionales y técnicos, solamente con ver las fotos publicadas en la prensa encontraron la explicación a lo sucedido, pues la forma de abanico aluvial es muy típica y se conocen sobradamente los procesos que dan origen a esta formación.

La información territorial referida al medio ambiente tiene otras muchas utilidades que sería imposible detallar en estas páginas. No obstante, de entre ellas, cabe destacar el valor de los conocimientos científicos que aportan y su utilidad para ulteriores investigaciones. También, el registro de la situación de nuestro medio ambiente en un momento dado, es imprescindible, para poder conocer la evolución (deterioro o mejora) del mismo, imprescindible para evaluar la eficacia de medidas correctoras que se pudieran haber tomado o la necesidad y urgencia de su implantación.

Solamente con lo expuesto bastaría para demostrar la rentabilidad económica y la utilidad social de las inversiones públicas en materia de infraestructura de conocimiento del territorio, pero aún se podrían añadir las razones similares a las que se exponen en el inicio de este artículo. La infraestructura conseguida no solamente consistiría en poseer un mayor conocimiento de nuestro territorio, sino que además podríamos disponer de una infraestructura técnica formada por profesionales que tras participar en este tipo de trabajos, tendrían un mayor grado de conocimiento del estado de la técnica y del territorio que les permitiría abordar cualquier otro trabajo similar con mayores garantías de éxito.

Hay, además razones de futuro próximo, en algunos casos, y de necesidad actual en otros, que es imprescindible considerar. Se ha comentado anteriormente la evolución de la normativa de control ambiental de las acciones humanas, que han conducido a figuras como los estudios de impacto ambiental. Esta evolución ha representado fundamentalmente la incorporación de los criterios ambientales en los procesos de decisión, pero para muchos profesionales es aún insuficiente, pues se estima que el momento de la consideración de los factores ambientales es demasiado tardío, y no es posible, por tanto, evitar efectos negativos básicos, en los que la evaluación de impacto ya no puede entrar. En la opinión de los mencionados profesionales, la actual evaluación de proyectos, está limitada a corregir los impactos ambientales de una determinada instalación, pero no puede entrar en consideraciones respecto de la necesidad global de la misma.



Detalle de mapa de vegetación.

Así, por ejemplo en la instalación de una central térmica, la actual evaluación de impacto no puede ir mucho más allá de limitar emisiones, concretar algunos aspectos constructivos, de utilización de determinados combustibles, etc. y donde se deberían aplicar los sistemas de evaluación de impacto sería en la elaboración y aprobación del correspondiente Plan Energético que justifica y apoya la necesidad de la térmica mencionada, donde se puede incidir en cuestiones tales como la previsión de utilización de determinados combustibles, el impulso de las energías alternativas, medidas para la reducción de la demanda, etc.

Otro ejemplo muy ilustrativo de la necesidad de la revisión de las actuales figuras de evaluación, es la aplicación de las mismas a las presas, cuando sería mucho más eficaz realizar la misma sobre los Planes Hidrológicos.

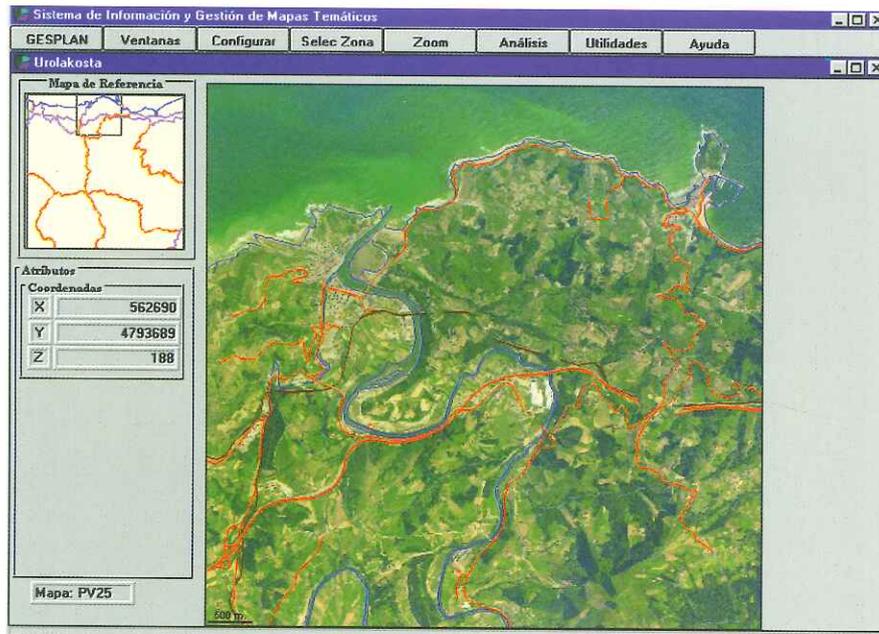
El futuro es tan próximo como que los Servicios Técnicos de la Comisión Europea, tienen ya redactada una propuesta de nueva Directiva de Evaluación Estratégica de Planes y Programas, a la que todavía restan unos

cuantos años para su aprobación, pero en algunas Comunidades Autónomas de nuestro país, ya es una realidad que determinadas planificaciones que afectan a grandes porciones del territorio deben someterse a las figuras de evaluación de impacto ambiental.

La pregunta es inmediata: ¿cómo se puede realizar una evaluación de impacto de, por ejemplo, un Plan Hidrológico de una cuenca, sin un mínimo conocimiento de la situación previo del territorio afectado?. La respuesta es aún más inmediata: si no se dispone de la mencionada información no se podría realizar.

Todas las razones expuestas, son las que propiciaron hace dos años el nacimiento de un Plan Nacional de Cartografía Ambiental, impulsado inicialmente desde la administración general del Estado, pero diseñado para su realización posterior por parte de las Comunidades Autónomas, con el apoyo técnico y financiero de la administración central.

Este Plan, contempla como objetivo básico la realización de diferentes mapas temáticos en el conjunto del te-



Ortofoto de zona costera.

ritorio nacional, a escala 1:50.000 y a escala 1:25.000 en algunas Comunidades Autónomas en un plazo de entre seis y ocho años. Los mapas inicialmente aprobados son los siguientes:

- Cartografía geológica y litológica
- Cartografía de vegetación
- Cartografía geomorfológica, incluyendo formaciones superficiales y procesos activos
  - Cartografía de suelos
  - Cartografía del Patrimonio Natural
  - Cartografía del Paisaje

Estos mapas, a las escalas mencionadas, constituyen el mínimo a realizar en todo el territorio nacional, aunque pueden incluirse cartografías adicionales específicas para cada Comunidad Autónoma, sujetas al mismo tipo de colaboración entre instituciones.

El Plan contempla su realización en dos fases, iniciándose con una etapa piloto para la puesta a punto de metodologías de realización y establecimiento del calendario de actuaciones, y una segunda fase de ejecución material.

La inversión económica precisa ha sido objeto de controversia durante la etapa inicial de definición del Plan, pero en cualquier caso no será inferior a 18.000 o 20.000 millones de pesetas, lo que representa unas necesidades de inversión anual de entre 2.500 y 3.000 millones de pesetas.

Frente a estas inversiones hay que contraponer los aspectos negativos que

suponen el no disponer de este conocimiento del territorio, ya mencionados a lo largo de este artículo, pero a los que habría que añadir la generación de empleo que supone la realización del plan, que se puede estimar en unas 250 personas altamente cualificadas. Pero aún más, la existencia de estos planes a medio y largo plazo, aportan estabilidad en el empleo de las personas directamente ocupadas en su realización.

El estado actual de desarrollo del Plan mencionado, es una incógnita. Los responsables del Ministerio de Medio Ambiente, han realizado declaraciones públicas a favor de su continuidad, pero en los presupuestos generales del Estado, figuran cantidades reservadas para este Plan manifiestamente insuficientes. El hecho cierto es que la fase piloto debería estar finalizada, al igual que se deberían haber establecido ya los convenios con las Comunidades Autónomas para la realización de la siguiente fase.

Esta situación contrasta con el interés demostrado y constatado por todas las Comunidades Autónomas y lo relativamente fácil que es conseguir financiación de la Unión Europea para este tipo de iniciativas.

En el conjunto de profesionales que trabajan en estos sectores, tanto de las administraciones ambientales y universidades como del sector privado, el arranque del Plan ha supuesto expectativas razonables de incremento en

la actividad y mejora respecto de la situación actual, que se han visto defraudadas en parte.

Por otra parte, sería injusto no reconocer que existen muchas necesidades de inversión pública en el conjunto de las administraciones y también en otros sectores del medio ambiente. Nuestro país precisa de un urgente esfuerzo técnico y financiero en materia de depuración de aguas residuales, en tratamiento de residuos urbanos, en tratamiento de residuos tóxicos, en recuperación de zonas degradadas y en protección y mejora de espacios naturales, por citar solamente algunos de los problemas.

Pero no sería adecuado realizar *lo urgente* olvidando *lo importante*. Sobre todo porque disponer de las realizaciones previstas en el Plan es imprescindible para una correcta gestión de nuestro medio ambiente. Se puede argüir en contrario que para el logro de los objetivos previstos es necesario un plazo demasiado largo. Para contestar a esto último, se puede emplear la frase de un ministro francés empeñado en realizar una repoblación forestal general en Francia, al que sus colaboradores aconsejaban no realizarla debido al enorme esfuerzo económico necesario y sobre todo al largo plazo que habría de transcurrir para lograr el resultado de las repoblaciones. Les dijo: "*Pues precisamente por eso hay que empezar cuanto antes*".

Quedan expuestos, pues, argumentos, razones, necesidades y urgencias. Los responsables públicos de la gestión ambiental son los únicos legitimados para tomar decisiones en consecuencia con la capacidad de realización, que no es ilimitada, y con las prioridades que se establezcan.

Desde aquí solamente se pretende realizar una solicitud de continuidad en los objetivos marcados en el Plan de Cartografía Ambiental, en plena coincidencia con los argumentos esgrimidos por otros responsables del mismo Gobierno expuestos someramente en el inicio de este artículo. En las materias relativas al conocimiento científico y técnico no existe nada que justifique un trato desigual entre el cielo y la tierra.

Las imágenes que acompañan este artículo están tomadas del Sistema de Cartografía Ambiental del País Vasco.

# Situación actual y perspectivas de los acuíferos de la provincia de Málaga

Luis Linares Girela

Licenciado en Ciencias Geológicas (Granada, promoción 1968) y Doctor en Ciencias Geológicas (Granada, 1991). Ha desempeñado su actividad profesional como hidrogeólogo en el ITGE, E.N. ADARO e INI MEDIOAMBIENTE (INIMA), de cuya delegación en Málaga es responsable en la actualidad. Trabaja en el ámbito de la Cuenca Sur desde 1980.

*Se resumen las características esenciales de las unidades hidrogeológicas incluidas en la provincia de Málaga, sus recursos subterráneos y su grado de explotación actual, proponiendo actuaciones para su protección y para una gestión racional de sus recursos.*

*The essential characteristics of the hydrogeological units of Málaga are summarized, as well as its underground resources and actual exploitation degree. Some actions to protect them and to manage its resources in a reasonable way are proposed.*

## Breve referencia a la historia reciente

Aún no han transcurrido dos años desde que la España meridional se vio asolada por una de las más dramáticas y prolongadas sequías de los últimos lustros. Entonces, los embalses de la provincia de Málaga llegaron a tener almacenado sólo un 6% de su capacidad, equivalente a algo menos de 40 hm<sup>3</sup>, de los que casi la mitad eran de agua salada prácticamente inutilizable. Durante los últimos meses de esta sequía los acuíferos de Málaga permitieron superar la situación y la práctica totalidad de los habitantes de esta provincia pudieron abastecerse con agua subterránea.

Ahora, con una situación meteorológica e hidrológica totalmente diferente, parece oportuno, con la ayuda de la prensa de aquellos meses, recordar algunos de los acontecimientos ocurridos y referir algunas de las curiosas noticias por medio de las cuales la opinión pública conoció la problemática de las aguas subterráneas de Málaga.

A lo largo de 1995, la mayor parte de los profesionales relacionados con la hidrogeología quedábamos sorprendidos al conocer por la prensa noticias tales como la intención de aplicar, en un importante municipio de la Costa del Sol, "técnicas israelíes para captar agua mediante extracción de pozos fósiles a 1.800 m de profundidad", después de haber realizado más de cuarenta sondeos, la mayor parte de ellos de escaso éxito.

En otro municipio, cercano a éste y no menos importante en el contexto

de la Costa del Sol, se puso en marcha el que fue denominado "plan colador", mediante el cual habrían de realizarse 25 sondeos distribuidos en un término municipal de poco más de 10 km<sup>2</sup>.

Y en esta situación de carencia y angustia, al finalizar el verano de 1995, el alcalde de otra localidad eminentemente turística de la misma Costa del Sol, hacía público un comunicado tratando de "tranquilizar a los vecinos y personas que eligen el municipio con destino de sus vacaciones", donde se aseguraba que en él no padecían problemas de suministro de agua, ignorando (u ocultando) que en las captaciones de abastecimiento se venía produciendo, a lo largo del último período, un descenso ininterrumpido de la superficie piezométrica superior a los 10 m/año.

Otro de los acontecimientos que mayor eco tuvo en la prensa provincial fueron los sondeos llevados a cabo en la Sierra de las Nieves, originando las más encendidas polémicas entre las distintas administraciones, colectivos ecologistas y vecinos; no faltaron interdictos judiciales, visita de ministro, intervención del gobernador civil ante la población supuestamente afectada, manifestaciones, incidentes e intervenciones de las fuerzas de orden público, todo ello como consecuencia de lo que, gráfica y acertadamente, fue denominado "fundamentalismo ecológico" de los que pretendían impedir las perforaciones, relacionando la supervivencia de los pinsapos de esta Sierra con la explotación de sus acuíferos. Claro, que en esta ceremonia de la confusión llegó a escribirse, en titulares a toda



Galería para regulación del manantial de Guaro (Periana).



Fuente del Rey (Churriana). Manantial desaparecido en la Sierra de Mijas.

página de un periódico provincial, que se pretendía extraer nada menos que 200 m<sup>3</sup> por segundo de los acuíferos de esta Sierra.

El caso de los sondeos realizados en Serrato (acuíferos de la Serranía de Ronda) para incrementar los caudales de abastecimiento a Málaga fue otro de los que suscitaron polémicas y enfrentamientos que hicieron precisa la intervención de la fuerza pública. La prensa publicó una espectacular fotografía de los agentes antidisturbios protegiendo al director de las obras de las iras de los lugareños que pretendían impedir la captación de “su” agua. Unos meses más tarde, en enero de 1996, cuando las lluvias habían puesto fin a la dramática sequía, la capacidad de asombro de los hidrogeólogos que

daba ampliamente superada al leer la noticia de que la Patrulla Verde del ayuntamiento correspondiente había descubierto serias alteraciones en el sistema de recarga y de drenaje del acuífero de Serrato, como consecuencia de los sondeos realizados.

Pero quizás uno de los acontecimientos hidrogeológicos más sobresaliente de aquellos meses fue la noticia, ampliamente difundida por la prensa nacional de los últimos días del mes de octubre, del “descubrimiento” de un acuífero bajo la ciudad de Málaga, del que llegó a decirse que podía almacenar hasta 500 hm<sup>3</sup>, comparando este volumen con la capacidad de todos los embalses de la provincia. El “descubrimiento” provocó una auténtica guerra política entre diversas instituciones públicas relacionadas con los recursos hídricos, cruzándose descalificaciones y acusaciones de ineficacia e ignorancia, mientras gran parte de los hidrogeólogos asistíamos atónitos a una polémica que, sorprendentemente, quedó olvidada con las lluvias que pusieron fin a aquella sequía.

Y con este telón de fondo, la Diputación Provincial, en el ánimo de clarificar a una opinión pública manifiestamente confundida, promovió unas “Jornadas sobre el Agua en la Provincia de Málaga”, tratando de analizar la situación de sus recursos hídricos y las posibles soluciones a la situación creada por la sequía. Los apartados que siguen son el resumen de una ponencia sobre la situación actual y la problemática de las aguas subterráneas de la provincia con la que se me pidió colaborar en aquellas jornadas y que, en líneas generales, creo que

sigue teniendo vigencia en estos momentos.

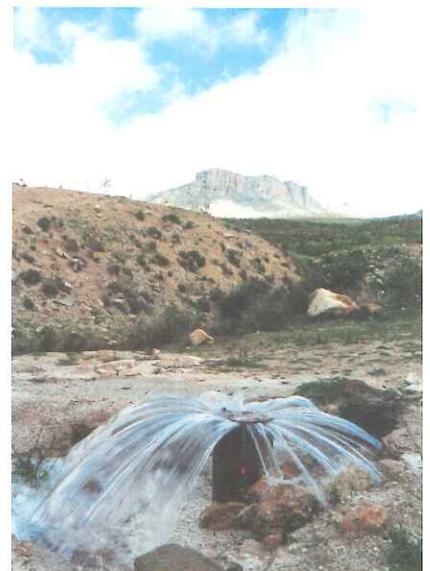
### Rasgos hidrogeológicos generales de la provincia

En la provincia de Málaga afloran formaciones permeables que constituyen acuíferos de interés sobre una superficie de 1.984 km<sup>2</sup>. De acuerdo con la litología de las formaciones geológicas pueden diferenciarse acuíferos carbonatados y acuíferos detríticos.

Los primeros corresponden a los macizos calizo-dolomíticos que originan los relieves más abruptos y topográficamente más elevados de la provincia y deben su permeabilidad a los procesos de fisuración y karstificación



Manantial de Coín, dotado de un dispositivo de bombeo en su interior.



Sondeo surgente en los acuíferos de la Serranía de Ronda.

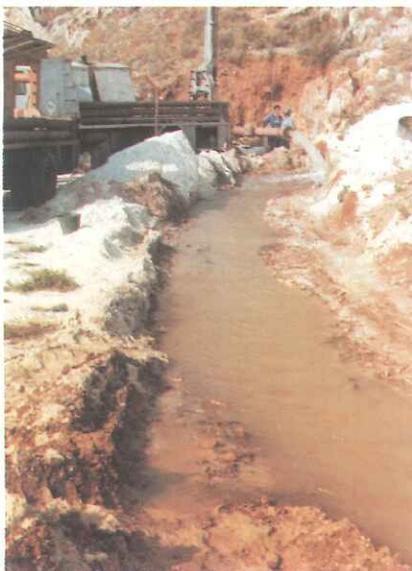


**Manantial de la Villa (Antequera) durante la prueba de bombeo en las captaciones para su regulación (año 1976).**

que han sufrido las formaciones carbonatadas que, en su mayor parte, son de edad jurásica y triásica. Su estructura interna es compleja y la superficie total ocupada por estos acuíferos es de algo más de 1.000 km<sup>2</sup>.

Los acuíferos detríticos están constituidos por formaciones recientes de edad mioceno- cuaternaria, poco o nada afectadas por la tectónica. Su carácter permeable es debido a la porosidad intergranular que presentan, y ocupan las áreas topográficamente más deprimidas del interior (Depresiones de Ronda y Antequera, y cuenca de Fuente de Piedra) y los sectores próximos al litoral (Marbella-Estepona, Fuengirola, Bajo Guadalhorce y Vélez-Málaga). Ocupan una superficie algo menor que la de los acuíferos carbonatados.

La cadena montañosa que atraviesa la provincia en su sector central separa dos áreas bien diferenciadas desde el punto de vista hidrogeológico y,



**Bombeo de ensayo en el sondeo de San José para abastecimiento a Torremolinos (año 1978).**



**Pozo de Raney de Perales para abastecimiento a Málaga en el acuífero del Bajo Guadalhorce.**

a la vez, constituye un elemento de características bastante homogéneas. Esta cadena se extiende desde el límite oriental de la provincia (puerto de los Alazores) hasta la Serranía de Ronda, a través de la Sierra de Las Cabras, Puerto de las Pedrizas, Torcal y Sierras del Valle-El Chorro y está formada, en su mayor parte, por acuíferos carbonatados. En el extremo sur-oriental de la provincia, esta cadena enlaza con las estribaciones de las unidades hidrogeológicas de las Sierras de Tejeda- Almirajara, compartidas con la provincia de Granada.

El extremo norte de la provincia está ocupado por dos grandes unidades hidrogeológicas detríticas: la de los Llanos de Antequera y la de Fuente de Piedra, con las que coexisten otras carbonatadas de menor importancia, debido a su pequeña superficie (Sierras de Archidona, Humilladero, Mollina, Arcas, Pedroso, y otras).

El sector próximo a la costa está ocupado, en su mayor parte, por acuíferos detríticos, si se exceptúa la unidad hidrogeológica carbonatada de Sierra Blanca-Mijas.

### Características y perspectivas de los acuíferos

#### Acuíferos de la región de la Serranía de Ronda

Se trata de acuíferos carbonatados, que en su mayor parte funcionan en régimen natural, destacando la elevada cuantía de sus recursos subterráneos y el hecho de ser drenados a través de manantiales de descarga muy irregular, en su mayoría. Prácticamente no existen captaciones de importancia, si se exceptúan las destinadas al abastecimiento de Ronda.



**Baños de Vilo (Periana). Manantial minero-medicinal recientemente reformado.**

Las posibilidades de actuación en estas unidades deben centrarse fundamentalmente en la regulación de los manantiales más caudalosos, para modular su descarga y adaptarla a la demanda estacional, siendo la Unidad de Yunquera-Nieves la que presenta mejores condiciones para localizar en ella captaciones con este fin. La actuación sobre los manantiales que dan origen al río Grande parece recomendable, pues con ella podría complementarse el embalse previsto en dicho río. También las actuaciones sobre el área próxima al nacimiento de río Verde podrían aumentar la disponibilidad de recursos en el embalse de La Concepción.

En otras unidades carbonatadas de esta región se han llevado a cabo recientemente actuaciones de emergencia tendentes a regular algunos de sus manantiales más importantes (Serrato y Cuenca del Turón), contribuyendo a aportar recursos a los embalses del Guadalhorce.

#### Acuíferos de la Cadena del Valle-Torcal-Sierra de las Cabras

La unidad hidrogeológica de mayor interés, entre las incluidas en esta cadena calcárea, es la del Torcal de Antequera, en la cual se está llevando a cabo la regulación del manantial de



**Laguna Chica, relacionada con el Karst yesífero de Archidona.**



Manantial de Torremolinos. Acuífero de Sierra de Mijas.



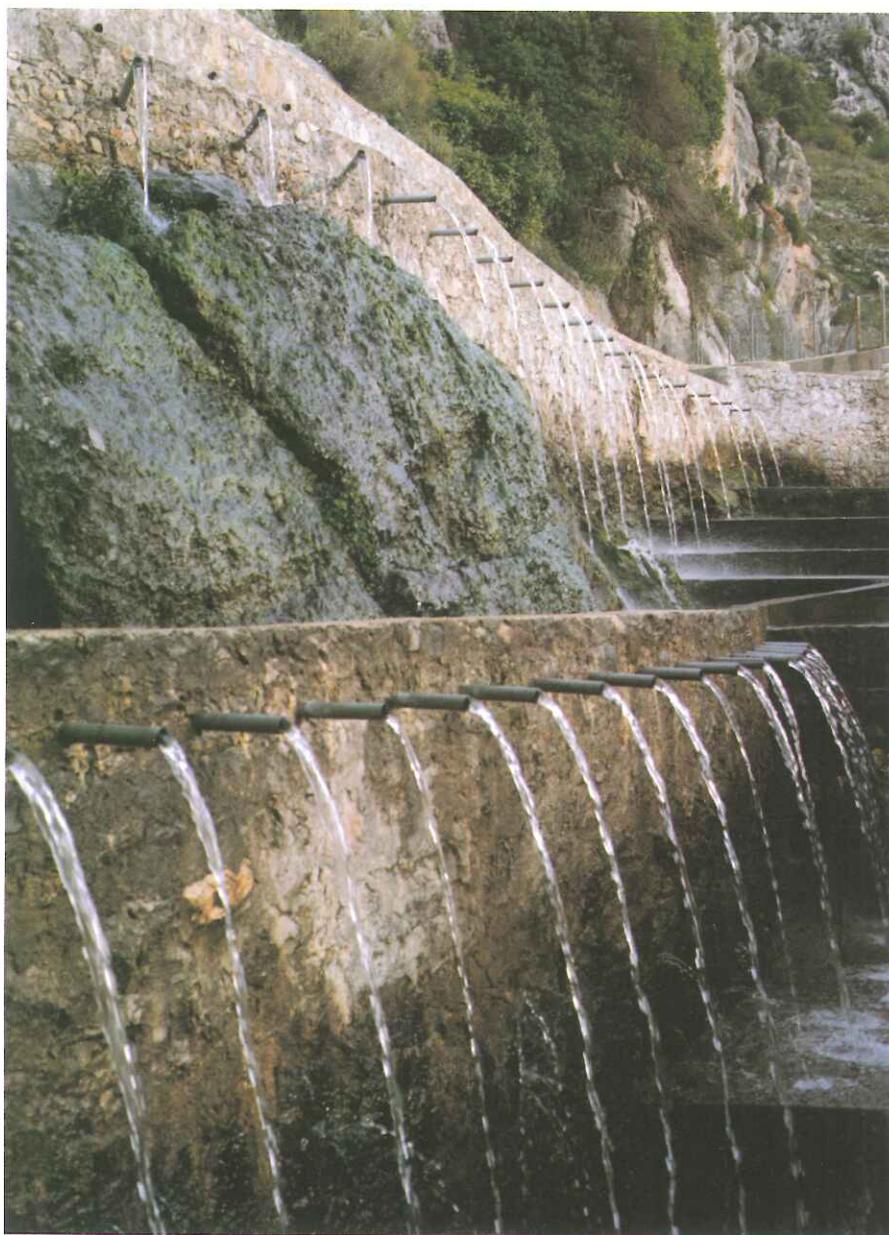
Manantial de la Estación de Benaoján. Sierra de Líbar.

La Villa, actuación que puede considerarse como modelo de lo que sería posible realizar en la mayoría de los acuíferos carbonatados de la provincia. Las restantes unidades se encuentran prácticamente inexploradas, si se exceptúan pequeñas captaciones para abastecimiento y algunos regadíos.

El aprovechamiento actual de estos acuíferos se basa en sus manantiales que, en la mayor parte de los casos, tienen un régimen de descarga muy irregular, generalmente mal adaptado al calendario de las demandas locales. En consecuencia, las actuaciones que cabe proponer deben encaminarse a alcanzar la regulación de los manantiales más importantes. En concreto, sobre la vertiente norte de la unidad de la Sierra de Las Cabras-Camarolos-San Jorge se sitúan los manantiales más apropiados para ser regulados (Villanueva del Rosario, Parroso), a la vez que ofrece una disposición geométrica adecuada para llevar a cabo en ella captaciones con este fin. También la unidad de Alfarnate presenta buenas perspectivas en este sentido.

Algunas actuaciones realizadas en el marco de las obras de emergencia contra la sequía han estado dirigidas a captar los acuíferos de la unidad del Valle de Abdalajís con éxito, aunque la calidad del agua captada es mediocre debido a la conexión hidráulica con el embalse del Guadalhorce.

La depresión miocena de Ronda, constituye una unidad hidrogeológica de carácter detrítico compartida con la provincia de Cádiz. En ella existen numerosas captaciones, aunque de pequeño rendimiento. La zona de mayor interés es la que se encuentra próxima



Fuente los 100 caños, uno de los manantiales de la Sierra de San Jorge que da origen al río Guadalhorce.

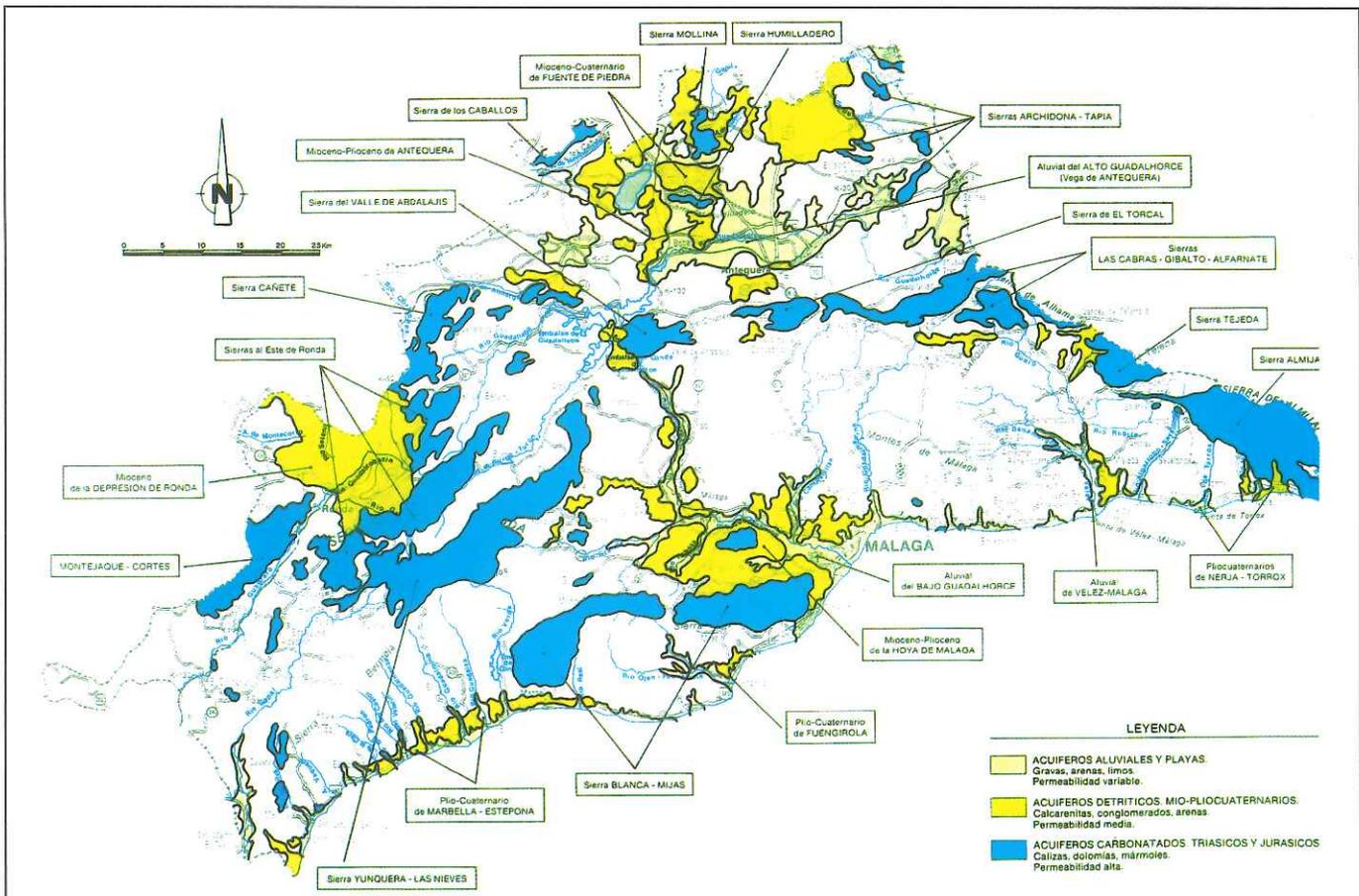


Figura 1. Acuíferos de la provincia de Málaga. (Diputación de Málaga, 1989).

a las unidades carbonatadas de la Seranía, de las que recibe alimentación subterránea.

### Acuíferos de las Sierras de Tejada-Almijara

Se trata de dos grandes unidades hidrogeológicas, compartidas con la provincia de Granada.

La primera de ellas está prácticamente inexplorada en su vertiente malagueña, aunque presenta unas características geométricas adecuadas para abordar su explotación por medio de sondeos, habiéndose realizado ya, con éxito, algunos de investigación. Actuaciones en este sentido podrían proporcionar caudales de interés para satisfacer las actuales demandas urbanas y agrícolas de los municipios próximos de la Axarquía. También podría presentar interés acometer, mediante captaciones, la regulación del manantial de La Fájara, cuyo régimen natural de descarga es muy irregular. Como objetivo más ambicioso, la explotación más intensa de este acuífero podría contemplarse en el

ámbito de la planificación hidráulica de la cuenca del río Vélez.

En la Sierra de Almijara se ha producido en los últimos años un notable incremento de las captaciones para satisfacer la creciente demanda agrícola y urbana de los núcleos de la Axarquía y de la provincia de Granada (Torrox, Frigiliana, Còmpeta, Nerja y Almuñecar). El mayor problema de esta unidad es la concentración de extracciones en sectores concretos (río Torrox, río Chíllar, sector de Cantarriján), observándose en el último de ellos claros indicios de intrusión marina.

### Acuíferos de la Región de Antequera

La unidad hidrogeológica de los Llanos de Antequera se caracteriza por su estrecha relación con el río Guadalhorce y por la fuerte demanda agrícola que satisface (extracciones estimadas en 33 hm<sup>3</sup>/año).

En esta zona tienen mayor importancia los aspectos relacionados con la calidad de las aguas subterráneas, ya

que en el aluvial del Guadalhorce, existe un equilibrio entre recursos y extracciones. Las oscilaciones piezométricas que se observan son estacionales, aunque con descensos prolongados en determinados períodos que parecen ser más debidos a causas climatológicas que a sobreexplotación.

Las concentraciones de sulfatos y cloruros de sus aguas son, en general, elevadas. En determinadas áreas, y como consecuencia del uso de fertilizantes, también son elevadas las concentraciones de nitratos.

El mayor problema de los acuíferos de la región de Antequera es el que producen las aguas altamente salinas que circulan en los sectores karstificados del Triás evaporítico. Especial atención merecen los manantiales salinos de Meliones y Cañaveralejo, que se hallan en la zona de influencia de los embalses del complejo Guadalhorce-Guadalteba, por cuyo motivo las consecuencias de la elevada salinidad se derivan hacia las áreas de demanda urbana y agrícola situadas en la cuenca baja del Guadalhorce, incluida la propia ciudad de Málaga.

### Acuíferos de la Cuenca de Fuente de Piedra

La cuenca endorreica de Fuente de Piedra coincide con una unidad hidrogeológica íntimamente relacionada con la laguna, lo que le atribuye notables implicaciones medioambientales.

Todos los acuíferos de la cuenca se encuentran intercomunicados y en ellos se produce un flujo subterráneo hacia la laguna, donde la evaporación condiciona la descarga del sistema.

Las características hidrogeológicas a destacar en esta unidad hidrogeológica son la mediocre calidad de sus aguas subterráneas y la concentración de bombeos durante el estiaje en un espacio muy reducido de la cuenca (La Albina), donde se producen descensos piezométricos importantes que, sin embargo, al cesar las extracciones y producirse las lluvias, se recuperan.

Los estudios realizados demuestran que los bombeos en el acuífero que alimenta a la laguna influyen escasamente en su desecación estacional; más bien se trata de un proceso natural íntimamente relacionado con las precipitaciones y con la evaporación que se produce en el vaso de la laguna.

La calidad del agua subterránea de esta unidad es mediocre por su alta salinidad, observándose también elevadas concentraciones en nitratos debido al uso de fertilizantes.

Entre los acuíferos detríticos de la región de Antequera y Fuente de Piedra destacan pequeños relieves carbonatados (Sierras de Mollina, los Caballos, Humilladero, Archidona, Pedroso, Cuevas de Becerro y otras) que constituyen sistemas hidrogeológicos de interés local, utilizados fundamentalmente para abastecimiento de las poblaciones cercanas. Algunos de ellos sufren una fuerte explotación (Sierras de los Caballos y de Humilladero) que debería controlarse. Son acuíferos que deberían reservarse para atender la demanda urbana, por ser sus aguas las de mejor calidad de la zona.

### Acuíferos costeros de Marbella-Estepona

Se trata de un conjunto de sistemas hidrogeológicos alojados en acuíferos detríticos de pequeñas dimensiones. Su principal característica es la dificultad de recarga, que puede verse acrecentada con la construcción de los embalses previstos.

## Acuíferos de la provincia de Málaga

	Superficie (km <sup>2</sup> )	Infiltración (hm <sup>3</sup> /año)	Bombeos (hm <sup>3</sup> /año)
<b>Acuíferos carbonatados</b>			
U.H. Yunquera-Nieves	170	75	0,5
U.H. Sierra de Líbar	70	70	0 (1)
U.H. Sierra de Cañete	55	17	2
Restantes U.H. de la Serranía de Ronda	135	61	2
Relieves jurásicos del norte de la provincia	60	13	9
U.H. Sierras del Valle de Abdalajís	31	6,5	0,4
U.H. Torcal de Antequera	35	15	6,5
U.H. Sierras de las Cabras, Camarolos y San Jorge	63	20	0
U.H. Sierra de Alfarnate	25	10	0
U.H. Sierra de Almirajara	157	49,5	14 (1)
U.H. Sierra de Tejada	30	9	0 (1)
U.H. Sierra Blanca-Sierra de Mijas	177	75	22
<b>Total</b>	<b>1.008</b>	<b>421</b>	<b>56,4</b>
<b>Acuíferos detríticos</b>			
U.H. Depresión de Ronda	200	6	5 (1)
U.H. Llanos de Antequera, Archidona y Campillos	229	46	33
U.H. Fuente de Piedra	150	12	3
U.H. Marbella-Estepona	80	26	23
U.H. Fuengirola	17	10	6
U.H. Bajo Guadalhorce	270	42	30
U.H. Vélez-Málaga	30	33	29
<b>Total</b>	<b>976</b>	<b>175</b>	<b>129</b>
<b>Total provincia</b>	<b>1.984</b>	<b>596</b>	<b>185,4</b>

(1) Cifras correspondientes sólo a la provincia de Málaga.

En estos acuíferos, considerados globalmente, los bombeos no representan una cifra importante en relación con los recursos totales, pero la concentración de extracciones en sectores concretos puede dar lugar, con facilidad, a sobreexplotaciones locales, provocando los consiguientes fenómenos de intrusión marina, como los que ya se están poniendo de manifiesto.

### Acuífero costero de Fuengirola

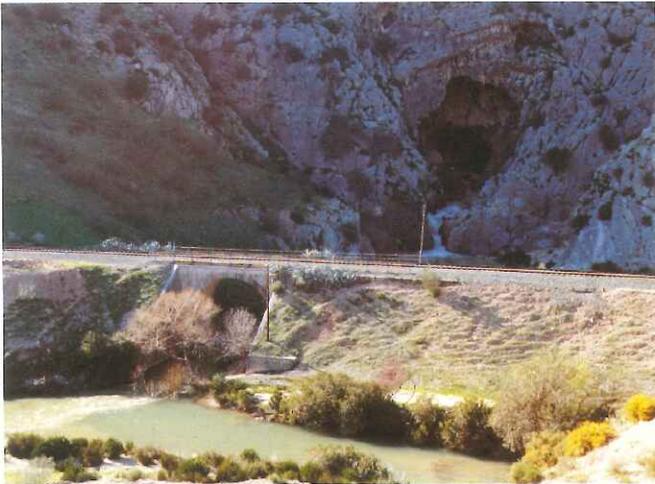
La cuestión más sobresaliente a destacar de este acuífero detrítico es el descenso piezométrico que se produce durante los estiajes en sectores localizados próximos al mar, donde la cota de la superficie piezométrica llega a ser negativa, incrementándose notablemente los contenidos salinos del agua

como indicio de la intrusión marina. Sin embargo, se trata de fenómenos estacionales, pero que son reversibles y no plantean un problema permanente.

Hay que señalar, no obstante, que la puesta en explotación de las nuevas captaciones realizadas recientemente (obras de emergencia-sequía y Ayuntamiento) pueden agravar estos problemas estacionales y dar lugar a situaciones de evidente sobreexplotación.

### Acuíferos de la Hoya de Málaga (Bajo Guadalhorce)

Esta unidad hidrogeológica de carácter detrítico incluye un acuífero «profundo», confinado y con frecuencia surgente, alojado en la base de las formaciones detríticas del Terciario, y otros superficiales que son los que se



Manantial de la Cueva del Gato. Sierra de Líbar.



Vista aérea de la Laguna de Fuentedepiedra.

explotan regularmente y que se encuentran en íntima relación hidrogeológica con el río Guadalhorce. En ellos se sitúan captaciones importantes para abastecimiento de Málaga (Fahala, Puente del Rey, San Isidro, Aljaima) y numerosos más para regadío, totalizando una explotación anual próxima a los 30 hm<sup>3</sup>/año.

El aspecto más importante a destacar en los acuíferos del Bajo Guadalhorce es la progresiva degradación de la calidad de sus aguas. Las altas concentraciones de sulfatos, cloruros y nitratos y la presencia de determinados iones considerados como tóxicos, ponen de manifiesto la contaminación del acuífero por las actividades humanas que en él se desarrollan, lo cual condiciona que sus aguas no presenten, en amplias zonas, calidad adecuada para el consumo humano.

Estos acuíferos, por su proximidad a los núcleos urbanos de Málaga y su área metropolitana, donde se genera un notable caudal de aguas residuales, podrían ser adecuados para poner en práctica dispositivos de recarga artificial.

#### Acuíferos costeros de Vélez-Málaga

Esta unidad se halla en estrecha relación hidrogeológica con el río Vélez. Hasta hace poco soportaba una fuerte explotación que provocaba fenómenos de intrusión en el sector costero, pero la puesta en explotación del embalse de la Viñuela ha modificado sustancialmente esta dinámica.

El uso conjunto del embalse de la Viñuela y del acuífero de Vélez-Má-

laga, que se está llevando a cabo, es sin duda el modo más adecuado de gestionar este sistema, coordinando la explotación de recursos superficiales y subterráneos.

En lo que se refiere a la calidad del agua subterránea, hay que destacar los elevados contenidos de los compuestos nitrogenados, sin duda relacionados con unas tasas de abonado excesivas en los cultivos existentes sobre el acuífero. Este hecho hace que, en amplias zonas, la calidad del agua sea deficiente para consumo humano. Consideramos que este acuífero presenta excepcionales características y condiciones para llevar a cabo en él experiencias de recarga artificial.

#### Acuíferos de las Sierras Blanca y de Mijas

Este macizo carbonatado constituye uno de los acuíferos más importantes de la provincia de Málaga, tanto por su extensión como por los recursos renovables que almacena (más de 70 hm<sup>3</sup>/año). Los manantiales que se originan en él y las captaciones realizadas a lo largo de las últimas décadas permiten abastecer, total o parcialmente, los núcleos urbanos de Torremolinos, Arroyo de la Miel, Benalmádena, Mijas, Ojén, Marbella, Istán, Monda, Coín, Alhaurín el Grande, Alhaurín de la Torre y Churriana, además de numerosas urbanizaciones de estos municipios, atendiendo así mismo la demanda agrícola de los riegios tradicionales de la zona.

El caudal que anualmente se extrae por las captaciones en el conjunto

de este acuífero, es aún inferior a la recarga que recibe por infiltración de la lluvia en condiciones medias. Sin embargo se observa una clara diferencia entre la parte occidental (Sierra Blanca), donde las captaciones son aún escasas y la mayoría de los manantiales siguen emergiendo de modo natural, y la parte oriental (Sierra de Mijas), donde hace ya años que han desaparecido antiguos manantiales, debido a que en sus proximidades se bombea intensamente, habiendo descendido el nivel del agua de modo significativo (sectores de Torremolinos, Mijas, Benalmádena, Arroyo de la Miel y Alhaurín de la Torre).

Aspecto importante a tener en cuenta es la vulnerabilidad de este acuífero a la contaminación de sus aguas. Los vertederos de residuos sólidos urbanos de Torremolinos, Benalmádena, Marbella o Monda, que se sitúan sobre él, constituyen peligrosos focos de contaminación y su emplazamiento es, sin duda, un gravísimo atentado contra la calidad de las aguas que abastecen a decenas de miles de personas.

#### Otros acuíferos de la provincia

En relación a la provincia de Málaga existen otros acuíferos que adquieren su mayor desarrollo en las provincias limítrofes.

En el municipio de Periana (Guaro) se localiza el punto más importante de la descarga meridional del macizo carbonatado de Sierra Gorda, cuya mayor parte se ubica en la provincia de Granada. En relación con este manan-



Nacimiento de río Grande, uno de los manantiales más significativos de la Unidad de Yunquera-Nieves.

tial se ha llevado a cabo una notable obra de regulación consistente en una galería dotada de varios sondeos en su interior que permiten la regulación del manantial en beneficio de los regadíos y el abastecimiento urbano de la zona.

El acuífero detrítico costero del Bajo Guadiaro, aunque pertenece, en su parte más baja, a la provincia de Cádiz está siendo utilizado para satisfacer demandas de la Costa del Sol malagueña.

### Recursos hídricos y grado de explotación

El cuadro anteriormente expuesto refleja los datos más significativos de las unidades hidrogeológicas existentes en la provincia de Málaga, en lo que se refiere a superficie, recursos renovables y grado de explotación.

En conjunto, la superficie ocupada por formaciones permeables potencialmente acuíferas es de 1984 km<sup>2</sup>, lo que supone aproximadamente el 27% del total provincial.

La infiltración que reciben los acuíferos de la provincia se estima en unos 596 hm<sup>3</sup>/año, de los que aproximadamente 421 hm<sup>3</sup> / año corresponden a los acuíferos carbonatados y los 175 hm<sup>3</sup> / año restantes a los detríticos.

La explotación por bombeo en estos acuíferos es de unos 185 hm<sup>3</sup>/año (aproximadamente el 31 % de los recursos), correspondiendo la mayor par-

te (129 hm<sup>3</sup>/año) a acuíferos detríticos y los 56 hm<sup>3</sup>/ año restantes a acuíferos carbonatados.

Los bombeos en los acuíferos detríticos representan aproximadamente el 74% de sus recursos, mientras que en los acuíferos carbonatados, las extracciones sólo representan el 13% de los correspondientes a éstos.

En resumen, puede decirse que los acuíferos detríticos se encuentran explotados hasta una cifra que permite hablar de escasos excedentes, ya que el incremento de bombeos podría provocar fenómenos de intrusión en el sector costero o descensos importantes en el interior. La disponibilidad de recursos adicionales en estos acuíferos podría plantearse a partir de los adecuados proyectos de recarga artificial con aguas residuales o con eventuales excedentes de escorrentía superficial.

Los acuíferos carbonatados presentan un índice de explotación mucho menor, si se exceptúa el caso de la Sierra de Mijas. En ellos es posible incrementar la explotación, mediante captaciones, que en último extremo lograrían la regulación de los manantiales por los que actualmente se produce la descarga natural de estas unidades hidrogeológicas.

### Consideraciones finales

Independientemente de las actuaciones puntuales que se han sugerido al analizar cada una de las unidades hi-

drogeológicas de la provincia, parece oportuno plantear una serie de consideraciones de carácter general sobre las aguas subterráneas de la provincia:

- Los acuíferos carbonatados contienen las aguas de mejor calidad, por lo que debería tenderse a reservarlos para satisfacer las demandas de consumo humano. Son también los más vulnerables a la contaminación, lo que hace imprescindible arbitrar medidas para preservarlos, mediante creación de perímetros de protección y un control estricto de los vertidos.

- Los acuíferos detríticos contienen aguas de peor calidad, generalmente debido a las actividades humanas que sobre ellos se desarrollan. En algunos de los situados en el sector costero, donde ya se han puesto de manifiesto procesos de intrusión marina y en cuyas proximidades se genera un caudal suficiente de aguas residuales, debería considerarse la posibilidad de construir dispositivos de recarga artificial.

- Los sistemas de utilización conjunta y coordinada de aguas superficiales y subterráneas, como el que se empieza a poner en práctica en el caso del embalse de la Viñuela y el acuífero de Vélez-Málaga deben ser contemplados en la gestión hídrica de otras áreas de similares características.

- La tendencia conservacionista de impedir cualquier actuación que altere el régimen natural de descarga de los acuíferos es un error que conduce a despreciar la capacidad de almacenamiento y de regulación que éstos ofrecen para un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos.

- Por parte de las distintas Administraciones se deben programar y dotar económicamente proyectos de investigación dirigidos a mejorar el conocimiento de los acuíferos de la provincia que, en algunos casos, son conocidos con poco detalle.

- Es necesario poner en marcha los mecanismos oportunos para conocer de la manera más precisa posible el grado de explotación a que están sometidos los diferentes acuíferos de la provincia, como medida imprescindible para actualizar los balances hídricos de las diferentes unidades hidrogeológicas.

- Para el control de las extracciones y la gestión eficaz de los acuíferos más explotados se debe fomentar la constitución de comunidades de usuarios de los mismos que participe en la toma de decisiones.



Sondeo en el interior de la galería para regulación del manantial de Guaro (Periana).

– La Administración debería elaborar unas normas de explotación específicas para las unidades hidrogeológicas de mayor interés, estableciendo prioridades de usos, zonaciones, características de las obras a construir, limitaciones, mecanismos de control del agua bombeada y de la evolución de los niveles, entre otras cuestiones.

– La coordinación entre las distintas Administraciones en lo que se refiere a las actuaciones relacionadas con los acuíferos es imprescindible, en especial en situaciones de emergencia como la ocurrida en 1995, propicias a que afloren las actitudes voluntaristas o de protagonismo.

– En relación con las captaciones que fueron realizadas para paliar los efectos de la sequía, es necesario alertar sobre el riesgo de que lleguen a convertirse en obras de infraestructura de uso permanente habiendo sido concebidas como obras coyunturales para superar una situación de emergencia. Estas obras deberán quedar para responder, en el futuro, a situaciones similares y deberá evitarse crear sobre ellas nuevas demandas, que difícilmente podrían satisfacerse sin poner en riesgo de sobreexplotación los acuíferos correspondientes.

Han pasado ya casi dos años desde que todo esto se expuso en medio de un clima de angustia y no poca crispación, en cuyo contexto hay que recordar que el entonces MOPTMA hizo pública la relación de inversiones en “captaciones y aprovechamientos hidrogeológicos” de emergencia contra la sequía, en la provincia de Málaga,

por valor de 2.150 millones de pesetas. Ahora, con el sosiego que permite analizar la situación, con los embalses de la provincia repletos y con el suministro de la población garantizado para los próximos cuatro años, parece un momento adecuado para recordar que la dramática situación climatológica de 1995 volverá inexorablemente a producirse y que, cuando esto ocurra, ojalá no se repitan los acontecimientos y las noticias relatados al principio, porque las carencias y los errores que los provocaron hayan sido subsanados.

Poco o nada se ha hecho desde entonces por las distintas Administraciones en lo que se refiere a mejorar el conocimiento de los acuíferos. Los vertederos de residuos urbanos situados sobre acuíferos altamente vulnerables siguen funcionando. Los proyectos de recarga artificial de acuíferos siguen siendo ciencia ficción. Muchos de las captaciones “de emergencia” han sido incorporadas de modo permanente a los dispositivos de infraestructura de abastecimiento, incrementándose las extracciones de acuíferos que, cuando llegue otra sequía, estarán de nuevo en situación precaria.

Quizás entonces volverá a recurrirse a las aguas subterráneas con nuevas “obras de emergencia”, que suscitarán polémicas y enfrentamientos como los de 1995. Quizás volverá a hablarse de “técnicas israelíes para captar aguas fósiles a 1.800 m de profundidad”, o de un nuevo “plan colador” y quizás seguirán siendo las Patrullas Verdes de los ayuntamientos las que informarán sobre los sistemas de

recarga y de drenaje de los acuíferos de esta provincia, porque los hidrogeólogos estaremos, en el mejor de los casos, dedicados a otras actividades más gratificantes.

#### Bibliografía recomendada

- ANDREO, B. (1996). Estudio hidrogeológico de los mármoles Alpujarrides de las Sierras Blanca y de Mijas (Málaga). Contribución al conocimiento de los acuíferos carbonatados del Sur de España. Tesis doctoral Univ. de Granada, 492 pp.
- CARRASCO, F. (1986). Contribución al conocimiento de la cuenca alta del río Guadalhorce: el medio físico. Hidrogeoquímica. Tesis doctoral Univ. de Granada, 435 pp.
- C.H.S. (1986). Estudio hidrogeológico de los ríos Vélez y Benamargosa.
- C.H.S. (1989). Estudio hidrogeológico y de evaluación de recursos subterráneos en la zona de Alhaurín de la Torre (Sierra de Mijas). Málaga.
- DIPUTACIÓN DE MÁLAGA. (1989). Atlas hidrogeológico de la provincia de Málaga. 151pp.
- D.G.O.H. – C.H.S. (1988). Plan hidrológico. Confederación Hidrográfica del Sur. Documentación básica.
- D.G.O.H. – C.H.S. (1993). Plan hidrológico. Confederación Hidrográfica del Sur. Borrador del proyecto de directrices.
- IARA. (1988). Estudio hidrogeológico del acuífero de los Llanos de Antequera.
- I.A.R.A. (1991). Investigación de los acuíferos de la Sierra de Almijara. Axarquía Este. Málaga.
- IGME. (1979). Alimentación, descarga y posibilidades de regulación del macizo karstico de El Torcal de Antequera (Málaga).
- IGME. (1981). Investigación hidrogeológica en las Cuencas del Sur de España (sector occidental). Colección Informe. 79 pp.
- IGME. (1982). Calidad de las aguas subterráneas en Andalucía: situación actual y focos potenciales de contaminación.
- IGME. (1983). Investigación hidrogeológica de las Cuencas del Sur de España (sector occidental). Síntesis de trabajos realizados. P.I.A.S.
- IGME. (1984). Estudio de investigación hidrogeológica para la regulación de los recursos hídricos subterráneos en la divisoria Guadalete-Guadiaro. (Cádiz-Málaga.)
- IGME. (1984). Estudio hidrogeológico de la cuenca de Fuente de Piedra (Málaga).
- IGME. (1985). Estudio del sistema acuífero nº 38. Sierra Blanca-Sierra de Mijas. Hidrogeología, calidad y utilización del agua.
- ITGE. (1988). El agua subterránea en Andalucía. 71 pp.
- LINARES, L. (1990). Hidrogeología de la laguna de Fuente de Piedra (Málaga). Tesis doctoral, Univ. de Granada. 343 pp.
- SERVICIO GEOLÓGICO-D.G.O.H. (1988). Delimitación de las Unidades Hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de su características. Cuenca Sur de España.
- SERVICIO GEOLÓGICO-D.G.O.H. (1991). Estudio hidrogeológico de la Sierra de Tejada-Almijara y Guájara (Málaga y Granada).
- SERVICIO GEOLÓGICO-D.G.O.H. (1990). Unidades hidrogeológicas de la España Peninsular y Baleares. Síntesis de sus características y mapa a escala 1:1.000.000. Informaciones y Estudios nº 52. 32 pp.

## ¿ Cómo pagará sus gastos cuando un accidente o una enfermedad le impidan ejercer su trabajo ?

PROTÉJASE CUANDO SE HALLE TEMPORALMENTE INCAPACITADO PARA TRABAJAR

### UN SEGURO CREADO PARA PROFESIONALES Y CON CONDICIONES ESPECIALES PARA LOS MIEMBROS DEL ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS

CUADRO DE PRIMAS POR CADA 1.000 PESETAS DE SUBSIDIO DIARIO

Indemnización diaria	Edad	Sin franquicia	Franquicia 7 días	Franquicia 15 días
1.000	18/50	12.952	10.019	7.084
1.000	61/65	18.200	14.188	10.177

Ejemplo: Un geólogo de 35 años que desee contratar una indemnización diaria de 10.000 pesetas con una franquicia de 15 días, pagaría una prima anual de 70.840 pesetas.

#### MAS VENTAJAS

Sin recargo por pago fraccionado.

Las garantías toman efecto de forma inmediata, tanto para accidente como para enfermedad.

Totalmente compatible y complementario con cualquier otro Seguro privado o la Seguridad Social.

Sin reconocimiento médico previo.

Cobertura mundial veinticuatro horas al día.

Desgravación fiscal del 15% en el I.R.P.F.

Baja/alta extendida por su propio médico.

#### **Compañía aseguradora: La Previsión Mallorquina de Seguros, S.A.**

Para más información dirigirse a:

**CORREDURIA DE SEGUROS  
DESCALZO & ASOCIADOS, S.L.**

Noria de la Paz, 15  
28223 Pozuelo de Alarcón

**Teléfonos: (91) 3512731 - 7157979**

**Fax: 7157979**

Además, les ofrecemos condiciones especiales para los miembros del I.C.O.G. en todos los ramos, (Accidentes, Vida, Responsabilidad Civil, Autos, Hogar)

# Política ambiental en el sector de rocas ornamentales en Portugal\*

**C. A. Cupeto**

Geólogo, Depto. de Geociencias, Universidad de Evora; Asesor ambiental de ASSIMAGRA.

**L. Sotto-Mayor**

Economista; Director General, ASSIMAGRA.

**I. Beja**

Geógrafo, Depto. de Medio Ambiente, ASSIMAGRA.

**J. L. Freire**

Técnico en Gestión Ambiental, Depto. de Medio Ambiente, ASSIMAGRA.

**N. Saude**

Técnico en Gestión Ambiental, Depto. de Medio Ambiente, ASSIMAGRA.

*La industria de la Piedra Natural tiene gran importancia en Portugal por su impacto social y económico. La introducción de parámetros ambientales es ya una realidad en estas empresas. El Acuerdo Voluntario de Adaptación a la Legislación Ambiental, firmado por la Asociación del sector y los Ministerios de Recursos Naturales y el de Industria y Energía es una parte de la nueva perspectiva de cooperación. Como apoyo a la política ambiental del sector de la Piedra Natural y para ayudar a Assimagra (Asociación Portuguesa de Mármoles y Granitos y similares ramas industriales) se ha creado un Gabinete de Apoyo Ambiental a la Empresa (GAsE).*

*The natural stone industry exists all over the Portuguese territory. It has an important economical and social impact. The introduction of the environmental values on this enterprise management is actually a reality. The Voluntary Agreement for Adaptation to Environmental Legislation signed by the sector associations and the Natural Resources Ministry and the Industry and Energy Ministry, is part of this eco-management and eco-audit perspective. This shows the pioneering nature of the Sector. To support the environmental politic of the natural stone sector and to help the Assimagra (Portuguese Association of Marbles, Granites and Similar Branche's Industrialists) have created the Cabinet for Environmental Support Enterprise (GAsE).*

## 1. Marco del sector en el país

### Perspectiva económica

La industria de las rocas ornamentales tiene una larga historia en el territorio portugués. El desarrollo de las actividades de extracción y de los procesos de transformación subsiguientes surge como consecuencia de la existencia de abundantes reservas con excelentes características decorativas y de gran aceptación en el mercado internacional.

En Portugal se explotan dos grandes grupos de rocas ornamentales: calizas, comercialmente conocidas como mármoles; y rocas silíceas, conocidas como granito y similares. Hay también rocas esquistosas (lajas y pizarras), aunque no son demasiado representativas. El mármol es la roca decorativa que se explota desde hace más tiempo en este país; es comercial y económicamente la más importante, representando hoy en día el 85% del total de la producción de rocas ornamentales. La industria de rocas decorativas se reparte por todo el país, predominando los granitos en el norte y los mármoles en el sur.

Esta actividad económica es responsable del asentamiento de un gran

número de industrias por todo el territorio nacional. Tiene un impacto regional muy importante en algunas zonas; por ejemplo, algunas áreas en Alentejo (especialmente en lo que se refiere a la extracción) y Pero Pinheiro (principalmente la transformación). En estas áreas toda la actividad económica y el sistema productivo dependen de este sector, el cual crea puestos de trabajo en áreas que, de otro modo, quedarían desiertas; así, esta actividad proporciona mejores condiciones de vida a la población local y favorece el desarrollo de otras actividades económicas.

Este es un sector tradicionalmente exportador, por lo que depende bastante de la coyuntura económica internacional y está sometido a una competitividad cada vez más dura. El continuo progreso de esta actividad sólo puede lograrse con la inversión en y el desarrollo de los factores de competitividad, entre los que el medio ambiente y un mejor uso de los recursos naturales representan un valor muy importante. La inversión en el ambiente, mucho más que una simple necesidad, es una exigencia impuesta no sólo por el mercado—que requiere productos cada vez más limpios ambientalmente— sino también por la legislación.

\* Original entregado en Mayo de 1996. ASSIMAGRA es la Asociación Portuguesa de las Industrias de Mármoles, Granitos y Afines.

☐ R. Aristides de Sousa Mendes, 3 B  
1600 Lisboa - Portugal

## Perspectiva legislativa

El proceso de otorgamiento de licencias para estas actividades es actualmente mucho más exigente, especialmente en lo que se refiere a la introducción de consideraciones ambientales:

- En lo que se refiere a las **actividades de extracción**, los decretos [Dec. Lei nº 89/90 y 90/90, los dos del 16 de marzo de 1990] imponen algunas condiciones a las concesiones de licencias para canteras, tanto para la localización como para el funcionamiento. Estas reglas insisten también en la necesidad de hacer *Planes de Restauración del Paisaje*.

- No existe una legislación específica para el sector de **transformación**, pero el proceso de concesión de licencias es ahora más exigente, siguiendo la *Regulación de la Práctica de Actividades Industriales (REAI)*; ésta tiene nuevas normas, que son más exigentes y están más definidas, de acuerdo con la evolución de la política económica y social y, por encima de todo, con la creciente preservación de los valores económicos y humanos.

## 2. Importancia de los factores ambientales en la competitividad del sector

La integración de los costes ambientales está impuesta por las nuevas normas, tanto nacionales como comunitarias, que derivan en inevitables costes para los empresarios, pero que también puedan representar un factor de aumento del valor de las empresas.

De acuerdo con Cupeto *et al* (1995), estas son las ventajas que para este sector representa la integración de la Política Ambiental en la Política Industrial (internalización de costes ambientales en el proceso productivo):

- Ahorro de energía como resultado de la utilización de sistemas más eficientes y menos contaminantes;

- Aumento del potencial de las materias primas como resultado del uso de subproductos y de la aplicación de tecnologías más eficientes en el proceso productivo;

- Creación de una buena imagen entre los consumidores.

De acuerdo con Costa *et al* (1995), el deseo de una calidad ambiental por parte de la sociedad, aporta una gran ventaja competitiva para las empresas que actúen de una manera ambientalmente correcta. Pronto, quien tome una postura negativa desde el punto de vista ecológico se verá en una clara desventaja.

En la industria de las rocas ornamentales se debe prestar especial atención a la restauración posterior a la actividad extractiva y al tratamiento de los lodos de corta y transformación.

La reducción de subproductos y efluentes, que son las principales causas de los impactos ambientales negativos de esta industria, también resulta en una disminución de los costes de producción. Para lograr esto es necesario adoptar nuevas tecnologías de producción.

## 3. Política ambiental

La introducción de los aspectos ambientales en la política industrial, es una necesidad impuesta de forma creciente por los programas y las directivas comunitarios y de los estados miembros, con políticas ambientales específicas para cada uno de ellos.

### Política comunitaria

- El "4º Programa de Acción para Medio Ambiente de la Comunidad Europea (1987/ 992)" marca el comienzo de la incorporación de los aspectos ambientales en la industria y una nueva etapa caracterizada por la filosofía de "reparto de responsabilidades" y "trabajemos juntos".

- "5º Programa de Política y Acción sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible".

- (CEE) Reglamento Número 1836/93, 29 de junio de 1993- Se invita a las empresas a una **participación voluntaria** en un sistema comunitario de **gestión y auditoría ambiental**.

### Política nacional

- *Plan Nacional de Política Ambiental (1995)*, dentro del cual, en un capítulo dedicado a la industria, se pueden observar los siguientes aspectos relevantes:



Los principios de la gestión ambiental (ecogestión) deben, cada vez más, formar parte del trabajo diario en una empresa de piedras naturales. (Dibujo de Cristina Martins).

- *Participación Voluntaria* de las empresas industriales en sistemas de gestión y auditorías ambientales

- Constitución de un sistema comunitario que concederá etiquetas ecológicas;

- Desarrollo de *infraestructuras para la eliminación controlada de residuos*;

- *Responsabilidad civil* ante los daños causados.

- Disposición común de los Ministerios de Industria y Energía y de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de fecha 9 de agosto de 1994, que determina la naturaleza obligatoria de la inclusión de un análisis de los aspectos ambientales siempre que se requiera el acceso a los regímenes de apoyo incluidos en el SINDEPEDIP (Sistema de Incentivos a las Estrategias de las Empresas Industriales). Por lo tanto, la calidad ambiental aparece como un factor a tener en cuenta, tan importante como la calidad de los productos, del equipamiento, de las condiciones de trabajo y de la formación.

- PEDIP II - Estimula la adopción de *medidas voluntarias* en la administración ambiental y la adaptación a nuevas normas.

### Acuerdos voluntarios

La política de *acuerdos voluntarios*



Por su propia naturaleza, las canteras están muchas veces juntas. La seguridad, el ruido, el polvo, el deterioro del paisaje y del agua son algunos de los aspectos más negativos que pueden producirse.

rios surge dentro de un contexto de reparto de responsabilidades y por la necesidad de incluir los factores ambientales en la producción industrial. También expresa un cambio de mentalidad y algunos requisitos legales nuevos.

El principal propósito de los acuerdos voluntarios es el cumplimiento de las disposiciones ambientales y la inclusión de los costes ambientales en un sistema de reparto de responsabilidades. El propósito es la puesta en práctica de la política ambiental, siendo el desarrollo sostenible, al mismo tiempo, la meta.

#### 4. El sector de rocas ornamentales y el AVS

El 25 de septiembre de 1995, el sector de rocas ornamentales formalizó el compromiso establecido por el Acuerdo Voluntario para la Adaptación a la Legislación Ambiental, firmado por ASSIMAGRA (Asociación Portuguesa de Mármoles, Granitos y Ramas Industriales Similares), por AIPGN (Asociación de Rocas y Granitos Industriales del Norte), por MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y por MIE (Ministerio de Industria y Energía). Este acuerdo ofrece a las empresas la posibilidad de acceso a condiciones ventajosas pa-

ra su adaptación a nuevas exigencias ambientales de la legislación. En el acuerdo se definen varios compromisos y competencias, como se expone a continuación.

#### Competencias

##### ASSIMAGRA

- Transfiere el acuerdo a un número mayor de empresas, invitándolas a firmarlo;
- Promueve y realiza estudios de carácter diagnóstico;
- Ayuda a las empresas en sus estudios;
- Apoya la realización de los planes de reconversión de las empresas.

##### Empresa

- Firma el acuerdo;
- Hace un diagnóstico ambiental/auditoría ambiental;
- Elabora un plan de reconversión ambiental;
- Prepara la solicitud de financiación para el plan de reconversión (PEDIP, SIR, etc.);
- Ejecuta el plan de reconversión;
- Evalúa los resultados y hace los ajustes necesarios.

##### Administración pública

- Aplica de la legislación;
- Apoya económicamente (PEDIP, SIR, etc.);
- Adopta una postura cooperativa;
- Proporciona apoyo tecnológico.

#### Fases

##### Diagnóstico

El diagnóstico ambiental dará, en la medida de lo posible, una imagen correcta de la situación ambiental del sector y detectará las principales cuestiones relativas a la ordenación ambiental y territorial. Solamente una vez conocida la situación real, será posible planificar una serie de medidas posteriores. Por lo tanto, este estudio tratará de perfilar los principios por los que deberán guiarse las empresas para alcanzar las actuaciones técnicas adecuadas y establecer un plan para acciones futuras.

Este estudio es la base y el eje de la política ambiental y de las acciones del sector en materias ambientales. Es-

tá basado en los datos que se han de utilizar para obtener una referencia de la situación de las empresas en relación con la legislación vigente. Sólo después de este paso –el conocimiento de la situación– será posible programar las estrategias y acciones de reconversión y los procedimientos que conducen a un mínimo cumplimiento de las exigencias legales.

El diagnóstico ambiental será también la herramienta fundamental para evaluar aproximadamente las acciones de reconversión del sector.

Las metas principales, en esta fase, son:

- Definición de los tipos de situaciones existentes;
- Determinación de los indicadores ambientales y valoración de los impactos;
- Propuesta de medidas de reconversión industrial y de mitigación de los impactos producidos, de acuerdo con los “instrumentos de ordenación” existentes;
- Elaboración de una guía de procedimientos.

##### Auditorías ambientales; el diagnóstico ambiental en la empresa

La ejecución de una auditoría ambiental o ecoauditoría –método de análisis sistemático, documentado y objetivo– permite la detección, para cada caso en particular, de los efectos ambientales de una actividad productiva. Cada empresa debe hacer un estudio exhaustivo y sistemático de los efectos ambientales de los distintos pasos en el proceso productivo y comparar la situación existente con lo que se establece en la legislación vigente.

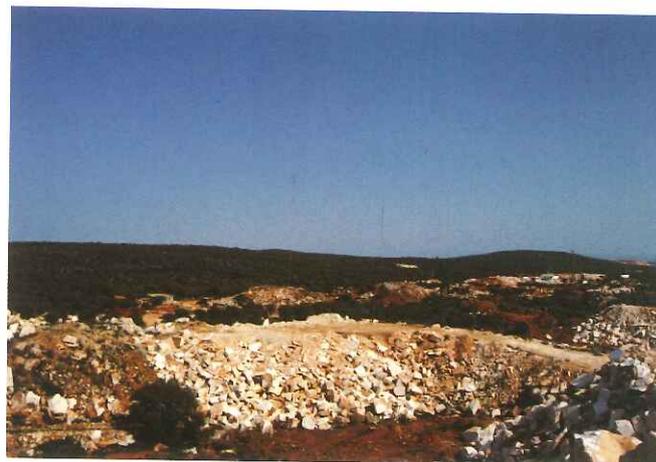
Las ecoauditorías tratan de identificar, prevenir y eliminar los impactos ambientales negativos y de proponer medidas de protección ambiental eficaces.

##### Elaboración del plan de reconversión para la empresa

La elaboración de este plan tiene el objetivo fundamental de integrar en el funcionamiento de la empresa los aspectos ambientales contemplados en la legislación, con el propósito de optimizar el proceso productivo y minimizar el impacto de las actividades. La internalización de los factores ambientales en el proceso productivo lleva a una reducción de sus impactos y,



Las piedras naturales son un producto inerte, natural y de alto valor ecológico; han sido usadas por el hombre desde la Antigüedad.



La valorización y utilización de los subproductos es una medida que puede resolver uno de los problemas más importantes del sector.

al mismo tiempo, permite una racionalización de éste y una mejora de la productividad.

#### *Implantación del plan de la reconversión industrial*

El plan de reconversión industrial es el objetivo final del proceso y puede conseguirse si cada industria contribuye a la adaptación de sus operaciones y a crear una nueva imagen del sector. Este plan consiste en la incorporación de un factor de competitividad importante: el ambiente, lo cual solamente puede conseguirse con la aplicación de tecnologías modernas que permiten una mejor utilización de las materias primas, reduciendo de esta manera la cantidad de residuos.

#### **Proyectos estructurales**

Desde que los problemas ambientales han sido considerados como un factor muy importante para el sector que representa, ASSIMAGRA ha dirigido la atención, en varias ocasiones, hacia la necesidad de desarrollar estudios y proyectos sobre determinadas materias para alcanzar los propósitos del ACUERDO VOLUNTARIO, así como los principios más modernos del sistema de gestión ambiental.

Para incorporar los principios ambientales es necesario tener un conocimiento de los sistemas naturales que están directa o indirectamente relacionados con las decisiones a tomar. La consideración de las interacciones entre la industria de las rocas ornamentales y los factores ambien-

tales debe tenerse especialmente en cuenta en situaciones como las siguientes:

- Grandes concentraciones industriales;
- Parques naturales;
- Areas urbanas y peri-urbanas;
- Areas hidrológicamente sensibles;
- Zonas especialmente protegidas (RAN -Reserva Agrícola Nacional-; REN -Reserva Ecológica Nacional-, etc.).

La eficacia y calidad de los resultados estarán directamente relacionados con lo precisos que sean los conocimientos sobre la realidad existente. Por lo tanto, es necesario realizar un conjunto de estudios y proyectos complementarios que sirvan de soporte al plan de reconversión y proporcionen una base sólida para la estrategia empresarial.

#### *Asistencia técnica ambiental/estudios complementarios de estructuración*

ASSIMAGRA, dada la importancia de su papel, debe constituir una verdadera *extensión ambiental de la industria*, cuyo centro de coordinación y acción ha de ser el Gabinete de Apoyo Ambiental a las Empresas (GAsE), ya existente, el cual posee una perspectiva de la verdadera importancia de los cometidos y los trabajos que deben desarrollarse con las empresas. GAsE tiene como principal prioridad, en lo que se refiere al medio ambiente, la materialización de la política de "trabajemos juntos", incluida en el 5º Programa Comunitario de Política y Acción sobre Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, que, a nivel interno, se ha formalizado ya en el acuerdo antes mencionado.

Desde que esta asociación asumió esas responsabilidades, así como la necesidad de incorporar los valores ambientales como factores de modernización y actualización del sector, siente una gran necesidad de desarrollar una verdadera actividad de extensión y formación industrial en contacto con las distintas empresas. De hecho, se ha desarrollado un gran esfuerzo para atender y trabajar con las compañías. Esta labor es muy necesaria, pero al mismo tiempo difícil de conseguir, debido a la dimensión nacional del sector. Es esta dispersión a lo largo del territorio nacional, junto con la reducida dimensión de las empresas, lo que da a este sector un valor local tan importante.

Para lograr los fines indicados, propusimos un programa de asesoría y asistencia técnico-ambiental a las empresas, que tiene como meta principal el aumento del valor ambiental del sector y la consiguiente racionalización de los procesos de explotación y transformación, para conseguir un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

#### *Existencias de subproductos*

La amplia variedad de subproductos es una de las características de este sector. Estos materiales pueden tener usos de interés económico para las distintas partes. Para ello es necesario conocer:

- Tipos de materiales que existen;
- Cantidades disponibles;
- Condiciones de disponibilidad.

Después, también es necesario crear un "stock" de oferta que pueda suministrar esos materiales al mercado.

#### *Aumento del valor de los subproductos* En estrecha relación con lo ante-

rior es preciso estudiar la aplicabilidad y valorización de algunos de estos materiales, también con el fin de aumentar su valor añadido. Los lodos resultantes del proceso de extracción y transformación de las rocas son el mejor ejemplo de lo anterior.

Algunos datos disponibles muestran excelentes resultados tras la aplicación de fangos de mármol en la industria de la cerámica, en la fabricación de papel, en mármoles artificiales, en el sellado vertederos, etc. Los fangos de granito se pueden utilizar con éxito en la impermeabilización. Se generan así interesantes valores añadidos.

*Rocas ornamentales del parque natural de Serras d' Aires e Candeiros; optimización de la explotación y estudio de la compatibilidad ambiental*

En este parque natural las actividades de extracción y transformación de rocas son especialmente importantes. Se hace por ello especialmente necesario compatibilizar el respeto al patrimonio natural de esta zona con la industria de las rocas ornamentales, la cual es muy importante para la estructura social de la región. Esta compatibilidad sólo podrá conseguirse de forma satisfactoria si se hace un estudio profundo para la integración de esta industria en el parque, preferiblemente apoyándose en la utilización de un GIS.

*Aplicación de los modelos de fracturación de macizos rocosos a la optimización de planes de explotación de canteras*

El desarrollo de *software* para la aplicación de esos modelos puede ayudar a mejorar los procesos de explotación y a aumentar su productividad. Esto permitirá reducir significativamente los impactos ambientales, por ejemplo disminuyendo la producción de residuos.

**5. Gestión y auditorías ambientales**

La gestión ambiental consiste en inculcar valores ambientales en la gerencia de las empresas. Una postura ambientalmente correcta trae como consecuencia una serie de ventajas competitivas. De acuerdo con esta perspectiva, la idea es conseguir acti-

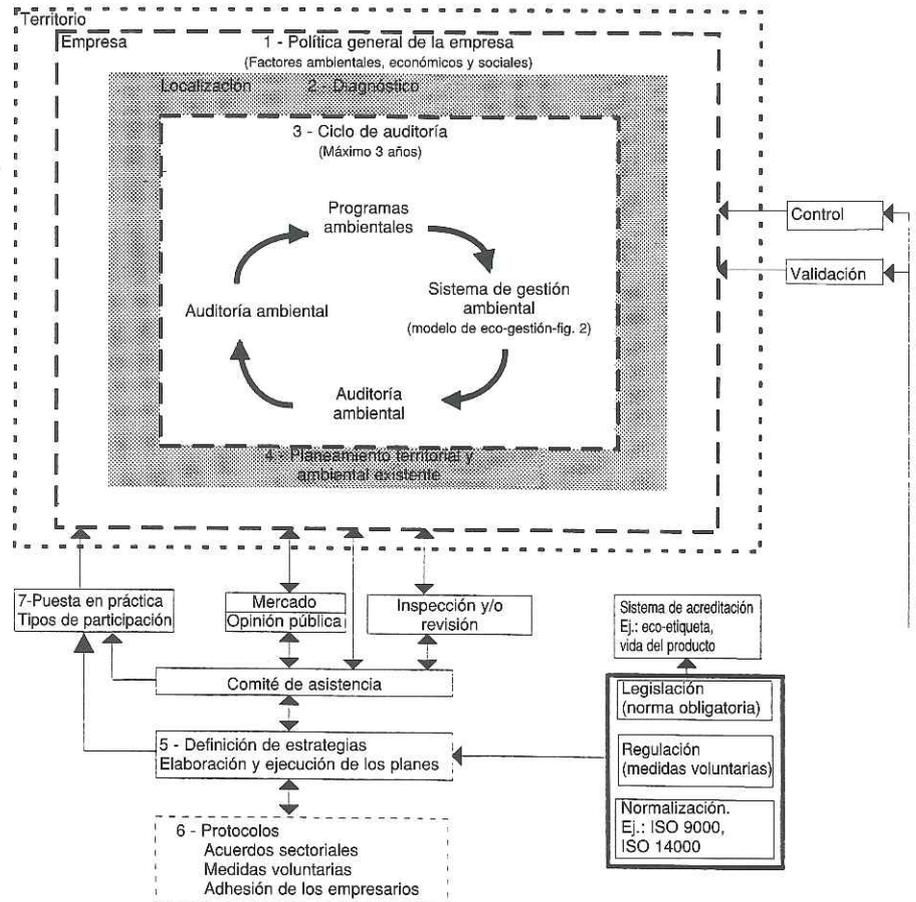


Fig. 1. Sistema de ecoauditoría y de gestión ambiental (según Martins et al., 1995).

tudes empresariales que adopten esos valores; tanto en lo que se refiere al plano económico y productivo como al entorno del mismo.

El diagrama de gestión y auditoría ambientales (fig. 1) muestra la importancia que de los factores internos y externos tienen para que la empresa pueda cumplir con los requisitos legales. Los factores externos indican la responsabilidad que comparten la administración pública, las industrias, los consumidores (el mercado) y el público en general. Los factores internos están relacionados con la estrategia empresarial, que incluye el medio ambiente al igual que los factores económicos.

Después del diagnóstico, cuya meta es identificar la influencia de las actividades empresariales en el medio ambiente y en el planeamiento territorial vigente, el paso siguiente es la implantación de un ciclo de auditoría ambiental que no deberá de durar más de tres años. El ciclo de ecoauditoría está basado en un programa ambiental que describe las aspiraciones y actividades específicas de las empresas, para ase-

gurar una protección ambiental en la industria, de acuerdo con los fines que se especifiquen.

El propósito de la ecoauditoría es identificar los riesgos e impactos ambientales, para buscar soluciones y mejoras permanentes. La finalidad que se persigue es la reducción de costos y el aumento de la productividad, siguiendo una POLITICA AMBIENTALMENTE CORRECTA y respetando las prioridades y opciones más adecuadas técnica y ambientalmente.

Las auditorías ambientales consisten en un análisis sistemático, documentado y objetivo de los efectos de las actividades empresariales en el medio. Es el PRIMER PASO de una estrategia de actuación más amplia, que, desde una perspectiva general, puede denominarse ECO-ESTRATEGIA.

LA AUDITORIA AMBIENTAL, por tanto, es sólo un paso en el proceso empresarial de GESTION AMBIENTAL y debe incluir la identificación de INDICADORES AMBIENTALES (o ECO-INDICADORES).

Este sistema de gestión ambiental debe ser una parte del proceso general

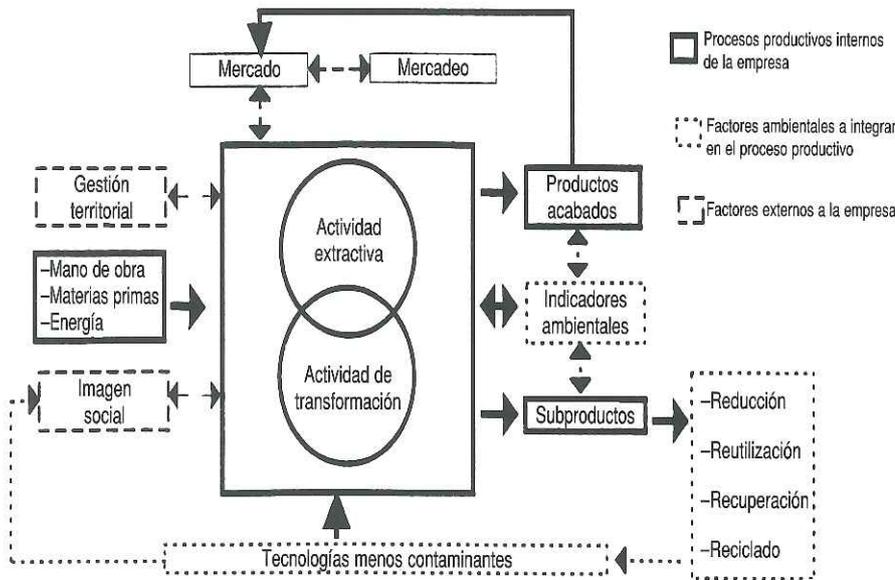


Fig. 2. Propuesta de un modelo de gestión ambiental para el sector de las rocas ornamentales (según Martins *et al.*, 1995).

de gestión empresarial, de acuerdo con el modelo propuesto para las empresas de este sector (fig. 2). El modelo está basado en tres bloques principales interrelacionados:

- ENTRADAS: mano de obra, materias primas y energía;
- PROCESO PRODUCTIVO;
- SALIDAS: productos acabados, subproductos y una propuesta para la utilización posterior de los subproductos.

Este proceso presenta relaciones recíprocas con factores e influencias externos tales como el plan de ordenación, las tendencias del mercado, las actividades de mercado y la imagen pública de la empresa; las cuales condicionan en gran medida el cumplimiento de las disposiciones ambientales.

Los INDICADORES AMBIENTALES constituyen los parámetros sobre los que se debe basar la GESTIÓN AMBIENTAL. La medición de dichos indicadores deberá ser fácil, para poder determinar claramente las tendencias de cambio existentes y permitir la realización de comparaciones dentro de cada empresa en particular y entre empresas distintas.

### Rocas ornamentales y gestión ambiental

El ya firmado AVS, actualmente en fase de desarrollo, es parte de la perspectiva general de gestión ambiental. En cierto modo esto pone de mani-

fiesto el carácter pionero de este sector, tanto en lo que se refiere a las nuevas preocupaciones y demandas como al cambio de mentalidad.

Es indudable que este sector provoca algunos impactos ambientales en elementos tales como: suelo, aire, agua, flora, fauna, paisaje, y patrimonio natural y cultural. Por otro lado, el sector tiene algunas características específicas que poseen un valor ambiental si son correctamente utilizadas. Se deben tener en cuenta las repercusiones ambientales, pero también es importante considerar lo siguiente: se trata de una industria relativamente inocua y no productora de sustancias tóxicas; la roca es un elemento natural con un alto valor ambiental, ya que es inofensiva a lo largo de su dilatado ciclo de vida; estas empresas son muy importantes para la economía local y pueden integrarse en los mercados internacionales.

Ha de buscarse una compatibilización óptima del binomio industria/ medio ambiente, en el cual los impactos ambientales puedan ser minimizados y los productos maximizados. Este objetivo sólo podrá conseguirse mediante un reparto de responsabilidades entre los empresarios y las administraciones locales y nacional. Esta distribución compartida de las responsabilidades tiene que estar correctamente articulada dentro el conjunto del proceso de ordenación territorial.

### Ventajas competitivas de la gestión ambiental

De acuerdo con Cupeto *et al* (1995), las ventajas resultantes de la aplicación de un sistema de gestión ambiental para este sector, son:

- Mejor aprovechamiento de las masas rocosas, asociada a una reducción de los desechos y a la consecuente reducción de los impactos negativos;
- Racionalización del uso de las infraestructuras de la industria (edificios de apoyo, reservas de agua, carreteras de acceso, maquinaria, abastecimiento de energía, etc.);
- Espacios más adecuados para la eliminación de efluentes y subproductos, facilitando su gestión cualitativa y cuantitativamente;
- Existencia de una ventaja competitiva cada vez más valorada en el mercado;
- Cumplimiento de los requisitos legales;
- Racionalización de los recursos naturales y humanos, con un efecto considerable en los costos, induciendo y facilitando las iniciativas de ordenación industrial;
- Mejora en la seguridad y disminución de los riesgos.

### Bibliografía

Beja I. (1995). Integração Ambiental da Indústria de Mármore; Estudo na Região de Pêro Pinheiro. Mestrado em Planificação Ambiental e Gestão do Território. Nova Universidade de Lisboa. 101 pp.

Costa L.R. et al (1995). O Futuro da indústria de Rochas Ornamentais. Vol 32 (1) Boletim de Geologia e Minas. Lisboa: 3-13.

Cupeto C.A. (1995). Ecogestao e Auditoria Ambiental no Sector das Pedras Naturais. A Pedra, nº55/56, Jan./Jun. Lisboa: 45-50.

Martins, C. *et al.* (1995). Ecogestao e Auditoria Ambiental no Sector das Pedras Naturais. A Pedra, nº58, Out./Dec. Lisboa: 19-23.

Ecomanager (1994) - Sistema de Auditoria y Gestión Medioambiental. Ed. Adena-Fundación Natwest, Madrid.

EEC (1993). Regulation Number 1836/93, 24th June 1993.

Guía de Diagnóstico Medioambiental para la Empresa (1992). Serie de Guías Gestión. Ed. Gobierno Vasco y Confederación Empresarial Vasca.

M.A.R.N. (1995). Acordo Voluntário de Adaptação à Legislação Ambiental para os sectores dos Industriais de Mármore, Granitos e Ramos Afins e da Pedra do Norte. Gabinete do Ministro, Lisboa.

Rosenujo, F. (1994). La Gestión de la Empresa y el Medioambiente. Ed. Einia, Barcelona.

# Caracterización geotécnica de los materiales volcánicos del archipiélago canario

Ramón Peiró Pastor

Geólogo, cursó sus estudios de Geología en la U.C.M. Inició su andadura profesional en Geomecánica y Aguas. Desde hace ocho años desarrolla su actividad en el Departamento de Geotecnia de TAGSA.

*En este artículo se describen, de manera muy sucinta y general, los diferentes tipos de materiales geotécnicos de origen volcánico de Canarias, junto con sus principales características geotécnicas, además de señalar los problemas más comunes de índole ingenieril que se presentan en la realización de obra civil en estos materiales.*

*In this paper a summary of the different types of volcanic rocks of the Canary Island is showed from a geotechnical point of view. The main engineering problems are also focused out.*

La particular geología que presentan las Islas Canarias, tan diferente de la Península, hace que los materiales geológicos presenten comportamientos geotécnicos de signo muy distinto a los peninsulares. Esta diferente naturaleza se refleja incluso en la clasificación de los materiales geotécnicos según los criterios del PG3 (Dirección General de Carreteras, 1975), redactados basándose fundamentalmente en las características de los materiales peninsulares, dándose el caso, relativamente frecuente, de que se clasifican como suelos *inadecuados* materiales ampliamente usados en Canarias tanto en obra pública como privada. Es necesario, pues, definir una clasificación de suelos más específica a los condicionantes de la geología canaria.

Las estructuras típicas producidas durante una erupción son los edificios volcánicos, que pueden adoptar muy diversas formas, dependiendo del grado de viscosidad del magma. Si la viscosidad es baja, el magma sale a la superficie y se extiende de forma muy fluida formando *coladas* de lava, mientras que los volátiles son expulsados de la cámara magmática mediante fuentes de lava. Si el magma es algo más viscoso, los burbujas de los volátiles lo fragmentan al salir al exterior, produciendo una lluvia de bombas (de 3 a 30 cm), lapilli (de 2 a 64 mm) y cenizas (tamaños inferiores a 2 mm), conocidos en conjunto con el nombre de *piroclastos*. Cuando la viscosidad es máxima, los volátiles apenas pueden escapar del magma. La presión de los gases aumenta, hasta que las burbujas rompen sus paredes de forma explosi-

va liberando los volátiles y originando una columna eruptiva vertical. El colapso de parte de la columna eruptiva origina la formación de una nube ardiente o colada piroclástica, donde los volátiles, muy abundantes, transportan los fragmentos de magma semisólido en suspensión a favor de las pendientes, como en un colchón de aire, pudiendo dar lugar a tres tipos distintos de depósito: las *ignimbritas*, que presentan unas características partículas vítreas estiradas y aplastadas (flamas), las *tobas* y los *aglomerados*.

Por otro lado, una lluvia intensa, o el aumento de temperatura durante una erupción que funde la nieve depositada en las laderas del edificio volcánico, puede originar a una avalancha de lodo fluidificado que suele canalizarse por los barrancos preexistentes, y que alcanza una velocidad de decenas de kilómetros por hora. Por el camino recoge bloques y derrubios de los cauces, aumentando su densidad y su poder destructivo. El depósito resultante de este mecanismo se denomina *lahar*, y está constituido generalmente por un material tipo *aglomerado*.

Así, podemos considerar, muy a groso modo, cinco tipos de materiales de origen volcánico: coladas, piroclastos, ignimbritas, aglomerados y tobas.

## Coladas

Las emisiones de lavas de tipo basáltico pueden tener lugar mediante dos tipos de coladas, que toman su nombre del idioma hawaiano: coladas *aa* y coladas *pahoehoe*.



Foto n.º 1. Superficie de una lava *pahoehoe*, muy fluida, en las coladas del siglo XVIII de Lanzarote. Este tipo de morfologías se denominan *lavas cordadas*.

Las coladas de tipo *aa* presentan una superficie áspera con bloques, de muy difícil tránsito. Al enfriarse producen, en general, dos tipos de materiales. La parte de la lava que entra en contacto con la superficie del suelo y con el aire se enfría más rápidamente, cuarteándose y rompiéndose, dando lugar a una base escoriácea caótica que, desde la óptica ingenieril, deberá ser tratada como un suelo granular, y cuya compacidad dependerá, entre otros factores, de la consolidación posterior debida a la acumulación de coladas posteriores, cementaciones por circulación de fluidos, etc. Por otro lado, en la zona intermedia de la colada, el enfriamiento es más lento, lo que permite la formación de un material rocoso. La calidad geotécnica de éste dependerá fundamentalmente de la frecuencia y continuidad de las juntas de enfriamiento o diaclasas existentes, presencia o no de vacuolas y grado de alteración. De esta forma tendremos dos tipos de terreno que pueden solaparse en la horizontal y la vertical, originando un gran grado de incertidumbre en la definición del perfil del terreno.

Las coladas *pahoehoe* son producto de emisiones muy fluidas (fotografía n.º 1). Suelen ser muy vacuolares y presentan una costra lisa, vítrea y porosa solidificada. En general cada colada individual tiene poca potencia, aunque la sucesión de coladas individuales da lugar a acumulaciones de de-

cenas de metros, sin intercalaciones de escorias.

Ambos tipos de coladas, aunque de forma más frecuente las *pahoehoe*, suelen presentar unas estructuras huecas, alargadas en la dirección del flujo y con tamaños que oscilan entre unos pocos centímetros a varias decenas de metros, conocidas como *tubos lávicos*, relativamente raros y difíciles de detectar. Pueden ser un factor importante de riesgo en las cimentaciones.

Desde el punto de vista petrológi-

co las rocas canarias pertenecen a la serie alcalina, siendo los términos basálticos los más comunes en todo el archipiélago, aunque en Gran Canaria y Tenerife adquieren una gran representación términos con una mayor proporción de sílice (traquibasaltos, traquitas y fonolitas).

La característica geotécnica general más relevante de las coladas consiste en la heterogeneidad del material tanto en la vertical como en la horizontal, siendo más frecuente en las coladas modernas que en las antiguas (fotografía n.º 2). El volumen de las erupciones en el vulcanismo canario ha ido disminuyendo desde sus primeros estadios, siendo las erupciones cada vez volumétricamente menores y ocupando menores extensiones (Araña y Carracedo, 1980).

Los compactos de los conjuntos lávicos deben considerarse en general como una roca de calidad media de clase III (Bieniawski, 1979), mientras que las zonas escoriáceas se consideran como un suelo granular.

Los taludes abiertos en este tipo de rocas se mantienen por lo general estables con ángulos muy verticalizados (1H/3V a 1H/5V), siempre que no presenten intercalaciones de paquetes piroclásticos que puedan provocar descalces de losas rocosas. En las zonas de las islas donde las coladas masivas alcanzan grandes espesores (como por ejemplo las formaciones basales del Macizo de Famara en Lanzarote y los



Foto n.º 2. Alternancia de compactos basálticos y paquetes escoriáceos en la carretera a Los Sauces, La Palma. Obsérvese la disyunción columnar de los compactos basálticos.



Foto n.º 3. Disyunción en bolos de un compacto basáltico. Proximidades del aeropuerto de La Palma.

Macizos de Anaga y Teno en Tenerife), la estabilidad de los taludes depende del grado de fracturación de la roca. Por lo general, en el estudio de taludes en roca sana el aspecto más importante a controlar es la estabilidad de bloques y cuñas que pueden deslizar o volcar. En este sentido el factor más importante es la orientación de las diversas discontinuidades respecto a la cara del talud. Esto, unido al estudio del comportamiento de los desmontes existentes, permitirá estimar los taludes adecuados a cada caso. Para el estudio de la estabilidad se usa, en la mayoría de los macizos rocosos fracturados, el método de equilibrio límite de bloques y cuñas, dibujando en plantillas estereográficas las medidas de las discontinuidades tomadas en campo. Ahora bien, en el caso de las rocas volcánicas de Canarias, este método no es efectivo dadas las especiales características de las discontinuidades a medir: ausencia de esfuerzos tectónicos dirigidos en el origen de las fracturas, disyunción columnar, en bolos y planar originadas por enfriamiento de la lava y planos de estratificación subhorizontales (fotografías n.ºs 2 y 3). Es por ello que la estimación del ángulo de los taludes se basa en este caso únicamente en base a las observaciones en campo de las discontinuidades existentes (estimación del RMR) y de las características generales del macizo rocoso.

Las coladas suelen presentar en

ocasiones un manto de recubrimiento superficial excavable, producto de la alteración meteórica de niveles algo más escoriáceos, con un espesor que suele oscilar entre 0,5 y 1,0 m. Los ensayos realizados sobre muestras de esta capa alterada indican una proporción de finos que suele oscilar entre el 10 y el 25 %. En general es un material no plástico, o con un LL entre 25 y 35 y un IP entre 5 y 15. En los ensayos de compactación Proctor suele obtenerse una humedad óptima entre el 10 y el 20 %, para una densidad máxima entre 1,30 y 1,70 t/m<sup>3</sup>. Con estos resultados, la capa de alteración superficial de las coladas puede clasificarse como un suelo *tolerable*, puntualmente *inadecuado*, debido fundamentalmente a dos causas:

- Presencia de una cantidad apreciable de bloques con tamaños máximos superiores a los 15 cm.

- Ausencia de una fracción apreciable de finos que impide el cierre o relleno de la porosidad intergranular que presenta el esqueleto del suelo. Esto lleva a que la muestra presente una densidad Proctor relativamente baja. En general, existe una correlación positiva entre el contenido de finos de las muestras obtenidas en el manto de alteración y su densidad Proctor correspondiente.

Si no se considerasen estos valores de densidad Proctor y tamaño máximo, atendiendo a los demás parámetros, es-

tos materiales podrían clasificarse por lo general como un suelo al menos *adecuado*, según el PG3.

Por lo que se refiere a los problemas de tipo hidrogeológico, la presencia de agua en las excavaciones puede ser variable, dada la heterogeneidad de los flujos locales. En las excavaciones en formaciones antiguas, el drenaje de las excavaciones puede presentar alguna dificultad; la permeabilidad de las formaciones a través de fisuras y juntas, unida a las características climáticas de ciertas zonas de Canarias, sobre todo en el norte, permiten asegurar la existencia al menos de goteos y rezumes en las excavaciones que se realizan en la apertura de túneles.

## Piroclastos

Los piroclastos se clasifican según su tamaño y composición. Los fragmentos basálticos se denominan *bombas*, *lapillis* o *cenizas*, de mayor a menor tamaño. Con las denominaciones de *cinder* o *tefra* se conocen los depósitos piroclásticos, predominantemente escoriáceos, que se acumulan alrededor de la boca eruptiva y constituyen el cono volcánico. Los materiales tipo *lapilli* se conocen en Canarias con el nombre local de *picón*. Los niveles cementados suelen recibir el nombre de *tobas*, al igual que ciertos depósitos de nube ardiente.

Este tipo de materiales suele presentarse cementado, debido principalmente a dos procesos:

- Los fragmentos se sueldan una vez depositados si están aún calientes.
- Cementación posterior al depósito por la precipitación de cementos debida a la circulación de fluidos.

Asimismo, la compactación debida a la carga ejercida por los materiales acumulados con posterioridad, se traduce en un aumento sustancial de la capacidad portante.

En general, vistos desde el punto de vista mecánico, constituyen suelos granulares, muy porosos y en principio no cohesivos. Sin embargo la rugosidad de las partículas, unida a cierto grado de cementación, les confiere una resistencia mayor a la que se podría esperar (ángulo de rozamiento interno  $\phi \approx 35^\circ$  y cohesión  $C \approx 1,5 \text{ kg/cm}^2$ ). El peso específico seco oscila entre 0,80 y 1,00 t/m<sup>3</sup>. El grado de cementación y compactación señala la diferencia en-



Foto n.º 4. Explotación de picón en la isla de Gran Canaria.

tre un material granular y una roca débil o de mala calidad (roca de clase IV-V según la clasificación geomecánica de Bieniawski, 1979).

Debido a la homometría que en general presentan los depósitos, junto con la angulosidad de las partículas de picón, en la ejecución de terraplenes se recomienda tongadas no inferiores a 0,3 m, y realizar una mayor compactación para romper las aristas de las partículas y así provocar el asentamiento definitivo (Lomoschitz, 1996). Como en el caso del manto de alteración de las coladas, la densidad Proctor es baja en materiales piroclásticos. Pese a esta característica, los piroclastos son unos excelentes materiales de construcción (fotografía n.º 4), principalmente como árido, tanto para obra pública como para la obtención de hormigón y prefabricados de hormigón, debido a su buena disponibilidad, facilidad de obtención, bajo coste, alta porosidad aparente y baja densidad (Ayala et al., 1986).

Los piroclastos son muy alterables, sobre todo en las condiciones climáticas más húmedas de las zonas septentrionales de las islas. El depósito original, de granulometría en general arenosa, se transforma en un depósito arcillo-limoso. Es relativamente frecuente encontrar suelos de alteración que a veces alcanzan espesores superiores a los 25 m (Bascones, 1996). Estos suelos presentan características de suelo blando, deformable y en muchas

ocasiones con expansividad potencial. Los ensayos de penetración dinámica SPT (*Standard Penetration Test*) dan valores del orden de  $N_{SPT} = 20-25$ . Suelen presentar unos valores de compresión simple inferiores a  $1 \text{ kg/cm}^2$  e incluso inferiores a  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ . La cohesión es muy variable, entre  $0,5$  y  $1,5 \text{ kg/cm}^2$  y el ángulo de rozamiento interno es algo menor de  $30^\circ$ . En este tipo de terreno las cimentaciones suelen requerir medidas especiales dado la capacidad limitada de carga y la profundidad a la que se encuentra el terreno firme.

### Ignimbritas

Estos materiales están originados por una nube ardiente. Presentan unas estructuras muy características, denominadas flamas, que consisten en cantos vítreos aplastados y estirados en la dirección del flujo, debido a que cuando eran transportados, estaban aún en estado semisólido. El producto final, una vez enfriado el depósito, puede constituir un material tipo roca debido a su cementación. De hecho las ignimbritas presentan características de flujo lávico y se asemejan más a coladas que a un producto piroclástico.

Las características mecánicas de estos productos volcánicos se asemejan en gran medida a las descritas anteriormente para las coladas.

### Tobas

Las tobas formadas por una nube ardiente constituyen depósitos con aspecto de cuerpos rocosos de baja densidad, con características de roca blanda. No poseen un grado de compactación y/o cementación uniforme. Muy al contrario, es muy frecuente la existencia de niveles sin compactar y deformables. A pesar de su aspecto de cuerpo rocoso las tobas pueden tratarse en general como un material granular cementado y poroso, compacto y de baja densidad.

Aunque suelen permanecer estables en desmontes con ángulos verticales, sus características mecánicas no están nada acorde con el aspecto que ofrecen en corte. Los ensayos de resistencia realizados en muestras extraídas de sondeos de reconocimiento geotécnico, ofrecen valores muy dispares, siendo habituales los que indican que, al menos zonalmente, estos materiales presentan características mecánicas más próximas a un suelo blando que a una roca débil, como su aspecto externo parecería indicar. Pueden constituir una inmejorable superficie de despegue, y pueden provocar el deslizamiento de grandes bloques rocosos o de desprendimientos importantes en grandes excavaciones.

Estos depósitos son muy alterables, hasta el punto de llegar a ser amasables con adición de agua, tanto meteórica como hidrotermalmente, adquiriendo tonalidades ocres oscuras a verdes, y dando como producto de alteración arcillas expansivas. En estos casos, la plasticidad puede ser peligrosa en zonas con nivel freático alto. A pesar de todo, y gracias a su matriz vítrea, en la tabla de plasticidad de Casagrande suelen incluirse dentro del campo CL (arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad y con expansividad baja a media). El paraje denominado Los Azulejos, en la isla de Gran Canaria constituye un espectacular ejemplo de tobas alteradas hidrotermalmente.

### Aglomerados

Dentro de esta denominación se incluyen depósitos originados por avalanchas de bloques y barro (lahares), así como depósitos de nube ardiente.

Constituyen unos materiales de difícil definición geotécnica debido a su



Foto n.º 5. Aglomerado traquítico. Líticos de composición basáltica empastados en una matriz cinerítica. Municipio de Adeje, Tenerife.

variabilidad, ya que incluso su definición litológica no es única. En ciertos casos constituyen una brecha con elementos líticos, que pueden superar el 50 % del conjunto, empastados dentro de una matriz de granulometría arcillosa o arcillo-arenosa (fotografía n.º 5). En otras ocasiones los elementos líticos son muy escasos, siendo la fracción fina mayoritaria. Suelen presentar una estructura masiva, sin superficies de discontinuidad visibles dentro de su masa. Presenta una potencia extremadamente variable, llegando en ocasiones a alcanzar espesores mayores de 30 m, y con acusados y bruscos acufamientos locales.

La experiencia acumulada en estos materiales, indica que suelen presentar valores de la densidad seca no superiores a  $1,5 \text{ t/m}^3$ . El valor medio obtenido en los ensayos de resistencia a compresión simple suele ser del orden de  $10\text{-}15 \text{ kg/cm}^2$  en los niveles competentes, e incluso ocasionalmente puede alcanzar valores próximos a  $40 \text{ kg/cm}^2$ . En los niveles blandos que puedan existir, los valores de los ensayos de resistencia a

compresión simple son por lo general inferiores a  $1,5 \text{ kg/cm}^2$ . Zonalmente esta unidad puede presentar problemas de erosionabilidad en algún desmonte ejecutado en zonas algo alteradas.

Los mantos aglomeráticos *in situ*, por lo general, pueden considerarse como una roca blanda de clase IV-V según la clasificación de Bienawski (1979).

En ocasiones sufren una fuerte alteración, sobre todo en las zonas septentrionales de las islas, dando lugar a suelos arcillosos deformables y con características expansivas.

En resumen, estos depósitos deben ser definidos una vez estudiadas sus características particulares, pudiendo encontrar los siguientes tipos de materiales:

- Suelos arcillosos de alteración, con características de suelos blandos y colapsables y con características expansivas.
- Suelos granulares densos muy heterométricos con un grado de cementación variable.
- Cuerpos rocosos brechoides de varios metros de espesor.

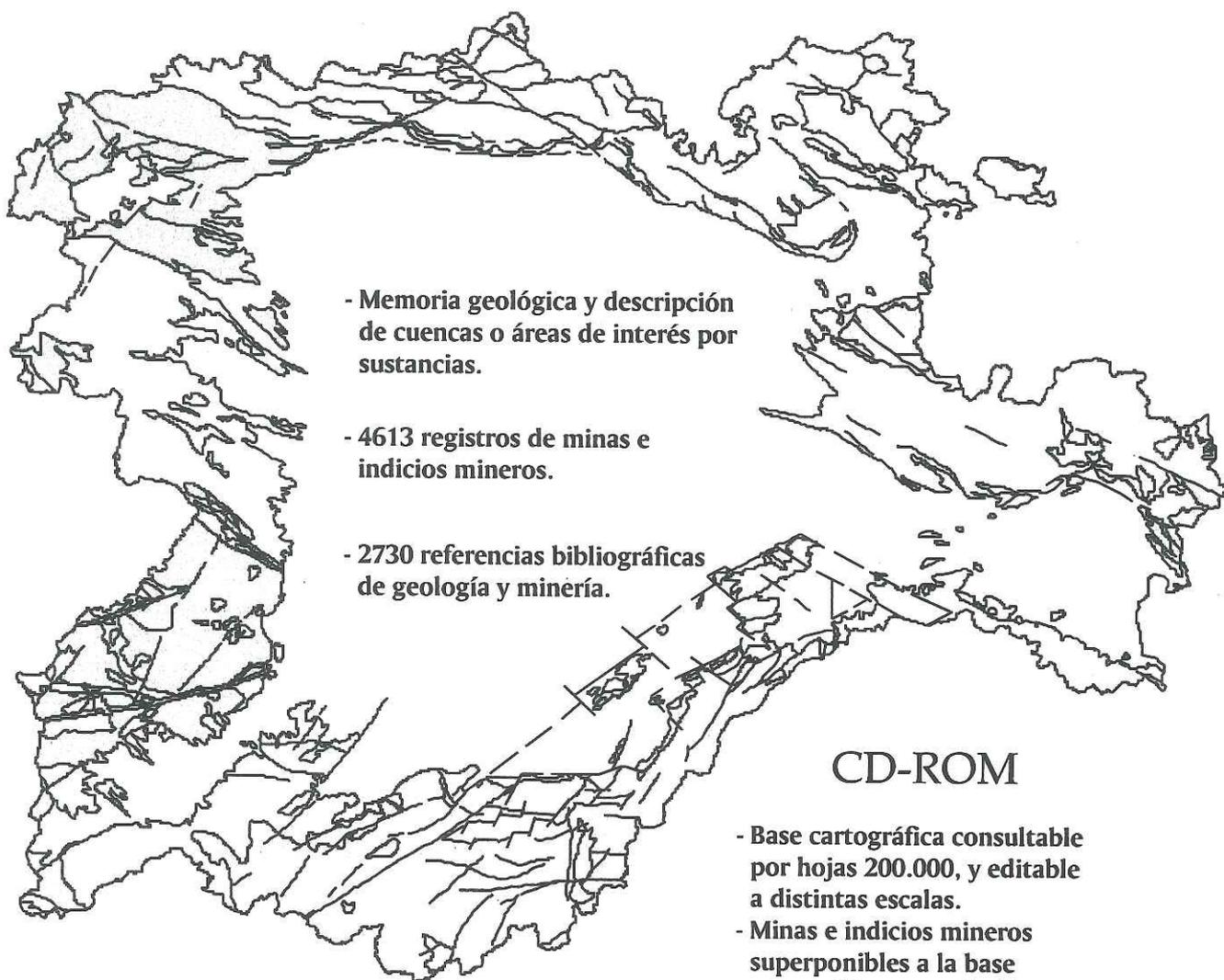
#### Bibliografía

- ARAÑA, V. y CARRACEDO, J. (1980). *Los volcanes de las Islas Canarias. III. Gran Canaria*. Editorial Rueda. Madrid, 175 p.
- AYALA, F. J., ALFONSO, F., GAZAPO, C., DE LA FUENTE, P. y SANTOS, A. (1986). *Bases para la ordenación minera y ambiental de la extracción de picón en las Canarias (Tenerife, Lanzarote y Gran Canaria)*. I.G.M.E. Madrid. 103 p., 3 planos.
- BASCONES, L. (1986). Materiales geológicos y su problemática en las Islas Canarias. *Jornadas sobre cimentaciones y riesgos geotécnicos en terrenos de origen volcánico*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Demarcación de Santa Cruz de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife, 8 y 9 de febrero de 1986.
- BIENIAWSKI, Z. T. (1979). The geomechanics classification in rock engineering applications. *4th. Int. Cong. on Rock Mechanics*. Montreux, vol. 2, pp. 41-48.
- DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS (1975). *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes. PG3*. M.O.P.U. Madrid. 570 p.
- LOMOSCHITZ, A. (1996). *Caracterización geotécnica del terreno, con ejemplos de Gran Canaria y Tenerife*. Mecánica del Suelo y Cimentaciones n.º 1. Departamento de Construcción arquitectónica. E.T.S. de Arquitectura. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 35 p.

# Mapa Geológico y Minero de Castilla y León Escala 1:400.000

## 3 Mapas

- Cartografía geológica actualizada
- Minerales Metálicos y Recursos Energéticos
- Rocas y Minerales Industriales



- Memoria geológica y descripción de cuencas o áreas de interés por sustancias.

- 4613 registros de minas e indicios mineros.

- 2730 referencias bibliográficas de geología y minería.

## CD-ROM

- Base cartográfica consultable por hojas 200.000, y editable a distintas escalas.
- Minas e indicios mineros superponibles a la base cartográfica, consultables por recursos, y con posibilidad de obtener en cada indicio todos sus datos.
- Acceso a los 4613 registros mineros y 2730 referencias bibliográficas.

Pedidos a SIEMCALSA  
C/Incas,5 47008 VALLADOLID  
Tif.:(983) 47.55.54  
Fax: (983) 47.80.83

# Azuara: una hipótesis de impacto meteorítico

Eugenio Guerrero Serrano

Licenciado en Ciencias Geológicas y titulado en Sensores Remotos por la Universidad de Nuevo Méjico. Es miembro de la Planetary Society.

*En los alrededores de Azuara (Zaragoza, Noreste de España) existe un astroblema, o posible estructura de impacto, causada por la caída de un cuerpo meteorítico. Los indicios estructurales, geofísicos, mineralógicos y sedimentológicos presentados y discutidos en este trabajo, inducen a considerar que la hipótesis del impacto meteorítico puede ser seriamente considerada, a la luz de la Historia Geológica de la región.*

*This paper try an overview about some special geologic features related to a probable impact structure or astrobleme in the northeast of Spain focused to structural features, sedimentary formations, Pressure and Temperature critical conditions, Geophysical data and ejecta deposits to show an alternative way to the geological history of the Azuara area.*

## Introducción

Azuara, localidad situada en el cuadrante nororiental español da nombre a una posible estructura de impacto (Astroblema) investigada por geólogos alemanes desde los primeros años de la década de los ochenta. Los resultados de las investigaciones realizadas hasta la fecha han sido presentados en importantes congresos como los de la Meteoritical Society (1987), la Sociedad Geofísica Alemana (1987), la Sociedad Meteorítica de Viena (1989) o la Conferencia Internacional sobre Rocas diaclasadas y falladas (1990); así mismo, artículos sobre la posible estructura de impacto de Azuara han sido publicados en revistas del prestigio de "Earth and Planetary Science Letters" (1985), "Geologische Rundschau" (1984,1991) y en diversas tesis doctorales de los años 1988, 1989, 1990 y 19991.

Aunque en España desde el punto de vista de la investigación todavía no se le ha prestado mucha atención, más bien nula, las evidencias morfológicas, geofísicas, petrológicas y estructurales animan a una investigación más sistemática, que dé luz sobre el origen de la estructura, ya sea ésta por impacto o no. En cualquier caso convendría que geólogos españoles aportasen conocimientos multidisciplinarios en este área intentando poner solución a una interrogante geológica, que directamente les compete.

El comienzo del interrogante se si-

túa a finales de los años 70, cuando un paleontólogo alemán que trabajaba en el área informó de direcciones anómalas en algunos fósiles y que no correspondían a las direcciones de esfuerzos registradas tradicionalmente. Este hecho puesto en conocimiento del geólogo alemán Kord Ernstson, experto en estructuras de impacto como Ries y Rochechouart, dio lugar a varias campañas de campo, estudios de postgrado, publicaciones y cartografía, llegándose a algunas conclusiones que se exponen más adelante, apuntando a un posible origen por impacto. En la actualidad la reciente visita a la zona (Marzo, 1997) del experto en estructuras de impacto, profesor Michael Rampino de la Universidad de Nueva York y consultor del Instituto Goddard de la Agencia Espacial norteamericana ha reactivado el tema.

Con todo esto, Azuara se podría convertir dado su tamaño y geología en una de las mayores estructuras del planeta sobre terrenos sedimentarios, aparte de ser una de las pocas estructuras de grandes dimensiones de edad relativamente reciente.

## Situación geográfica

La estructura de Azuara se sitúa en el extremo septentrional de la cadena Ibérica, a unos 50 Km al sur de la ciudad de Zaragoza, con unas coordenadas de 41°10' N y 0°55' W. Su situación privilegiada la pone al alcance de

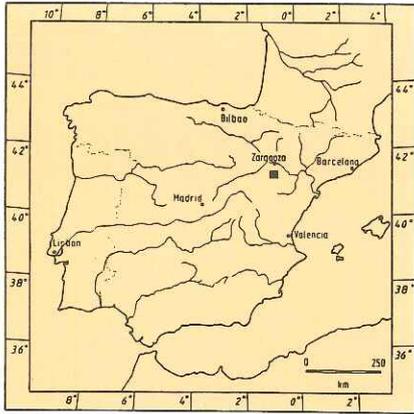


Figura 1. Situación geográfica del área de Azuara.

algunos centros de investigación como Barcelona, Zaragoza, Madrid o Valencia (Fig. 1). Azuara, pueblo al cual debe su nombre la estructura, se sitúa aproximadamente en el centro geográfico de un anillo en el cual se encuentran las formaciones que han dado lugar al establecimiento de una hipótesis de impacto en este lugar. La localidad de Azuara, en cualquier caso no es representativa, ya que se halla en un área totalmente cubierta por sedimentos cuaternarios y neógenos. En un recorrido hipotéticamente circular E-W y N-S los pueblos implicados en la estructura, que forman un anillo de unos 35 Km. serían Belchite, Lécera, Moneva, Moyuela, Monforte de Moyuela, Bádúles, Muniesa, Nogueras, Herrera de los Navarros, Aguilón y Villanueva del Hueva, que conforman lo que P. Carls en 1983 denomina "Bloque de Azuara", como bloque tectónicamente aislado dentro del macizo del Ebro (Fig. 2).

### Marco y contexto geológico

La estructura de Azuara se localiza en el límite entre la cordillera Ibérica y la depresión terciaria del Ebro. La estructura comprende el área nororiental del anticlinorio paleozoico de la cadena Ibérica oriental, cubierta de materiales plegados mesozoicos y paleógenos, los cuales buzan y desaparecen hacia el noreste bajo los sedimentos fluviales de la cuenca del Ebro.

Las rocas premesozoicas forman una secuencia continua del Precámbrico superior hasta el Westfaliense carbonífero, en la que se suceden dos ciclos transgresivos-regresivos durante el Pérmico; un Ordovícico representando has-

ta 4.000 metros de sedimentos terrígenos con depósitos pelíticos alternantes y fauna de trilobites, braquiópodos, cistoides y crinídeos, finalizando este periodo con la glaciación finiordevónica en el tránsito al Silúrico. Durante el Silúrico se produce una gran transgresión al finalizar la glaciación Ashgillense ordovícica, con acumulación de terrígenos y pelíticos con potencias de hasta 800 metros de pizarras en la formación Bádúles. Durante el Devónico se produce una sedimentación rítmica en la que se suceden facies someras de arenas y facies más profundas y menos energéticas, sucediéndose arenas, depósitos de escasa potencia de calizas y margas con lutitas intercaladas y lutitas negras correspondientes a mayores profundidades con fondos anaerobios y muy baja energía; estas secuencias se producen por fluctuaciones eustáticas del nivel del mar. El Carbonífero viene marcado por la regresión finidevónica, coincidiendo con periodos de actividad de la orogenia Hercínica con fracturación vertical, originándose cuencas turbidíticas con formaciones de talud tectónico como Armilla, Montalbán y Torres. La columna sedimentaria paleozoica total consigue una potencia conjunta por encima de los 13.000 metros, decreciendo hacia la cuenca terciaria del Ebro. El área paleozoica se halla dividida por la falla de Datos, dividiéndola en la parte sureste deprimida y la sudoeste levantada.

Los terrenos mesozoicos representan los mayores afloramientos en la provincia de Teruel. Al Triásico depositado en facies germánica con espesores de hasta 200 metros en el área de Azuara, se le viene denominando Permotriásico por la dificultad que existe para distinguir el Pérmico del Triásico; se pueden diferenciar los tres niveles del Buntsandstein con areniscas rojas y el Muschelkalk y Keuper como niveles de despegue con arcillas y evaporitas. Del Jurásico inferior al Kimmerigiense se depositaron calizas y margas obteniéndose una potencia total de 350 metros al sudoeste de Belchite. Durante el Cretácico se produjo un cambio sustancial, tanto en facies como en potencia, depositándose sedimentos terrestres y lacustres desde el Hauteriviense hasta el Barremiense inferior (facies Weald) y Albiense superior (facies Utrillas) con transgresiones marinas desde el Barremiense superior al Albiense inferior. En el borde sur de Azuara se observan los materiales cretácicos con un espesor total de 400 metros.

Los depósitos terciarios forman depresiones, algunas de ellas con una marcada orientación, como Sarrión-Mijares, Aliaga, Calatayud-Montalbán, Muniesa y otras. Margas y yesos descansan en discordancia sobre estratos más antiguos, indicando un levantamiento alpino de la cadena y la subsidencia de la cuenca del Ebro. La es-

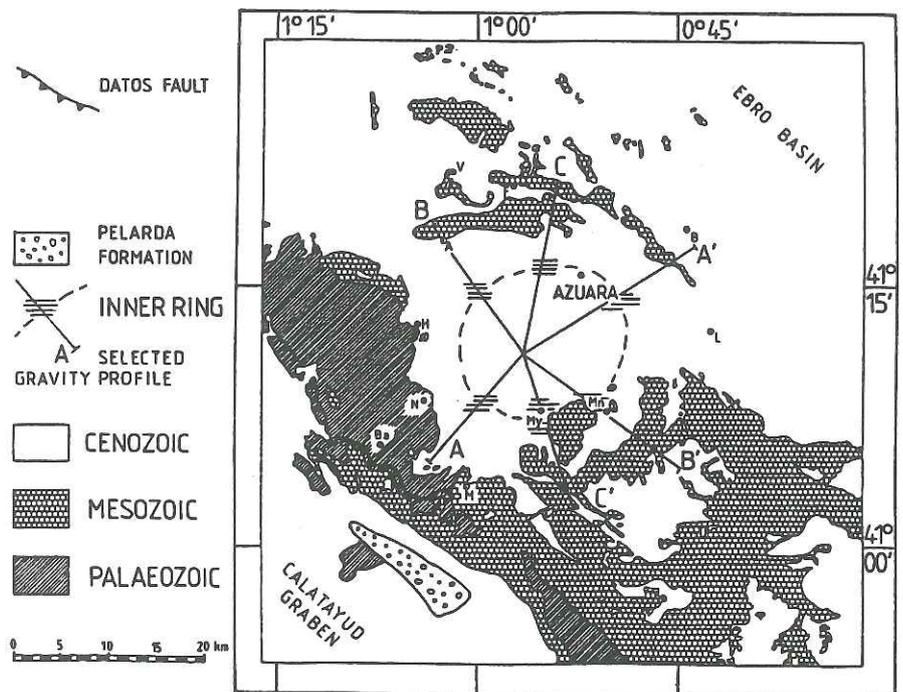


Figura 2. Esquema geológico de la estructura de Azuara. La estructura, aproximadamente circular, conecta los pueblos citados en el texto.

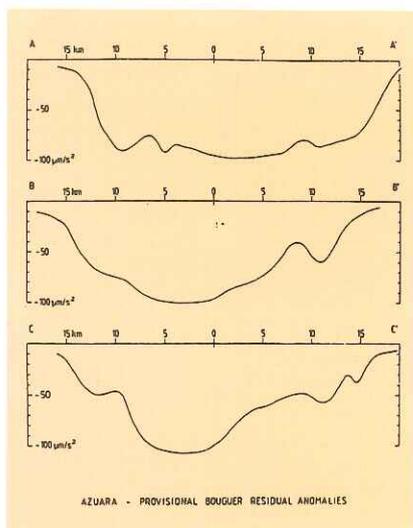


Figura 3. Perfiles gravimétricos. El centro corresponde a la intersección de los perfiles.

estructura de Azuara estaría rellenada y cubierta en gran parte de su extensión por una secuencia de fanglomerados, margas yesíferas y calizas lacustres. Estructuralmente, la orogenia Alpina afectó suavemente al basamento paleozoico, cuyo sistema de fracturas y fallas fue sólo reactivado localmente; en cambio, dejó un complicado modelo estructural en la relativamente delgada cubierta mesozoica, que fue cizallada. A partir de superficies de despegue se formaron estrechos sistemas de pliegues y formas de domos. Las rocas competentes como calizas forman amplios anticlinales y cabalgamientos con vergencia hacia el noreste. Los pliegues en general tienen direcciones SE-NW, existiendo un segundo sistema de plegamiento que puede estar superpuesto. Esta es hasta ahora la interpretación para los materiales mesozoicos plegados en forma de anillo de la estructura de Azuara.

## Geofísica en Azuara

En la zona de Azuara debido a la gran extensión que ocupan los recientes sedimentos de la cuenca del Ebro y a la ausencia de campañas de sondeos, la prospección geofísica ha jugado un papel determinante como contribución al conocimiento de la estructura, habiéndose realizado campañas de gravimetría y de campo magnético.

La campaña de gravimetría ofreció una cartografía de anomalías de Bouguer en la que dominaba un fuerte

gradiente regional, sobreimponiéndose dentro de la estructura una fuerte anomalía negativa. Se realizaron tres perfiles mayores, que cortaban a la estructura; estos tres perfiles (Fig. 3) muestran un mínimo de gravedad de amplitud -10 mgal. Este resultado es esperable desde el punto de vista de una hipótesis de impacto, al mismo tiempo que se observa un máximo relativo, que podría corresponder a un anillo interno, que sería de esperar en un impacto del tamaño de Azuara, en el cual una fuerte onda de shock habría sido la responsable de la deficiencia de masa principal, lo que colocaría a Azuara como una de las estructuras de impacto mayores del planeta (Fig. 4). En general, las estructuras de impacto complejas muestran anomalías de gravedad, así mismo complejas, afectadas por anillos internos, levantamientos centrales, áreas falladas adyacentes y depósitos brechificados, que pueden contribuir a anomalías locales de simetría circular y que pueden enmascarar la anomalía principal. Como conclusión, las anomalías locales de gravedad pueden ser explicadas como rocas mesozoicas o paleozoicas, que forman un anillo interno, cubiertas por sedimentos terciarios de baja densidad. Este sería el caso de los materiales jurásicos de Moyuela.

La intensidad de campo magnético fue medida en cada una de las estaciones utilizadas en la campaña gravimétrica, discriminando longitudes de onda corta y larga. En una primera aproximación el incremento de intensidad desde el norte hacia el sur se iguala al gradiente normal, registrándose pequeñas anomalías en las longitudes cortas del orden de decenas de nanoteslas, que podrían deberse a cuerpos cercanos a la superficie en el interior de la cubierta terciaria. En suma, se puede establecer que no existe anomalía de campo magnético que apunte a un origen meteorítico, pero en cualquier caso, esto no afectaría a la hipótesis de impacto, ya que no es probable que se produjeran anomalías magnéticas considerables en una zona sedimentaria sometida al impacto de un bólido de composición pétreo y no metálica.

## Rasgos de deformación

Las estructuras de deformación se hallarían localizadas en el anillo de materiales mesozoicos y terrenos ad-

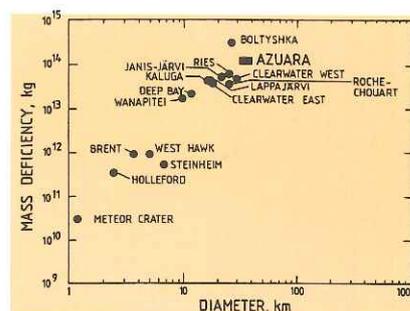


Figura 4. Deficiencia de masa en función del diámetro para algunas de las estructuras de impacto terrestres, incluida Azuara.

yacentes. Este anillo se encuentra plegado formando amplios anticlinales, que pueden ser el producto del efecto conjunto de un impacto y de las deformaciones alpinas, aunque la falta de relación entre estilolitos y los ejes de los pliegues, pueden apuntar hacia un significativo componente de impacto en el plegamiento, favorecido por una superficie de despegue con máximo acortamiento en la dirección del centro del cráter en el sector norte de la estructura. Hacia el sur y suroeste, el plegamiento se halla reducido a favor de una intensa fracturación, presentando con frecuencia megabloques alóctonos, estratigrafía invertida y deformación compleja a pequeña escala.

Las estructuras de impacto muestran fenómenos de transporte divergente durante el estado de modificación de la cavidad. Por tanto, se esperaría un modelo tectónico donde predominen los elementos radiales con una fuerte componente horizontal. De acuerdo con esto, Azuara muestra una marcada componente horizontal de fracturación con rumbos que frecuentemente apuntan radialmente hacia el exterior de la estructura o son tangenciales a ella.

Los materiales que pueden estar implicados en el hipotético impacto son diversos, ocupando rangos de decenas de metros a micras e incluso menores, es decir desde los megabloques alóctonos o la megabrecha, hasta elementos microscópicos como planos de deformación en granos individuales de cuarzo. Azuara presenta megabloques dislocados en gran número, justificables considerando los distintos procesos de excavación, eyección y modificación presentes en el impacto. Algunos bloques de tamaño medio de cuarcita armoricana, encontrados al suroeste de Belchite, también se han



Figura 5. Dique de Brecha en Muniesa. Se observan bordes de decarbonatación, matriz rojiza de muy alta dureza y cantos deformados plásticamente.

considerado como alóctonos, estando confinada su aparición a pequeños parches de decenas de metros de extensión, probablemente pertenecientes a conglomerados del terciario inferior puestos en movimiento en la etapa de excavación, pero que posteriormente no pudieron abandonar la cavidad en formación. También existen algunos megabloques calcáreos de posición estratigráfica no conocida emplazados en materiales paleozoicos al suroeste de Herrera de los Navarros.

En Azuara se pueden observar brechas de varios tipos, las cuales también aparecen en otras estructuras de impacto, incluyendo tipos monomícticos, polimícticos, globulares, distintas generaciones de brechas, megabrechas y diques de brecha. La megabrecha se halla aflorando en la zona del anillo mesozoico en las proximidades de Belchite, resultando de la brechificación de carnioles liásicas y ocasionalmente de materiales eocenos con potencias superiores a los 80 metros y clastos en un rango de la fracción de milímetro a la decena de metros. La brecha basal es una brecha polimíctica con potencias de hasta 20 metros encontrándose en las áreas periféricas de la estructura cerca de las localidades de Lécera y Muniesa y según algunos autores formada en la base del terciario superior conglomerático. Se compone de materiales paleozoicos y mesozoicos, con clastos de bordes netos, emplazados inmediatamente después de su brechi-

ficación. La matriz de este depósito se compone de calcita excepcionalmente dura y de pequeñas cantidades de sílice y mica. Con respecto a la matriz, se ha establecido la posible existencia de carbonatos previamente fundidos, de tal forma que la brecha basal estaría relacionada con los depósitos de tipo suevita hallados en otras formaciones de impacto. Los diques de brecha (Fig. 5), también llamados milolistenitas, representan un elemento común en algunas estructuras de impacto como Rochechouart, Sierra Madera, Manicougan y otras, presentando en sí mismas, debate en torno a su origen de impacto. Estas brechas se hallan en Azuara a nivel macro y microscópico, encontrándose a distancias de hasta 24 km del centro de la estructura, emplazándose preferentemente en su periferia. Se supone su origen en la inyección de material en el lecho y en las paredes del cráter a partir de los momentos posteriores a un impacto a hipervelocidad. Los diques de brecha son discontinuos con potencias de unos dos metros y hasta cien metros de longitud, aunque su disposición debería estudiarse atentamente en continuidad a las zonas de cultivos adyacentes, donde pueden continuarse en localizaciones prácticamente aleatorias, lo que podría apuntar hacia diques de tamaños excepcionales o si no a posibles planteamientos erróneos y un origen como antiguo karst. Los diques presentan variaciones acusadas entre



Figura 6. Microfotografía de elementos planares en cuarzos provenientes de la brecha polimíctica cerca de Nogueras.

unos, habiéndose establecido una clasificación en ocho tipos.

### Condiciones extremas P-T

En Azuara debido a la ausencia de material meteorítico los rasgos de P-T (presión y temperatura) extremos han de buscarse de manera indirecta en los materiales impactados. Al estar la parte central de la estructura cubierta por materiales terciarios y carecer de testificaciones directas a muro de estos materiales, estos rasgos característicos se buscan fundamentalmente en los materiales alóctonos, ya sean materiales de inyección como en el caso de los diques o depósitos de eyección, como en el caso de la formación Pelarda. En el caso de la sierra de Pelarda, considerada bajo esta hipótesis como depósito de eyección se han encontrado elementos planares, lamelas de deformación y mosaicos en granos de cuarzo (Ernstson & Claudín, 1990). En el caso concreto de elementos planares en cuarzo, hablaríamos de hasta 250 kb para los planos (10-12) (Figs. 6 y 7).

También se han encontrado texturas propias de condiciones extremas en los diques de brecha, encontrándose

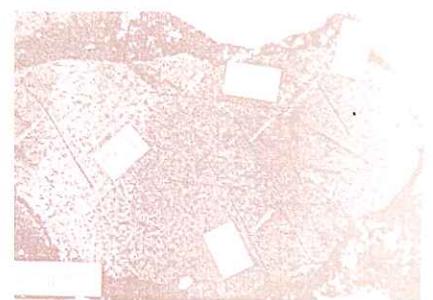


Figura 7. Microfotografía con nicoles cruzados. Planos referentes a una onda de shock. Brecha polimíctica.



Figura 8. Detalle de la formación Pelarda. Cantos fracturados con desplazamientos nulos. Carácter heterométrico y matriz soportado.

sets múltiples de elementos planares orientados, micas con *kinks* (>10kb.), mosaicos y micromaclado en cristales de calcita. En los diques y en la brecha basal aparecen bordes vesiculares blancos por decarbonatación y vidrios diapléticos (cuarzos isótropos) que aparecen según la literatura entre los 450 y 700 kb.

Unos elementos producidos por choque e indispensables para un diagnóstico veraz de una estructura sospechosa, son los "Shatter Cones" algunos de los cuales, no muy bien desarrollados han sido encontrados en Azuara, en el área del anillo principal, a unos 16-18 km del centro de la estructura, en calizas del Malm y del Lías. Desgraciadamente, estos *shatter cones* no han sido encontrados *in situ*, con lo cual se pierde el carácter determinante, que permite averiguar la dirección del impacto en función del ápice del grupo de estrías.

### Depósitos de eyección

Los episodios de erosión y sedimentación en la zona no han favorecido la preservación de los depósitos de eyección aunque la formación Pelarda situada en la periferia hacia el Sureste y que forma la sierra del mismo nombre (puerto de Fonfría), se ha atribuido a eyección durante el impacto, con 200 metros de potencia y una extensión de 12 x 2,5 km.

Originalmente se ha descrito como un depósito conglomerático de origen fluvial, aunque actualmente se la describe de manera no tan clara después de su análisis en detalle (Ernstson & Claudín, 1990). En su litología dominan cuarcitas, esquistos y pizarras de edad paleozoica (Fig. 8), habiéndose encontrado una formación semejante al sur de Puerto Mínguez, entre Caminreal y Montalbán. La formación Pelarda muestra tres paquetes estratificados con contactos graduales y generalmente con una gran cantidad de matriz arcillosa. Los bloques y cantos, que soportados por la matriz forman el contenido clástico de la formación, son de carácter heterométrico y muy estriados. Dichas estrías afectan a todas las litologías, habiéndose estudiado un grupo de cuatrocientos bloques y comprobándose que la dirección de las estrías no es aleatoria, sino con una dirección NE-SW generalizada (Fig. 9). Otra prueba que muestra evidencias de carga considerables es la presencia de bloques fuertemente fracturados, con redes de fracturas irregulares completamente bifurcadas, abiertas y con desplazamientos rotacionales (Fig. 10).

Microscópicamente se han observado elementos planares en granos individuales de cuarzo desconocidos en ambientes tectónicos "normales", así como granos de biotitas con *kinks*, cuya aparición resulta de esfuerzos tectónicos muy altos o del paso de una onda de choque. La dirección de los

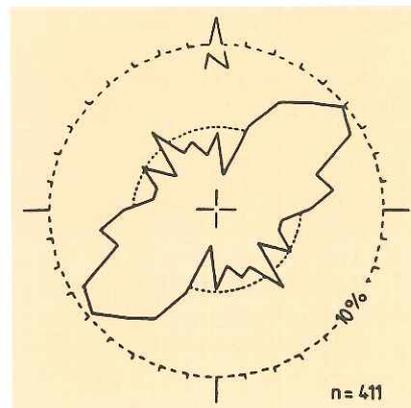


Figura 9. Formación Pelarda. Diagrama en rosa mostrando la dirección preferente de las estrías en un total de 411 bloques.

esfuerzos sugiere una deposición desde el EN o SW. La correspondencia entre las direcciones de estratificación y de estriación parece significar que los clastos de la formación Pelarda adquirieron su estriación en el curso de un proceso de sedimentación de alta energía, que excluiría la hipótesis de un depósito fluvial. Todo esto vendría apoyado también por la existencia de cantos fracturados de forma completa, con desplazamientos nulos entre los fragmentos, así como deformaciones plásticas en bloques y de fracturas con desplazamientos de carácter compresivo.

Otros posibles depósitos de eyección podrían ser algunos parches de materiales paleozoicos en las cercanías de Monforte de Moyuela, soportados por una matriz de tipo arcillosa en contacto penetrativo con bordes netos sobre unas arenas Utrillas cretácicas, que forman parches dispersos (algunos de ellos sin cartografiar) y que se han nombrado en la literatura como Mioceno del mismo tipo que figura en la formación Pelarda.

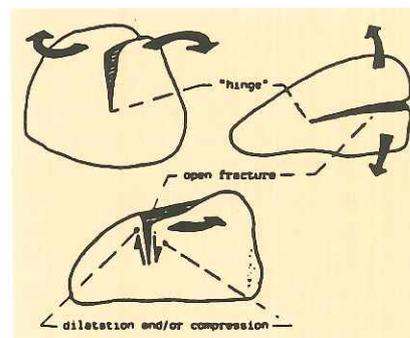


Figura 10. Deformaciones plásticas con un probable origen de impacto correspondientes a la formación Pelarda y Vredefort (Sudáfrica).

## Historia geológica

Se han visto hasta ahora una serie de caracteres, que nos permitirían reconocer (con algunas reservas por el momento) a Azuara como una estructura de impacto o Astroblema, alterado y modificado por los eventos geológicos posteriores al impacto.

Aunque los efectos de shock han sido descritos en grandes calderas volcánicas, no se halla documentada en la bibliografía ningún tipo de actividad magmática en el área excepto un dique que corta sedimentos triásicos unos 12 km. al sudoeste de Herrera de los Navarros (Fosa de Bombuena).

El proceso de craterización comienza con el contacto entre el meteorito y la superficie del terreno. Este meteorito, aplicando los cálculos para una cavidad de entre 10 y 25 km de diámetro, supone un proyectil del orden de 1-2 km con una velocidad de impacto de unos 20 km.

La naturaleza del terreno impactado se ha podido establecer mucho mejor, ya que los depósitos de eyección sugieren que toda la superficie superior previa, e incluso los conglomerados compuestos de bloques paleozoicos, constituía el nivel superior del terreno en el momento del impacto. La potencia de estos depósitos previos se ha establecido, de manera aproximada, en función de la potencia de los depósitos de eyección de la formación de la sierra Pelarda, con espesores de más de 200 metros, alcanzando el terciario al sudeste y nordeste más de 500 metros, y llegando en la fosa de Calatayud a más de 1.000 metros. Por debajo del terciario, los sedimentos son de naturaleza calcárea, superando los 1.000 metros, subyaciendo a éstos más de 10.000 metros de sedimentos paleozoicos, lo que haría que Azuara fuera uno de los escasos impactos de grandes dimensiones en terrenos exclusivamente sedimentarios.

En el estado de compresión la mayor parte de la energía cinética del proyectil fue transferida al terreno subyacente en forma de fuerte compresión de choque, combinada con presiones y temperaturas extremadamente altas, que afectaron a un volumen comparable al del meteorito, provocando un plegamiento generalizado en los materiales de Azuara e iniciando el posterior flujo de excavación.

Respecto a la formación Pelarda, se considera representante de los estados

de excavación y eyección de materiales hacia el exterior del cráter. El estado de excavación alcanzó los componentes paleozoicos de los conglomerados del terciario inferior y no profundizó hasta las rocas calizas del sustrato mesozoico y preterciario, suponiendo unos mil metros de espesor, resultando el diámetro de la excavación similar al de la cavidad en formación (*transient cavity*). Según experimentos, Azuara se ajusta a la proporción 1:10 entre diámetro y profundidad para terrenos sedimentarios estratificados con materiales poco competentes en superficie, los cuales, debido al denominado shock termodinámico irreversible, van a provocar cavidades mayores que en sus equivalentes cristalinos. Así mismo, la existencia de megabloques dislocados dentro de la misma estructura de Azuara hace pensar en una confirmación de la existencia de un anillo interno en esta estructura, hallándose en gran parte bajo sedimentos modernos. Un problema añadido resulta en la distinción de los materiales plegados en la zona norte entre tectónica alpina y de impacto, aunque el análisis de los estilolitos y la vergencia de estos pliegues, continuamente cambiante del NW hacia el NE, sugieren una relación con un impacto antes que una interferencia de dos sistemas ortogonales de plegamientos alpinos, recordando los anticlinales concéntricos existentes en el cráter de Odessa en Texas. Los anticlinales se atribuyen a un potente esfuerzo horizontal hacia el exterior de la estructura. De igual manera, se observa que los afloramientos en que se reconoce la estratigrafía invertida se encuentran a la misma distancia radial que los pliegues mencionados anteriormente; en cualquier caso, hay que tener en cuenta la inhomogeneidad del material existente entre el núcleo paleozoico levantado y estable, y la cubierta mesozoica y cenozoica más joven, que afectarían al proceso de craterización.

En el estado de modificación el impacto ya ha cesado, pero la cavidad continúa en su proceso de formación. En el caso de Azuara, debido a su tamaño se forma una estructura compleja con masas de materiales que colapsan gravitatoriamente, sufren rebotes elásticos centrales con masas que se movilizan hacia arriba y hacia el exterior de la estructura, formando un anillo central interno. Todos estos fenómenos en Azuara están muy poco

documentados por ahora, principalmente por el problema que suponen los cientos de metros de cubierta terciaria, que cubren la mayor parte de la estructura, haciendo muy difícil la localización exacta del borde de la estructura.

Estructuralmente, la falla de Datos, de edad Hercínica y reactivada durante la orogenia Alpina con un desplazamiento de varios kilómetros, cuando se acerca a Azuara adquiere una morfología en zig-zag; por lo tanto se estima que la estructura de impacto de Azuara se extiende al menos hasta la falla de Datos.

Con respecto a la megabrecha, se puede decir en cuanto a su formación que se debería a una brechificación inmensa, debida a movilización *in situ* de los cuerpos estratiformes adyacentes a la estructura, correspondientes en su mayoría a carniolas y calizas liásicas.

Por último con respecto a esta zona, cabe destacar la posibilidad de una estructura gemela en el área de Rubielos de la Cérica, cerca del pueblo de Calamocha y a una distancia de unos 50 km de Azuara. En el área de Rubielos de la Cérica tras sendas excursiones en octubre de 1991 y junio de 1992, se confirma la existencia de unos diques de brecha, que aunque en un principio pudieran atribuirse a antiguos *karsts* de colapso, no se han definido de manera exacta, y en la cartografía aparecen como carniolas sin ningún tipo de caracterización standard. Así mismo, la existencia de cantos múltiplemente golpeados *in situ* en el Bundsandstein inferior podrían apuntar en su conjunto a una fragmentación del meteorito original en dos cuerpos impactantes, siendo el menor correspondiente a Rubielos, hecho que no sería en exceso sorprendente dado el registro de impactos gemelos que podemos encontrar en la literatura.

### Bibliografía

- Ernstson, K. et al. (1985). Evidence of an impact origin for the Azuara structure (Spain), *Earth and Planetary Science Letters*, 74 (1985) 361-370
- Ernstson, K. et al. (1987). Impact Hypothesis for the Azuara structure (Spain) strengthened, *Meteoritics*, 22; 373; Phoenix (Abstr.).
- Ernstson, K. & Claudín, F. (1990). Pelarda Formation (Eastern Iberian Chains, NE Spain): Ejecta of the Azuara Impact Structure, *N.J.B. Geol. Paläon. Mh.* 10, 581-599.
- Guerrero, E. (1996). Cicatrices en la Tierra: Origen de las Estructuras de Impacto. *Universo*, 12, 56-61.

# Los Títulos Europeos o Eurotítulos.

## ¿Una alternativa económica, rigurosa y real a la Directiva 89/48/CEE?

José Manuel Baltuille

Presidente de la Comisión Nacional de Evaluación de Títulos del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (ICOG), Vocal del Comité de Registro de la Federación Europea de Geólogos (FEG), ex-Presidente del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. Jefe de Proyectos de la Dirección de Recursos Minerales del Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE).

*Actualmente el mercado laboral valora, cada vez más, las formaciones profesionales que las estrictamente académicas. Por ello, en 1986, la Federación Europea de Geólogos preparó un primer documento sobre el Título de Geólogo Europeo que fue finalmente aprobado en la reunión de Lisboa de 1988.*

*Mientras tanto, la UE promulgó su Directiva 89/48/CEE, de 4 de Enero de 1991, sobre Reconocimiento Mutuo de Cualificaciones Profesionales. Esta normativa europea sólo se aplica a las profesiones "reguladas", considerándose como tales aquellas cuyos estudios o formación práctica queda regulada por ley.*

*La aplicación de la Directiva no ha obtenido los resultados esperados, posiblemente por la interpretación restrictiva que han hecho, del texto legal, algunos países (casos Vlassopoulou y Aranitis). Sin embargo, ante situaciones similares, la posesión del Título de Geólogo Europeo ha permitido resolver, satisfactoriamente, dichos problemas (caso Jobè).*

*Professional qualifications are becoming more and more recognised by the job market than academic titles.*

*The European Federation of Geologists prepared its first draft about the Title of European Geologist in 1986, and approved a final document in Lisbon in 1988.*

*The EU Commission passed on 4<sup>th</sup> January 1991 the Directive 89/49/EEC about Mutual Recognition of Professional Qualifications. Such European normative applies exclusively to "regulated" professions, whose studies or professional practice are regulated by law.*

*In spite of the self-content publicised by the EU Commission, the Directive results have been poor, as many countries understand in a restrictive way (Vlassopoulou and Aranitis cases). However, the Title of European Geologist has been able to resolve similar problems with successful results (Jobè case).*

### Antecedentes

Cada vez, con mayor frecuencia, nos hallamos ante sociedades que exigen a sus miembros activos un alto grado de profesionalización y una mayor flexibilidad y adaptación a los problemas que, continuamente, se van presentando en el trabajo diario.

El mercado laboral no es ajeno a esta corriente y desde hace algunos años excluye a aquellos candidatos que se apoyan únicamente en su titulación académica; demandando y valorando, a veces en exceso, aquellos otros títulos de índole profesional que acreditan una formación práctica y contrastada dentro del ámbito del puesto de trabajo. Para el entorno laboral los títulos académicos sólo representan la justificación de haber adquirido unos conocimientos teóricos básicos dentro del campo de la actividad correspondiente, en contraposición al título profesional que implica una experiencia práctica

continuada y significa la capacitación de enfrentarse a problemas concretos y resolverlos correctamente.

Por todo ello, y dado el interés creciente que despertaba el tema en el entorno europeo, la Federación Europea de Geólogos (FEG) preparó, en 1986, un documento sobre la obtención del Título de Eurogeólogo que presentó a los parlamentarios europeos, quedando definitivamente diseñado en la reunión de Lisboa del 5 de Noviembre de 1988, aunque no es hasta finales de 1993 cuando se otorgan los primeros títulos.

En la gestación de dicho título participa el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos (ICOG) desde los primeros momentos, gracias al empuje del entonces Presidente Santiago Leguey y a la actividad de Juan Carlos García Royo, a la sazón vicepresidente de la FEG. Posteriormente, en Octubre de 1994, se realizan los primeros nombramientos que permiten crear la estructura orga-

nizativa necesaria para desarrollar el título en nuestro país, constituyéndose la Comisión Nacional de Evaluación.

La Comisión Nacional de Evaluación (CNE), órgano de valoración de los expedientes presentados en España para la tramitación del título, se forma como: "Un ente administrativo y de evaluación profesional, independiente en su gestión, que depende orgánicamente del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España (ICOG) y de su Asamblea General, a través de la Junta de Gobierno". La CNE, de cara a regularizar sus actividades y permitir el control de sus actuaciones, redactó unos Estatutos y un Reglamento de funcionamiento que sometió a la aprobación de la Junta de Gobierno del ICOG y de la Asamblea General de colegiados y, en el caso de los Estatutos, del Consejo de la FEG<sup>1</sup>.

Sus funciones quedan definidas en el Artº. 2 de sus Estatutos, que dice textualmente: "La CNE constituye la única instancia nacional encargada de la recepción, estudio y valoración de los expedientes para tramitar el título de Geólogo Europeo o Eurogeólogo ante el Comité de Registro de Geólogos Europeos, dependiente de la Federación Europea de Geólogos (FEG)".

La temática de las eurotitulaciones, como veremos más adelante, está parcialmente interconectada con la problemática de la convalidación profesional de títulos extranjeros correspondientes a ciudadanos de la UE, definida en la Directiva Europea 89/48 del 21 de Diciembre de 1988.

## Legislación comunitaria y nacional y resultados obtenidos

El Mercado Común, creado a partir del Tratado de Roma de 1957, se define en su Artº. 7 como "un área geo-

gráfica y económica común, sin fronteras internas, donde se asegura la libre circulación de personas, de servicios, de mercancías y de capitales", resultando ser un escenario de actuación que, en la mayoría de los casos, ha diferido sustancialmente del dibujado en su acta fundacional.

El principal problema que encuentran los distintos profesionales a la hora de desarrollar sus conocimientos fuera de su país de origen es la diversidad de títulos y de niveles de formación, tanto en el ámbito académico como profesional, así como la existencia de una legislación anticuada y lenta con respecto al reconocimiento de titulaciones extranjeras.

Para poder adecuarse plenamente al espíritu del Tratado algunas profesiones (farmacéuticos, médicos y arquitectos, entre otras) consiguieron negociar sus propias directivas particulares. No obstante la mayoría de aquellas quedaron excluidas de esa "política" particular, siendo condenadas a subsistir por sus propios medios durante un largo periodo de tiempo.

Para solucionar, o intentar solucionar, los problemas surgidos con la presencia de esa serie de profesiones, sin una normativa legal propia, la Comunidad Económica Europea redacta y aprueba la Directiva 89/48/CEE que regula un sistema general de reconocimiento de los títulos de enseñanza superior que sancionan formaciones profesionales de una duración mínima de tres años. Esta medida afecta, exclusivamente, a todos los nacionales de un estado miembro que se propongan ejercer, por cuenta propia o ajena, una profesión "regulada" en un estado miembro de acogida (Artº. 2). El Artº. 12 reglamenta las medidas legales necesarias que tendrán que adoptar los países miembros para desarrollar dicha directiva, en un plazo máximo de dos años a partir de su notificación (4 de Enero de 1989).

España, con el Real Decreto 1665/1991 de 25 de Octubre, tipifica el desarrollo de la Directiva 89/48/CEE. El Artº. 3 apartado a) señala las distintas profesiones reguladas en España, mientras que el apartado c) define los tipos de dependencia, en el ámbito de competencias de la Administración del Estado, entre las distintas profesiones y los diferentes departamentos ministeriales. En el caso de la profesión de Geólogo la competencia directa le co-

rresponde con el Ministerio de Industria y Energía.

La Disposición Final 1ª dictamina que para el desarrollo y aplicación de lo previsto en el Real Decreto, dentro del campo de las diferentes profesiones, se aprobarán las distintas Órdenes Ministeriales que regularán dichos sectores profesionales. Con lo que insta a los diferentes ministerios a que redacten su normativa interna, la cual permitirá resolver los expedientes de convalidación que vayan llegando.

La O.M. del 2 de Octubre de 1995 desarrolla el anterior Real Decreto, en lo que afecta a las profesiones de Físico, Geólogo, Químico, Ingeniero Industrial, Ingeniero de Minas, Ingeniero Naval, Ingeniero Técnico Industrial, Ingeniero Técnico de Minas e Ingeniero Técnico Naval, y diseña el mecanismo administrativo de tramitación para la homologación de los diferentes títulos profesionales.

En su Artº. 7.1 se contempla la consulta previa al Colegio Profesional o Consejo General de Colegios que corresponda, a efectos de comparar la formación exigida en España con la recibida por el solicitante así como el ámbito de actividades profesionales a que faculta el título en uno u otro estado miembro. Los informes se pronunciarán en uno de los siguientes sentidos:

- Favorable al reconocimiento del título, a efectos profesionales.
- Exigencia de la superación de una prueba de aptitud o de un período de prácticas.
- Desfavorable al reconocimiento del título, con la debida motivación.

Los resultados obtenidos por la actual legislación son bastante pobres y dispersos debido, en gran manera, a la falta de voluntad política detectada por algunos países miembros. En la actualidad solamente siete, de los quince estados miembros, han desarrollado su legislación nacional para poder desarrollar la Directiva 89/48/CEE: Dinamarca, España, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Portugal y Reino Unido. Mientras, Alemania y Francia están diseñando sus directivas particulares "profesión por profesión" y, en el caso de Alemania, además "región por región".

La falta de actuaciones legislativas por parte de una serie de países, junto con la interpretación restrictiva y distorsionada del texto de la Directiva por

<sup>1</sup> Los Estatutos y el Reglamento fueron aprobados por la Junta del ICOG el 8 de Febrero de 1995 y por la Asamblea General el 25 de Marzo, siendo ambos modificados parcialmente el 21 y el 22 de Marzo de 1996. Finalmente el Consejo de la FEG, en su reunión de Haarlem (Países Bajos) del 14 al 16 de Junio de ese mismo año, tuvo a bien sancionar los Estatutos, con lo que la CNE se convirtió en el primer Comité de Valoración de la UE en someter su normativa interna a la autoridad y homologación de la Federación.

parte de otros, representan medidas típicamente "proteccionistas" de cara a dificultar el libre desplazamiento de profesionales en el territorio de la UE, desvirtuando totalmente el espíritu original de la referida legislación comunitaria.

Para conocer realmente cuál es el tratamiento que se está dando en Europa al problema referido, estudiaremos un par de casos, suficientemente nítidos y precisos, de cómo algunos países interpretan restrictivamente el texto de la Directiva 89/48.

### A) Asunto C-340/89, Vlassopoulou contra el Ministerio de Justicia y de Asuntos Federales y Europeos de Baden-Württemberg (República Federal de Alemania)

#### 1. Los hechos

- Irène Vlassopoulou, de nacionalidad griega, obtiene la licenciatura de Derecho en 1977 en la Universidad de Atenas.

- Entre 1977 y 1981 sigue un determinado número de cursos de Derecho alemán en la Universidad de Tübingen.

- En 1982 es admitida en el colegio de Abogados de Atenas, doctorándose en Derecho en la Universidad de Tübingen ese mismo año.

- En 1983 comienza a trabajar en un bufete de abogados en Mannheim.

- En 1984 obtiene la autorización para ejercer como Asesor Jurídico ("*Rechtsbeistand*") y defender intereses jurídicos ajenos y asesorar en materias relacionadas con el Derecho griego y comunitario.

- El 13 de Mayo de 1988 solicita ejercer como Abogada ("*Rechtsanwältin*") ante los juzgados de Mannheim y Heilderberg, siéndole denegada la solicitud por parte del Ministerio de Justicia y de Asuntos Federales y Europeos de Baden-Württemberg.

El Ministerio aduce, en base a la Ley del Poder Judicial, que la capacitación exigida sólo se alcanza mediante: "la realización de los estudios de Derecho en una universidad alemana, haber aprobado un primer examen de Estado, cumplir un período de prácticas y superar un segundo examen de Estado y además haber realizado, al menos dos años del período universitario, dentro del territorio de la República Federal de Alemania".

- Tras presentar recurso de alzada ante los órganos competentes, regionales y federales, en temas relacionados con el Colegio de Abogados, con resultado infructuoso, se presenta el caso ante el Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas el 3 de Noviembre de 1989.

#### 2. Argumentos a favor (Vlassopoulou)

- Cita el dictamen favorable emitido por la delegación alemana, sobre una propuesta presentada en el seno de la Comisión Consultiva de los Colegios de Abogados de la CE, en el sentido de que al Abogado de un estado miembro, que haya trabajado durante cinco años con un Abogado alemán, se le permita tanto ejercer funciones de asesoramiento jurídico sobre Derecho Nacional como actuar ante los Tribunales.

- Considera que su conocimiento del Derecho alemán es suficientemente amplio, como queda reflejado en su Tesis que versa exclusivamente sobre Derecho alemán, así como por numerosas publicaciones acreditadas en revistas alemanas de Derecho y por el tiempo que lleva trabajando en un bufete con colegas alemanes.

- Presenta el ejemplo de Francia, país que ya ha adoptado un procedimiento que permite, a cualquier Abogado de un país miembro, ejercer en territorio francés con los mismos derechos que sus nacionales; ofreciéndose a someterse a un examen de aptitud similar al recogido en la normativa gala.

#### 3. Argumentos en contra (Ministerio de Justicia)

- No considera comparables, en función de su contenido, los períodos de formación de Grecia y de Alemania.

- El examen de aprobación de la tesis sólo demuestra su aptitud para abordar, de manera científica, una cuestión jurídica limitada. Este examen no permite el acceso a la profesión.

- La autorización, recibida hace cinco años, para tratar profesionalmente asuntos jurídicos no es determinante, pues los conocimientos necesarios para obtener esta autorización no son comparables con los exigibles a un Abogado alemán ("*Rechtsanwalt*").

#### 4. Opinión de la Comisión de las Comunidades Europeas

- Duda acerca de la conformidad, respecto al derecho comunitario, de someter, sin ninguna restricción, a un Abogado habilitado en otro estado miembro a los requisitos de acceso a la profesión que se exigen a los candidatos que hayan terminado su formación en el estado miembro de acogida.

- Afirma que en base al Artº. 5 del Tratado, los estados miembros están obligados a tomar en consideración las aptitudes adquiridas por el solicitante en otro estado miembro, siempre que éstas correspondan a las aptitudes exigidas en la normativa nacional.

#### 5. Conclusiones del Abogado General (presentadas el 28 de Noviembre de 1990)

- La cuestión plantada se refiere a la libertad de establecimiento y no a la libre prestación de servicios.

- La obligación de inscripción de los Abogados en un Colegio, que imponen ciertos Estados, debe considerarse como lícita en relación con el Derecho comunitario, a condición de que esté abierta a los nacionales de todos los estados miembros sin discriminación.

- El estado miembro de acogida está obligado a tener en cuenta la capacitación previamente adquirida (Artº. 52 del Tratado).

- La Directiva 89/48 implica que los estados miembros reconozcan que aquel que ejerza una actividad profesional regulada en un determinado estado miembro obtiene el derecho a establecerse en todos los demás estados miembros, a condición de que demuestre poseer una experiencia profesional y de que cumpla un período de prácticas de adaptación o se someta a una prueba de aptitud.

- El Tratado de Unificación de las dos Alemanias, que entró en vigor el 3 de Octubre de 1990, dispone que todos los exámenes o títulos obtenidos en la República Democrática Alemana se considerarán iguales a los obtenidos en la República Federal de Alemania, siempre que sean equivalentes.

- En un Anexo al Tratado se prevé que un Abogado de la RDA será asimilado a uno de la RFA sin necesidad de cubrir los requisitos exigidos

por la Ley del Poder Judicial, requisitos que sí se exigen a Vlassopoulou.

## 6. Sentencia del Tribunal de Justicia (de 7 de Mayo de 1991)

El Artº. 52 del Tratado de la CEE debe interpretarse en el sentido de que las autoridades nacionales de un estado miembro, ante las cuales se solicita autorización para ejercer la profesión de Abogado por un nacional de otro estado miembro, que ya está habilitado para ejercer esa misma profesión en su estado de origen y que ejerce las funciones de Asesor Jurídico, **están obligadas a examinar en qué medida los conocimientos y aptitudes acreditados por el título adquirido por el interesado, en su país de origen, equivalen a los exigidos por la normativa del estado de acogida;** en el caso de que la equivalencia entre estos títulos sólo sea parcial, las correspondientes autoridades nacionales están facultadas para exigir al interesado que demuestre haber adquirido los conocimientos y aptitudes que le faltan.

### B) Asunto C-164/94. Aranitis contra el Land de Berlín (Alemania)

#### 1. Los hechos

- Giorgios Aranitis, de nacionalidad griega, posee desde 1979 el título de Geólogo ("*Ptichiouchos Geologikos*").
- Ejerce la profesión de Geólogo en Grecia hasta 1990.
- En Mayo de 1990 se instala en Berlín para ejercer su profesión y la Oficina de Empleo le registra como "asistente no cualificado", a pesar de presentar su título nacional.
- En contra de esta clasificación plantea el asunto ante la autoridad municipal competente ("*Senatsverwaltung*"), para que le declarara la equivalencia entre el título griego y el alemán.

Esta petición le fue denegada, así como el utilizar la forma alemana de "*Diplom-Geologe*"; no obstante, se le permitió usar el grado correspondiente a su título en la forma griega y añadir, entre paréntesis, la traducción literal "*Diplomierter Geologe*" (Geólogo titulado).

- Según el organismo municipal competente, la Directiva 89/48/CEE

sólo es aplicable a las profesiones reguladas y la profesión de Geólogo no lo está en Alemania. Basando su negativa en el Derecho alemán, que supedita la expedición del título nacional de "*Diplom-Geologe*" a la presentación de un proyecto de fin de carrera.

Se instó al peticionario para que presentara un proyecto fin de carrera ante un establecimiento de enseñanza superior alemana y así poder estimar su petición.

- Contra esta decisión interpuso recurso ante el "*Verwaltungsgericht*" de Berlín, afirmando que la profesión de Geólogo estaba regulada a efectos de la Directiva, ya que esta última afecta a todas las profesiones cuyo acceso, en un estado miembro, está supeditado a la posesión de un título o a las que se ejercen gracias a un título profesional reservado a personas que reúnen determinados requisitos de capacitación.

Este recurso fue desestimado mediante resolución del 19 de Diciembre de 1991.

- Ante ello el peticionario apeló ante el "*Oberverwaltungsgericht*" de Berlín quien, a su vez, planteó dos cuestiones ante el Tribunal de Justicia de las Comunidades.

#### 2. Conclusiones del Abogado General (presentadas el 26 de Octubre de 1995)

- Los temas presentados para su interpretación son:

1º ¿Debe interpretarse la letra c) del Artº. 1 en relación con la letra d) del mismo artículo de la Directiva 89/48/CEE, en el sentido de que también existe una profesión regulada cuando no hayan sido adoptadas disposiciones que regulen el acceso a la profesión y su ejercicio, aunque la única formación admitida para dicha profesión consista en estudios de enseñanza superior de una duración mínima de cuatro años y medio, sancionados con un título y que, por esta razón en definitiva, en el mercado de trabajo sólo se presenten como candidatos a esta profesión y sólo ejerzan quienes poseen esta titulación superior?.

2º En caso de que la anterior respuesta sea afirmativa, ¿Es el título de formación de "*Diplom-Geologe*" equivalente al título profesional en el sentido del Artº. 7.1 de la Directiva, cuan-

do no existe ningún otro título profesional establecido o amparado por disposiciones jurídicas?

- Realmente, en la República Federal de Alemania no existe norma alguna que prohíba ejercer la profesión de Geólogo, por cuenta propia o ajena, a quien no posea un título. Sin embargo, el examen del mercado de trabajo alemán demuestra que **sólo quienes están en posesión del título alemán de Geólogo acceden a esta profesión.** Por lo tanto, ¿procede el comportamiento del mercado de trabajo del concepto de "profesión regulada"?

Esta fue la primera vez que se pide al Tribunal de Justicia que se pronuncie en cómo definirse sobre dicho concepto.

- Puesto que la Directiva se aplica, únicamente, sobre profesiones reguladas (Artº. 2), el definir el concepto de "profesión regulada" es fundamental para determinar el ámbito de aplicación del sistema general.

- El tema de si la profesión de Geólogo se inscribiría dentro del ámbito de la Directiva (sic) queda fuera de dudas, según refleja la contestación dada por la Comisión, a la pregunta 1062/90 planteada por la Srª. Mayer de la Coalición de Izquierdas, sobre si se había contado con asociaciones nacionales como la Federación Europea de Geólogos, a la hora de diseñar la directiva:

"Esta Directiva podría aplicarse a los Geólogos, siempre que éstos hayan adquirido sus cualificaciones por medio de una formación sancionada por un diploma de enseñanza superior de una duración de tres años como mínimo. La Comisión se ha reunido con la Federación Europea de Geólogos. Estos contactos han permitido dar a conocer el contenido y los efectos de la directiva".

- Rechaza que la profesión de Geólogo en Alemania esté regulada "*de facto*", pues incumple los requisitos que, a su juicio, debe tener una profesión regulada: que su acceso o su ejercicio estén sometidas a normas imperativas dictadas, directa o indirectamente, por la autoridad pública.

#### 3. Sentencia del Tribunal de Justicia (1 de Febrero de 1996)

El apartado c) del Artº. 1, en relación con el apartado d) del mismo ar-

título de la Directiva 89/48/CEE, debe interpretarse en el sentido de que una profesión no puede clasificarse como regulada cuando, en el estado miembro de acogida, no existe ninguna disposición legal, reglamentaria o administrativa que regule el acceso a dicha profesión, su ejercicio o una de sus modalidades de ejercicio; aún cuando la única formación que permita ejercerla consista en estudios de enseñanza superior de una duración mínima de cuatro años y medio sancionados por un título y, por esta razón, sólo quienes poseen dicho título de enseñanza superior se presenten normalmente en el mercado de trabajo y ejerzan en él esta profesión.

### Las titulaciones europeas (EurGeol, EurIng, EurChem, EurPhys)

Las diferentes titulaciones europeas o Eurotítulos tratan, de unos años para acá, de abrirse camino entre el congestionado mundo de las titulaciones profesionales, con mayor o menor éxito según el país de que se trate; aunque representan a más de 20.000 titulados de los distintos países de la UE (Baltuille & Regueiro, 1996).

Nacieron como un medio para adecuar el movimiento de profesionales a la nueva realidad europea y, desde los primeros momentos, supieron captar la atención del legislador comunitario. Así la Comisión Europea, en resolución escrita (D.O. CEE de 26 de Septiembre de 1994), se refería expresamente al título de Ingeniero Europeo (EurIng):

“Desde hace años la Comisión viene siguiendo con gran interés las actividades de FEANI (Federación Europea de Asociaciones Nacionales de Ingenieros), especialmente la creación de su registro EurIng. A su juicio, esta iniciativa de FEANI constituye un excelente ejemplo de cómo los propios profesionales pueden regular su profesión a escala europea y sirve de modelo para otras agrupaciones de profesionales del sector técnico y científico, como los químicos y los físicos.

El registro de FEANI está basado en la diversidad de formaciones de ingeniería existente en la Comunidad y puede adaptarse a las modificaciones que se introduzcan a nivel nacional. Los procedimientos de tramitación de

las solicitudes de inscripción también son un buen ejemplo de cómo puede sacar fruto de su experiencia los organismos nacionales y europeos.

Aunque el título EurIng no puede considerarse como un título, con arreglo al apartado a) del Artº. 1 de la Directiva 89/48/CEE, puede servir de ayuda a las autoridades nacionales competentes que examinen las solicitudes de reconocimiento, de conformidad con lo dispuesto en el Artº. 3 de la citada Directiva. La inscripción en el registro de FEANI acredita que, con independencia de la duración y conte-

nido de su formación inicial, el ingeniero tiene cierto nivel de competencia profesional avalada por sus colegas nacionales y europeos.

Habida cuenta de que la jurisprudencia del Tribunal de Justicia obliga a los estados miembros a tomar en cuenta la experiencia profesional adquirida con posterioridad a la obtención del título, a efectos del reconocimiento del mismo, la Comisión considera que, en circunstancias normales, a los ingenieros que hayan obtenido el título EurIng no debería exigírseles ni el período de adaptación ni la prueba

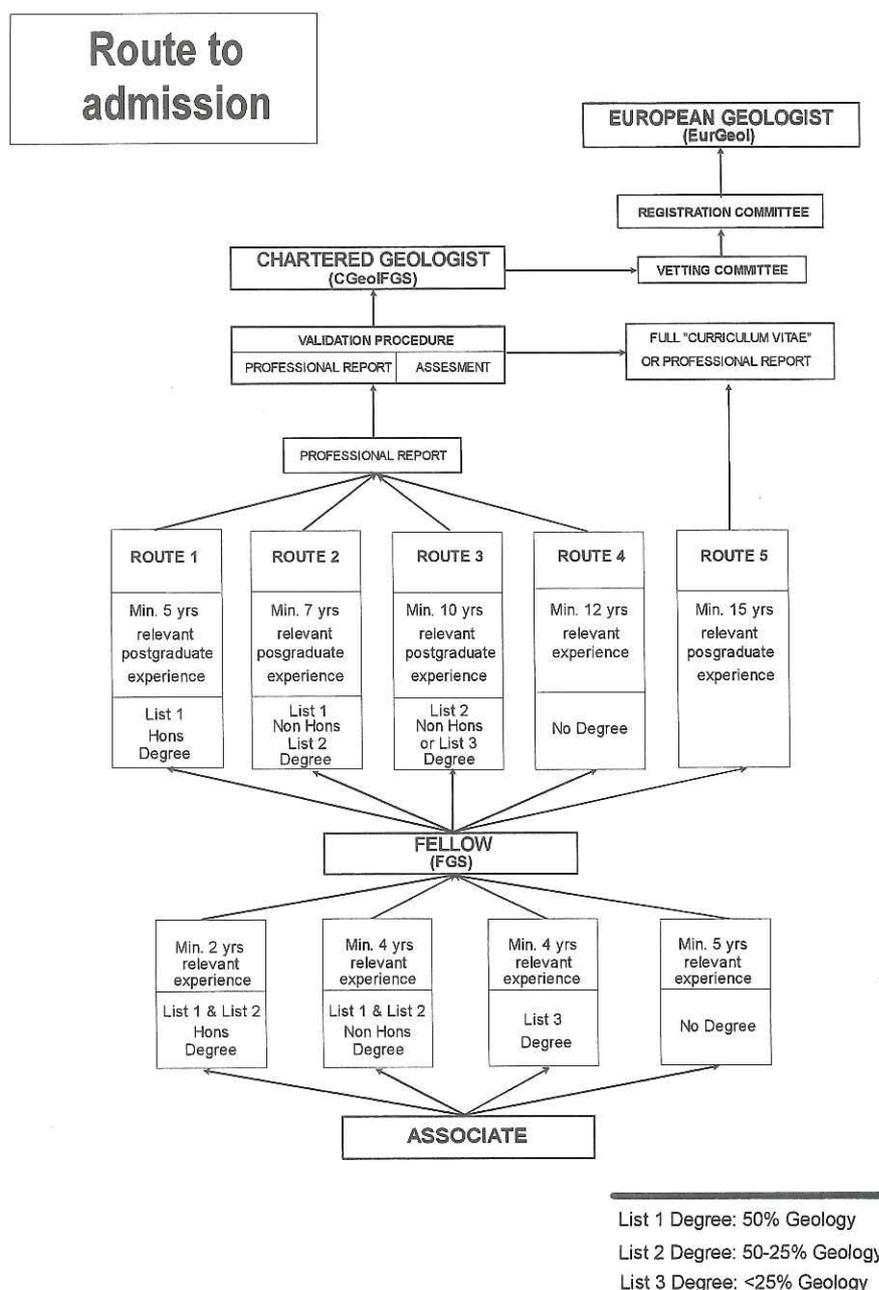


Figura 1. Diferentes niveles profesionales reconocidos por la GS (según The Geological Society).

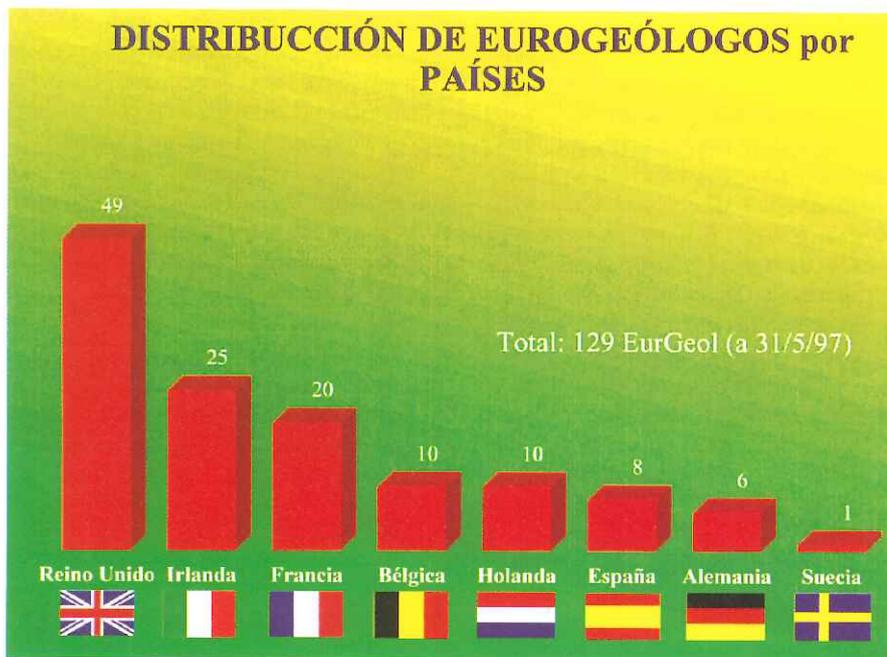


Figura 2. Distribución de los EurGeol, en función de los países de la UE donde están inscritos.

de aptitud a que se refiere el Artº. 4 de la Directiva 89/48/CEE.”

Este tipo de títulos gozan de gran aceptación entre los países anglosajones y nórdicos y una menor difusión, inicialmente, en los del ámbito mediterráneo (Baltuille, 1996), donde existe una mayor “cultura” del título académico que del profesional. No obstante, en países con amplia tradición geológica como es el Reino Unido, han alcanzado un rápido desarrollo tanto numérico como de aceptación curricular, tal como lo reconocen organismos del prestigio científico de la Geological Society of London (GS) que, fundada en 1807, es la Sociedad Geológica más antigua del mundo (Fig. 1).

El reconocimiento del título viene, en primer lugar, por parte de las distintas empresas las cuales ya empiezan a solicitar a sus técnicos la referida titulación. Tal es el caso de DUPONT con respecto a la posesión del EurChem entre sus químicos (Tijero, 1995; com.pers.) y de SHELL Holanda que estimula a sus geólogos para que soliciten el EurGeol, mediante el pago de las tarifas correspondientes al mismo (Oele, 1996; com.pers.).

En el caso del título de Geólogo Europeo (EurGeol), que se define como “un título profesional que supone una garantía de calidad de servicio en las diferentes especialidades de la práctica de la Geología”, el Reglamento de la Federación Europea de

Geólogos le considera un documento de reconocimiento profesional mutuo entre las distintas asociaciones miembros. De esta forma todas ellas reconocen que, cualquier profesional en posesión de dicho título, será automáticamente considerado geólogo nacional, hasta los límites legales y competenciales que cada Asociación Nacional tenga en su país.

En aquellos casos en que la Asociación Nacional sea el asesor de la Administración en temas relacionadas con la coordinación de la profesión (por ej. Directiva 89/48/CEE), su recomendación a dicho organismo será favorable a la compatibilización del expediente, haciendo mención expresa a la titulación de Geólogo Europeo del solicitante.

Como ejemplo, queremos reseñar un caso donde el título de Eurogeólogo ha servido para solucionar un problema profesional concreto, facilitándole a su poseedor el desempeño de su trabajo (Fox, 1996).

### 1. Los hechos

- Patrick Jobè, hidrogeólogo belga, obtuvo el título de EurGeol el 5 de Noviembre de 1994.

- Debido a su especialización, directamente relacionado con aguas terminerales embotelladas, mantiene

una extensa relación laboral con el Reino Unido y Portugal.

- Por necesidades del trabajo debe firmar un documento técnico que se presenta, para su validación y tramitación, ante el Instituto Geológico e Mineiro de Portugal.

- Inicialmente el documento es rechazado por la administración lusa, al ir firmado por un geólogo no portugués.

- Tras la mediación de la Associação Portuguesa de Geólogos (APG), miembro nacional de la FEG, la firma de EurGeol fue reconocida en el citado documento, desapareciendo totalmente los problemas iniciales.

Las posibilidades futuras que se desprenden del ejemplo referido, permiten que seamos optimistas con la validez y reconocimiento del Título. Desde su inicio, el 15 de Diciembre de 1993, esta nueva licencia ha empezado a calar ya en una serie de países europeos, como queda reflejado en la Fig. 2, y esperamos que su desarrollo se generalice una vez que haya alcanzado el conocimiento y la difusión suficiente.

## Conclusiones

Aunque el tiempo transcurrido es aún escaso para hacer generalizaciones definitivas, de los hechos presentados a lo largo del trabajo se deducen una serie de resultados que deberán ser vigilados y controlados, por parte del ICOG a nivel nacional y de la FEG a nivel europeo, para evitar que se produzcan aptitudes obstruccionistas en el libre movimiento de geólogos en la UEL:

1. La Directiva 89/48/CEE, originalmente redactada como una solución para regular aquellas profesiones que no tenían su directiva propia, presenta fallos importantes de funcionamiento por parte del desarrollo que de ella dan algunos estados miembros.

2. La Directiva 89/48/CEE presenta ciertos tecnicismos insuficientemente definidos, como “profesiones reguladas”, que permiten a ciertos estados miembros acogerse estrictamente al texto de la misma para favorecer así a sus nacionales ante profesionales de fuera de sus fronteras.

3. Es imprescindible pues un esfuerzo, por parte de todos (Colegios Profesionales, diferentes órganos de la

Administración del Estado, partidos políticos, Asociaciones Profesionales paneuropeas, Parlamento Europeo, etc.), para reconducir la situación y procurar diseñar un marco más real y solidario que permita desarrollar, por parte de **todos** los estados miembros de la UE, la Directiva 89/48 desde el espíritu abierto y generoso con que se diseñó originalmente.

Si esto no fuera así, la utilidad de la citada directiva llegará a ser nula.

4. Si la Directiva fracasase una solución sería diseñar una política de directivas específicas para cada una de las profesiones existentes, a la manera de algunas profesiones (médicos, farmacéuticos, enfermeros, arquitectos), asumiendo el alto coste en tiempo y dinero que ello supondría.

5. Otra alternativa, apoyándonos en la buena acogida obtenida por parte de la Comisión Europea, sería desarrollar y difundir intensamente la cultura de los **Títulos Europeos** o **Eurotítulos**, como una herramienta profesional, rigurosa, económica y rápida al servicio

de la Administración, capaz de resolver la totalidad de los problemas que hoy en día la Directiva 89/48/CEE es incapaz de solucionar.

Los Eurotítulos presentan una serie de ventajas apreciables sobre las Convalidaciones, como son:

– Menor tiempo de tramitación del expediente: de 1 a 4 meses por 18 a 24 meses de las Convalidaciones.

– Internacionalidad del título: un Eurotítulo tiene vigencia en todos los países de la U.E., mientras que las Convalidaciones sólo tienen efecto sobre el país en que se solicita; teniendo que volver a convalidar el título si se cambia de país por razones de trabajo.

– Bajo costo económico: la tarifa nacional del título (30.000 ptas.) lo hace mucho más atractivo que los costos que origina una larga tramitación administrativa como es el caso de la Convalidación.

Esta línea es la que la Comisión Nacional de Evaluación y la Junta de Gobierno del Ilustre Colegio Oficial de

Geólogos va a potenciar de cara al futuro. Para ello ya se han dado los primeros pasos tendentes a organizar una plataforma de Colegios y Asociaciones Profesionales, relacionada con la problemática generada por los Títulos Europeos y las convalidaciones de títulos originadas por la puesta en marcha de la Directiva Comunitaria 89/48, así como tratar de crear un mayor grado de colaboración y entendimiento entre la Administración y los diferentes colectivos profesionales.

#### Referencias bibliográficas

- Baltuille, J.M. (1996).– Las Eurotitulaciones. Una garantía de calidad profesional en Europa. «Tierra y Tecnología», 12, 9-13. Madrid, España.
- Baltuille, J.M. & Regueiro, M. (1996).– Eurotítulos. European Geologist, 3-4, 77-79. París, Francia.
- Fox, R. (1996).– Regulations of Professional Geologists and Mutual Recognition of Qualifications Directive of the European Union. European Geologist, 3-4, 82-85. París, Francia.

## «LA TIENDA VERDE»

C/. MAUDES, N.º 38 - 28003 MADRID

TELS.: 533 07 91 - 533 64 54

FAX: 533 64 54

### «LIBRERIA ESPECIALIZADA EN CARTOGRAFIA, VIAJES Y NATURALEZA»

- |   |                          |                                 |
|---|--------------------------|---------------------------------|
| – MAPAS TOPOGRAFICOS: S. G. E. I. G. N. | – MAPAS METALOGENETICOS. | – MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES. |
| – MAPAS GEOLOGICOS.                     | – MAPAS TEMATICOS.       | – FOTOGRAFIAS AEREAS.           |
| – MAPAS DE CULTIVOS Y APROV.            | – PLANOS DE CIUDADES.    | – CARTAS NAUTICAS.              |
| – MAPAS AGROLOGICOS.                    | – MAPAS DE CARRETERAS.   | – GUIAS EXCURSIONISTAS.         |
| – MAPAS DE ROCAS INDUSTRIALES.          | – MAPAS MUNDIS.          | – GUIAS TURISTICAS.             |
| – MAPAS GEOTECTONICOS.                  | – MAPAS RURALES.         | – MAPAS MONTAÑEROS.             |

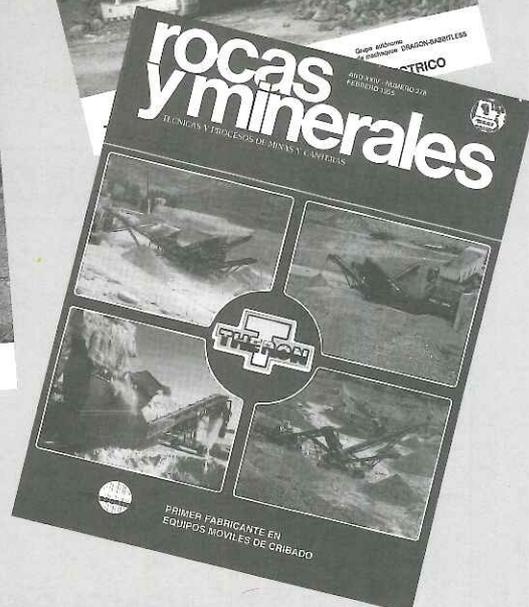
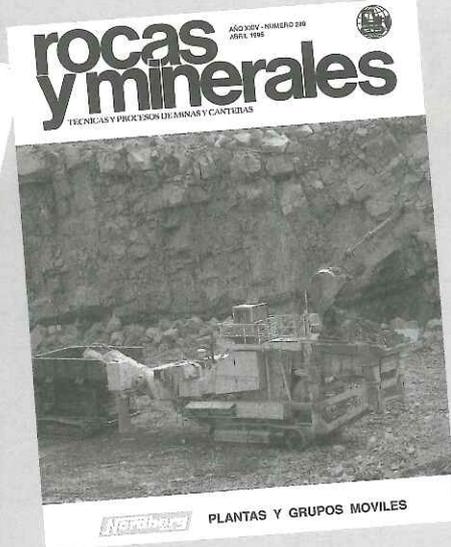
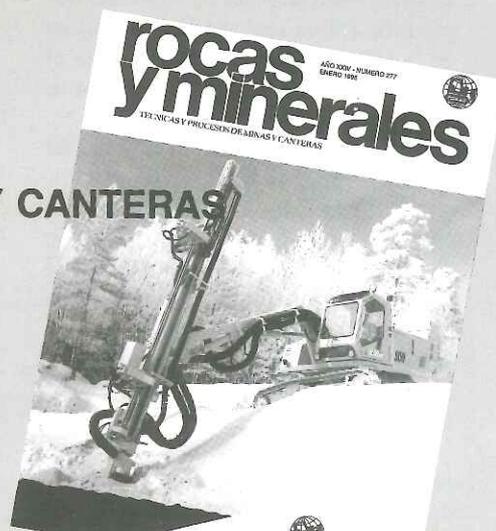
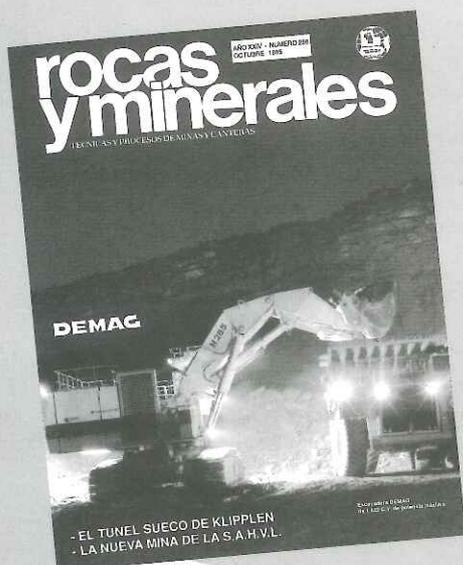
«VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA»

«SOLICITE CATALOGO»

# TODA LA ACTUALIDAD MINERA EN UNA SOLA PUBLICACION MENSUAL

## rocas y minerales

REVISTA DE TECNICAS Y PROCESO DE MINAS Y CANTERAS



## rocas y minerales

Arturo Baldasano, 15 - 28043 MADRID  
Teléfono: (91) 4151804 - Fax: (91) 4151661

**Emilio Custodio Gimena,**  
*Director General del Instituto Tecnológico Geominero de España*

## «El ITGE debe atender las funciones de investigación y desarrollo científico que le señala la Ley de la Ciencia»



Emilio Custodio, Director General del Instituto Tecnológico Geominero de España.

El ITGE es un Organismo Público de Investigación y un organismo técnico de apoyo, consulta y asesoría de las administraciones públicas. Esta doble función investigadora y asesora lo aleja del carácter específicamente investigador que tiene, por ejemplo, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas. La capacidad y entusiasmo de las personas que forman el equipo humano del ITGE, los medios materiales y la adscripción administrativa conforman el perfil identificador de este servicio geológico casi sesquicentenario. Emilio Custodio, Director General del Instituto Tecnológico Geominero de España espera que los jóvenes bien formados y con ganas de trabajar que

existen en el ITGE mantengan su entusiasmo y promuevan una actividad llena de éxitos.

Ceñidos a un pequeño rincón del amplio despacho que acoge al Director General del ITGE, «Tierra y Tecnología» y Emilio Custodio se extendieron sobre la investigación geológica en España, incluidas las funciones del ITGE (del Instituto o del Geominero, como se le suele llamar) y para el que se estudia el cambio de denominación a Instituto Geológico Medioambiental de España, recuperando así sus siglas clásicas IGME.

—¿Cuál es el papel del Instituto Tecnológico Geominero de España en el sistema de ciencia y tecnología?

—El Instituto es un organismo pú-

blico de investigación (OPI), uno de los entes que dentro de la Ley de la Ciencia tiene encargadas funciones de investigación y desarrollo científico y tecnológico.

Otra cuestión es si el Instituto está plenamente preparado para cumplir con la función designada, tanto por las actividades tradicionales que el ITGE ha venido desarrollando en el pasado, como por las obligaciones de asesoramiento y apoyo que conlleva la adscripción a un Ministerio, y que son colaterales a la investigación científica y el desarrollo tecnológico.

En realidad, el Instituto tiene una funcionalidad doble, ya que por un lado es un organismo público de investigación y por otro lado es un organismo técnico altamente cualificado de apoyo a las administraciones públicas, tanto a la Administración General del Estado, como a las Autonomías y a los Municipios, evidentemente con especial dedicación al Ministerio de Medio Ambiente y sus Organismos.

El ITGE seguirá desarrollando los trabajos de infraestructura geológica como el levantamiento de mapas geológicos, hidrogeológicos o geotécnicos. El Instituto continuará la labor de gestión y tratamiento de la información geológica, con la creación y acrecentamiento de las bases de datos que permiten facilitar el acceso a las fuentes de información geológica, tanto españolas como extranjeras.

Asimismo, el ITGE seguirá participando en el incremento del conocimiento sobre las ciencias de la Tierra que se logra a través de la investigación básica, y seguirá realizando traba-

jos de investigación aplicada destinados a la protección y recuperación medioambiental, reequilibrio y gestión territorial, o conocimiento y aprovechamiento de materias primas minerales y de rocas.

—¿Qué tipo de relación mantiene el ITGE con el Ministerio de Medio Ambiente que lo tutela?

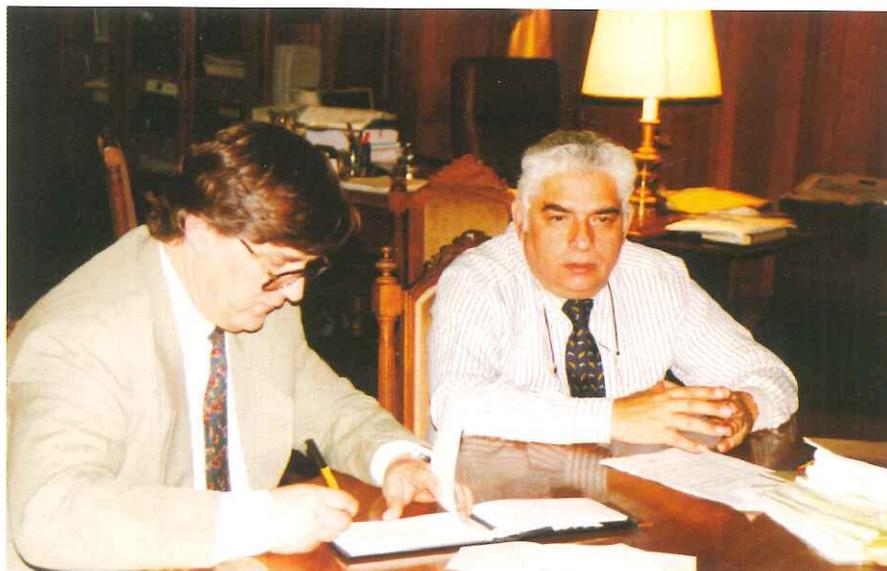
—En la nueva adscripción administrativa el ITGE es un organismo dependiente del Ministerio de Medio Ambiente, a través de la Secretaría de Estado de Aguas y Costas, con dependencia funcional de la Secretaría General de Medio Ambiente.

Los requerimientos de apoyo técnico que la Secretaría de Estado de Aguas y Costas y la Secretaría General de Medio Ambiente solicitan al ITGE, como depositario público de los máximos conocimientos en Ciencias de la Tierra aplicadas al suelo y al subsuelo, no desdican la función de Organismo Público de Investigación (OPI) que la Ley de Fomento y Coordinación General de la Investigación Científica y Técnica, conocida comúnmente como Ley de la Ciencia, atribuye a este Instituto. El ITGE está ligado en las actividades de I+D que coordina la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).

—¿Seguirá constituyendo el Mapa Geológico de España, Plan MAGNA, un objetivo básico del ITGE?

—Esta Institución nació precisamente para encargarse de la elaboración del Mapa Geológico de España. Se mantendrá una atención especial a este objetivo básico, continuando la confección de las hojas a escala 1:50.000. Una parte del mapa está aún sin terminar, mientras que otras áreas están cartografiadas hace más de 20 años. Es necesario terminar el mapa y actualizar las hojas más antiguas. También es necesario realizar hojas en una escala de mayor detalle así como otras hojas de síntesis, por sí mismo o en colaboración con otros organismos. De hecho algunas administraciones autonómicas están realizando mapas geológicos regionales a la escala 1:25.000. También se debe dar un cierto impulso a los mapas geológicos de escala 1:200.000 referidos a la plataforma costera, Plan Fomar.

Es asimismo importante continuar la elaboración de mapas temáticos, derivados de los mapas geológicos, y destinados a finalidades concretas y al



D. Emilio Custodio (dcha.) y D. José Luis Ordóñez (izqda.) en un momento de la entrevista.

uso por personas menos familiarizadas con los materiales y procesos geológicos. Entre los mapas temáticos están los mapas hidrogeológicos, aunque un hidrogeólogo, con algunas informaciones adicionales, lee perfectamente la hidrogeología sobre un mapa geológico. Estos mapas temáticos deben ser realizados según la demanda. La cartografía automática permite la superposición de capas de información y generar mapas temáticos « a la carta ».

—¿Qué recursos geológicos son considerados por el ITGE como esenciales? ¿Quizás el agua?

—El agua es muy importante en un área del Planeta, como es el territorio español, que presenta un clima semiárido en algunas partes de la Península y de las Islas. Este recurso natural, el agua, es conceptualmente la cuarta parte de la actividad del Instituto, y en la práctica es casi la mitad. Existen también otros recursos naturales de gran importancia, entre los que se encuentran los mineros, cuya puesta en valor está ligada a notables aspectos medioambientales.

Tanto por la adscripción al Ministerio de Medio Ambiente como por las exigencias de la sociedad española, el ITGE tendrá que volcarse en las actividades relacionadas con los materiales y fenómenos geológicos de especial significado en el campo ambiental. Pero eso no eliminará las investigaciones y estudios que incrementen los conocimientos concretos y sistemáticos del territorio desde el punto de vista geológico, de interés minero, de rocas or-

namentales, de factores esenciales para la ordenación del territorio, de la seguridad en minería, o del conocimiento y evaluación de los riesgos geológicos.

—¿Cuál es la aportación del ITGE al incremento del conocimiento sobre los materiales y los procesos geológicos existentes en el territorio español?

—España es una escuela de geología. En el territorio español la geología se ve. Cada año un gran número de estudiantes y graduados de universidades extranjeras vienen a conocer in vivo los materiales y los procesos geológicos que han estudiado en los libros. Esta investigación académica es muy importante para incrementar el conocimiento. El ITGE colabora en estas actividades y en su divulgación, así como en tesis doctorales y estudios básicos universitarios y de organismos públicos de investigación, facilitando su archivo y produciendo síntesis que recogen el incremento de conocimiento alcanzado y le dan mayor accesibilidad. El ITGE reúne esfuerzos y ayuda al contacto entre los diversos grupos de estudiosos y expertos que se interesan en la geología española.

Se tiene previsto revitalizar la Comisión Nacional de Geología, no para controlar y fiscalizar la actividad geológica que se desarrolle en España, sino para enriquecer las conexiones internacionales y dar soporte a las relaciones que permitan una mejor presencia española en los programas y trabajos geológicos transnacionales y dentro del propio país.

—¿Puede considerarse que estamos ante un relanzamiento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el ámbito de la geología española?

—No me atrevo a asegurar que se vaya a producir un despegue excepcional, sino un mantenimiento del impulso ya existente, y que es importante. Existe en España un gran nivel científico, y existe en el ITGE una buena representación de dicho nivel. Falta, no sólo para el equipo de este Instituto, sino para toda la geología española, que la tarea de investigación científica y técnica se vea reforzada con la suficiente disponibilidad de recursos económicos.

—¿Hemos superado en España las duplicaciones y multiplicaciones de esfuerzos por actuaciones coincidentes de los diversos organismos públicos de investigación?

—La Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología tiene como misión coordinar las actuaciones de los organismos públicos de investigación para que no se produzcan ni duplicaciones de esfuerzos ni un uso insuficiente de los recursos. El ITGE colabora favoreciendo el contacto entre los diversos investigadores, ya que la multiplicación de esfuerzos se produce, ante todo, cuando existe un fuerte aislamiento entre núcleos cerrados de investigadores.

Los mecanismos actuales de financiación que obligan a buscar fon-

dos en competencia en la CICYT o en la Unión Europea, promueven las relaciones y ayudan a compartir medios, además de promover una mejora científica y metodológica.

De todas formas, el trabajo sobre un mismo objeto por parte de varios equipos de investigación no se debe erradicar ya que ello favorece una sana y productiva competición y proporciona puntos de vista complementarios.

—¿Existen carencias en laboratorios y medios técnicos para desarrollar la investigación geológica adecuada?

—Contamos con un equipamiento bastante adecuado, ya que la Administración del Estado y las Universidades han realizado un esfuerzo considerable. En estos momentos el problema radica, sobre todo, en el uso que se hace de este instrumental. En las universidades existen equipos pero faltan personas, o falta una cartera de proyectos de investigación adecuada. En los organismos públicos de investigación se contabilizan pocas horas de uso de los aparatos. Lo ideal sería que los equipos instrumentales estuvieran trabajando 18 horas de cada 24. No es bueno que instrumentos de alto valor estén en producción 3 ó 4 horas cada día. De esta forma los aparatos alcanzan el límite de vida útil por el tiempo que ha pasado desde la adquisición y no por el uso intensivo al que han sido sometidos, y el coste real de la información producida es muy alto.

—¿Está suficientemente desarrollada la colaboración interdisciplinaria en la investigación?

—La tendencia a la estancamiento existente en los cuerpos técnicos de las administraciones públicas y en las universidades es menos fuerte en estos momentos de lo que fue en el pasado, aunque a veces surgen brotes recurrentes de estancamiento. Se tiende a mayor interdisciplinariedad. En hidrogeología, por ejemplo, hoy es normal que en las reuniones técnicas y simposios científicos participen personas muy diversas. Así por ejemplo no es raro que participen abogados interesados en conocer los asuntos más significativos y los enfoques y el lenguaje empleado. En el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos coexisten numerosas titulaciones diferentes, como geólogos, ingenieros de distintas especialidades y graduados en diversas materias científicas, incluidos economistas y licenciados en Filosofía.

Se va superando la escasa colaboración interdisciplinaria pero aún existen organismos anclados en el pasado, por el devenir histórico y por la forma de ser de las personas que los componen, pero se espera que sea algo que pronto desaparezca, quedando sólo la sana competencia. La actividad investigadora se debe basar más en la competencia específica de las personas que en la titulación ostentada.

—¿Qué situación poseemos ante la prevención de riesgos y catástrofes naturales?

—El ITGE desarrolla una labor importante en este campo, y colabora con el Instituto Español de Meteorología y con Protección Civil, aunque estas relaciones se deben intensificar aún más. El ITGE aporta el conocimiento sobre el comportamiento de los materiales y procesos geológicos, sobre el deslizamiento de laderas, inestabilidad de taludes, encharcamiento por subida del nivel freático, contaminación de fondos marinos, erosión de playas o riesgo vulcanológico. El riesgo sísmico es abordado con una buena relación con el Instituto Geográfico Nacional.

—¿Qué objetivos, programas y proyectos debe considerar el ITGE como prioritarios?

—Este Instituto tiene casi 150 años y se ha ido adaptando a circunstancias muy variables. Pienso que la identificación de finalidades no depende sólo





del carácter del director, como máximo responsable, ni de poner mayor o menor énfasis en unos u otros asuntos, sino que es fruto de una acción conjunta con el resto de sus técnicos.

Como Organismo Público de Investigación es importante centrar la actividad de investigación y desarrollo científico en la geología del subsuelo, en el conocimiento de los materiales y procesos geológicos del suelo y subsuelo terrestres, del agua en general y del agua subterránea en particular, y de la plataforma continental submarina.

Respecto a las aguas subterráneas, el ITGE debe desarrollar una labor hi-

drogeológica en sentido amplio. En este campo de actuación, como en todos los demás, se producen solapes con otros organismos y entidades públicas. Es necesario cooperar con la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, que forma parte de la misma Secretaría de Estado de Aguas y Costas y tiene el mismo nivel jerárquico que el ITGE, cada uno con sus misiones, de conocimiento y estudio por el ITGE y de administración y gestión por la DGOHyCA. Hace falta delimitar y cubrir los campos intermedios, para lo cual basta con diálogo fluido y voluntad de servicio.

En el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas, CEDEX, organismo público de estudio ligado al Ministerio de Fomento, existe un Centro de Estudios Hidrográficos que trabaja para el Ministerio de Medio Ambiente de forma fundamental, un Laboratorio de Costas muy desarrollado, y un Centro de Técnicas Aplicadas. También en este caso el ITGE y el CEDEX deben colaborar y coordinarse para considerar las situaciones de posible solapamiento y encontrar los campos de actuación común.

En relación con otros Organismos Públicos de Investigación de carácter Estatal, con Consejerías, Departamentos y Direcciones Generales de las Administraciones Autonómicas, o con centros universitarios, el ITGE siempre estará abierto a la colaboración y a la concertación de las actuaciones donde se produzcan responsabilidades e intereses compartidos.

—¿Se han logrado avances significativos en la modelación y cuantificación del conocimiento geológico?

—La modelación necesita basarse en datos cuantificados. La modelación permite probar hipótesis y descubrir las debilidades del modelo propuesto. La modelación es muy útil de cara a desarrollos prácticos.

En el campo de la hidrogeología se ha logrado una situación relativamente aceptable. Existen buenos equipos de investigadores con modelos propios de gran eficacia. Pero parte de estas investigaciones han trascendido aún poco al mundo de las empresas, tanto consultoras como ejecutoras de proyectos. En el campo de la geotecnia puede considerarse que la situación es más avanzada.

Pero no podemos olvidar, que en el ámbito de la Unión Europea, España es uno de los Estados con menor inversión en investigación y desarrollo científico. Esta falta de recursos económicos se traduce en la falta de personas, en la existencia de un número limitado de investigadores tanto en las universidades como en los organismos públicos de investigación. No es posible medir la investigación realizada utilizando sólo el número de artículos publicados en revistas de alto impacto; es necesario medir también los resultados del trabajo científico y de desarrollo realizado día tras día.

José Luis Ordóñez

# Los Barruecos, primer monumento natural de Extremadura

Pedro Muñoz Barco

Geólogo de la Universidad Complutense de Madrid (U.C.M. 1985). Jefe de Sección de Impacto Ambiental de la Dirección General de Medio Ambiente. (Junta de Extremadura).

*La declaración de «Los Barruecos» de Malpartida de Cáceres como Monumento Natural de Extremadura supone el reconocimiento de los valores geológicos de la zona, y una buena expectativa ante la futura declaración de otros espacios o puntos de interés geológico en esta región.*

*The proclamation as Natural Monument of «Los Barruecos» in Malpartida de Cáceres, mean the recognition of the geologic values in the area, and a good hope for the future statement of new similar areas or sites in Extremadura with interest in Geology.*

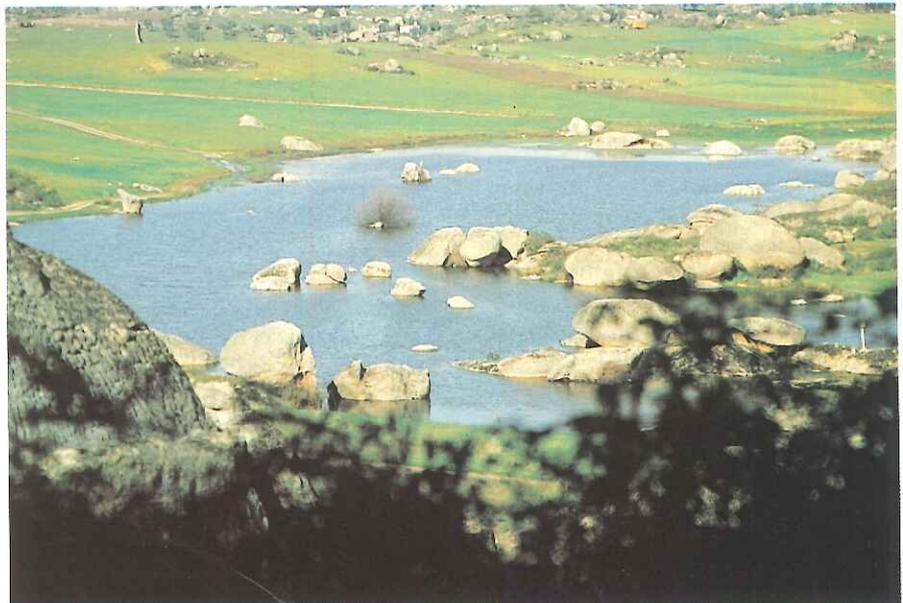
El pasado 19 de febrero de 1997 se celebró el primer aniversario de la declaración de «Los Barruecos» como espacio protegido, añadiendo uno más a la Red de Espacios Protegidos de Extremadura.

Dicha Red está compuesta por los Parques Naturales de Monfragüe y Cornalvo, la Reserva Natural de la Garganta de los Infiernos, el Monumento Natural de Los Barruecos y Las Zonas de Especial Protección de Aves (Z.E.P.A.S.) denominadas Sierra de San Pedro, Sierra Grande de Hornachos, Embalse de Orellana y Sierra de Pela, y Llanos de Cáceres y Sierra de Fuentes.

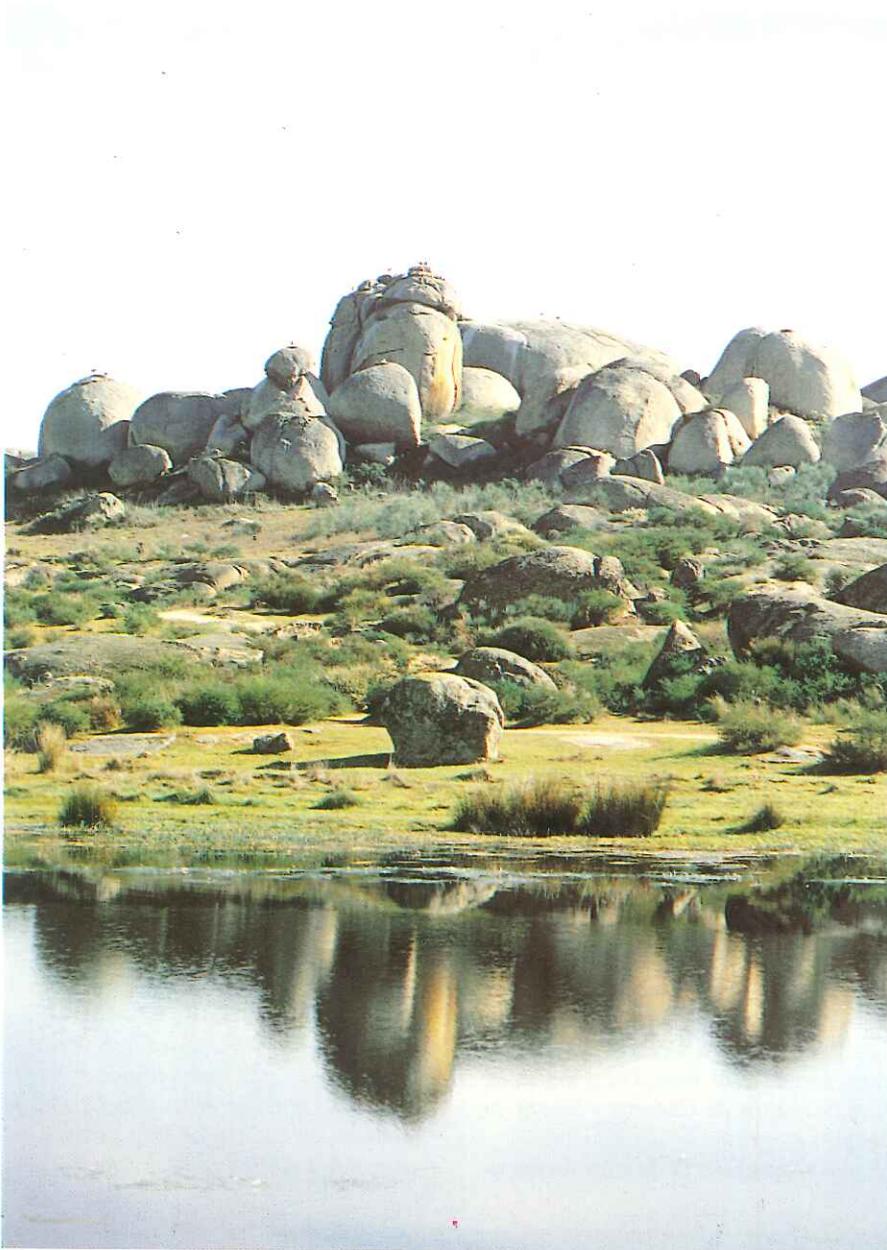
La Consejería de Medio Ambien-

te, Urbanismo y Turismo de la Junta de Extremadura, órgano ambiental competente, ha preparado una Ley de Espacios Protegidos que actualmente se encuentra en periodo de consultas y que una vez aprobada regulará la Declaración de los Espacios Protegidos, así como su Gestión y Manejo. Destaca en la nueva ley de importancia que se ha dado a la participación social en las distintas fases de estudio, declaración y gestión de Espacios.

La existencia de «espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza que merece ser objeto de una protección especial y de formaciones geológicas,



Charca del Barrueco de Abajo.



Panorámica del berrocal, con la charca del Barrueco de Abajo en primer término.

yacimientos paleontológicos y demás elementos de la gea que reúnan un interés por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos», tal y como es definida la figura de Monumento Natural en la Ley 4/89 de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres, es constatada en Extremadura a raíz del Inventario de Puntos de Interés Geológico que realizó el Instituto Tecnológico Geominero de España durante los años 1989-1990, dentro del Proyecto «Mapa de Monumentos Naturales de España» coordinado por J. J. Durán.

En alguno de los Espacios Protegidos ya declarados, las características

geológicas fueron determinantes para su elección, como es el caso de la Reserva Natural de la Garganta de los Infiernos, donde se encuentran «Los Pilones», formación geomorfológica de espectacular belleza, con una sucesión de marmitas de gigante que dan lugar a grandes pozas limitadas por cascadas (Lorenc, *et al*, 1995).

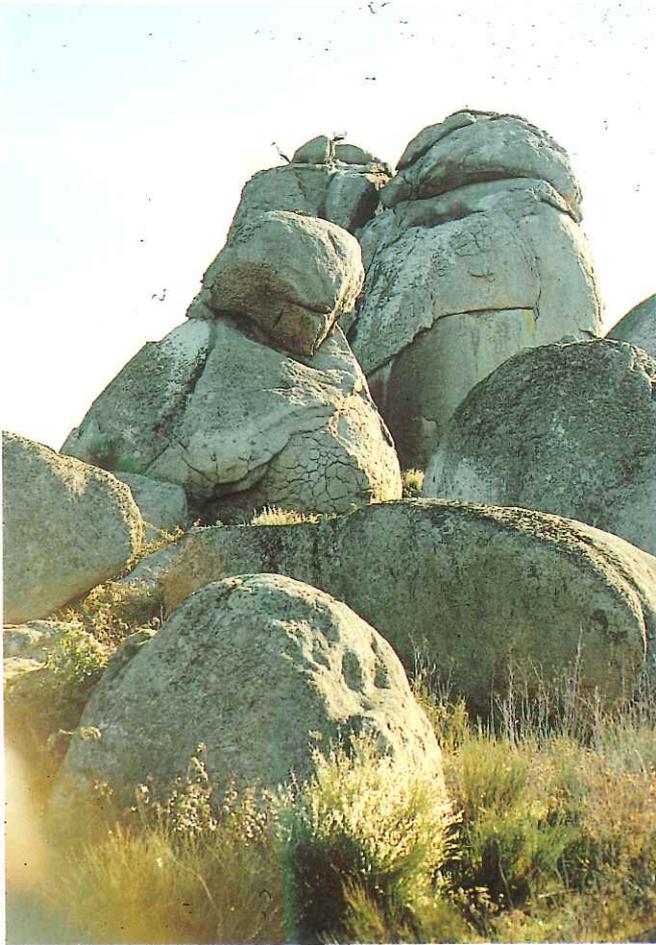
En cuanto a los Barruecos, desde hace varios años se reivindicaba su declaración como Monumento Natural (García Marquet *et al*, 1990) pero no es hasta 1996 cuando ésta se produce de hecho (Decreto 29/96 de 19 de Febrero); sorprendentemente, se producen protestas, movilizaciones y hasta la creación de una plataforma contra di-

cha declaración. Sorprende este rechazo porque se trata de un espacio que cumple con todos los requisitos para ser protegido, es decir, valores excepcionales, deterioro progresivo en los últimos años, además de los terrenos de propiedad municipal.

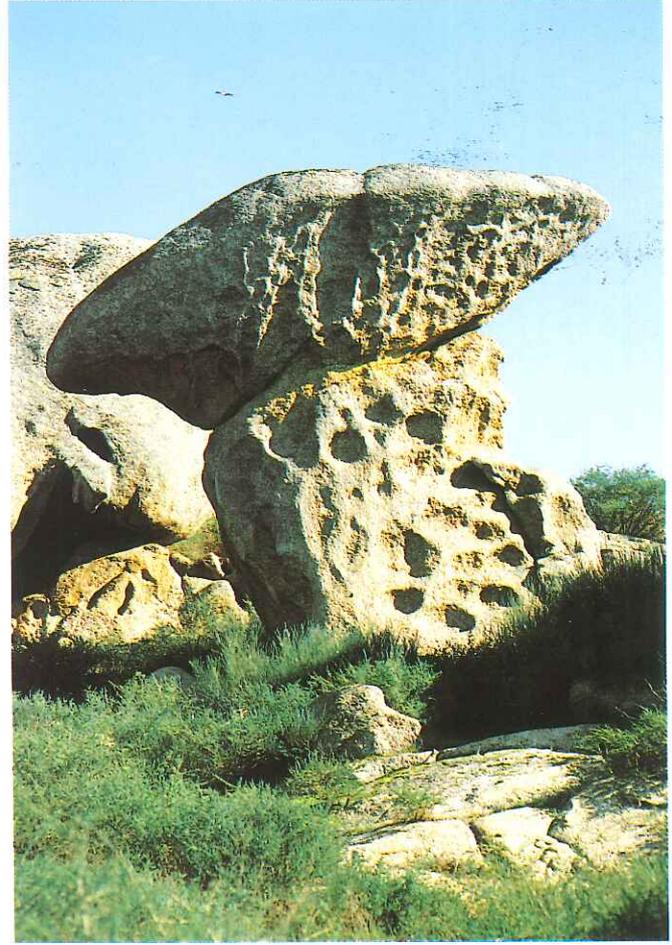
Las protestas han ido reduciéndose y prácticamente han finalizado pasado el primer año. Esto se ha conseguido con una buena campaña de sensibilización a la población, durante la elaboración del Plan Rector de Uso y Gestión, en el que se ha dedicado especial atención a la participación e información del conjunto social, manteniendo reuniones con todas las asociaciones y colectivos que pudieran tener relación con el Monumento Natural. Asimismo, se han organizado unas Jornadas de divulgación en las que han participado especialistas de distintas materias, impartiendo conferencias sobre los valores de la zona. Como acto final, al cumplirse el primer aniversario de la Declaración se realizó la visita de escolares de todos los pueblos de la Mancomunidad Tajo-Salor donde se incluye Malpartida de Cáceres, localidad en cuyo término se encuentran «Los Barruecos».

El acceso principal a la zona se realiza desde Cáceres por la carretera N-521, en dirección a Valencia de Alcántara hasta llegar al núcleo de población de Malpartida de Cáceres. Entrando en el pueblo hay que dirigirse hacia el sur del término por el camino del Lavadero de lanas que con un recorrido de tres kilómetros finaliza en «Los Barruecos». El territorio se encuentra perfectamente delimitado por sus características geomorfológicas que rompen con el paisaje monótono de la penillanura cacereña.

Se trata de un berrocal granítico de gran espectacularidad por el gran tamaño de los bolos y «de gran valor por la combinación de las microformas gestadas a partir de los bolos, que abarca prácticamente toda la tipología esparcida por afloramientos de semejante litología», según Gómez Amelia (1996). Esta autora describe formas mayores y menores y entre las primeras diferencia formas convexas (afloramientos) y cóncavas (alvéolos de meteorización) generados a partir de la combinación de fracturas verticales y horizontales, a través de las cuales penetran los agentes de meteorización y avanza la alteración, generando bolos



Formas mayores; al fondo, Las Peñas del Tesoro.



«Roca Seta» con tafonis.

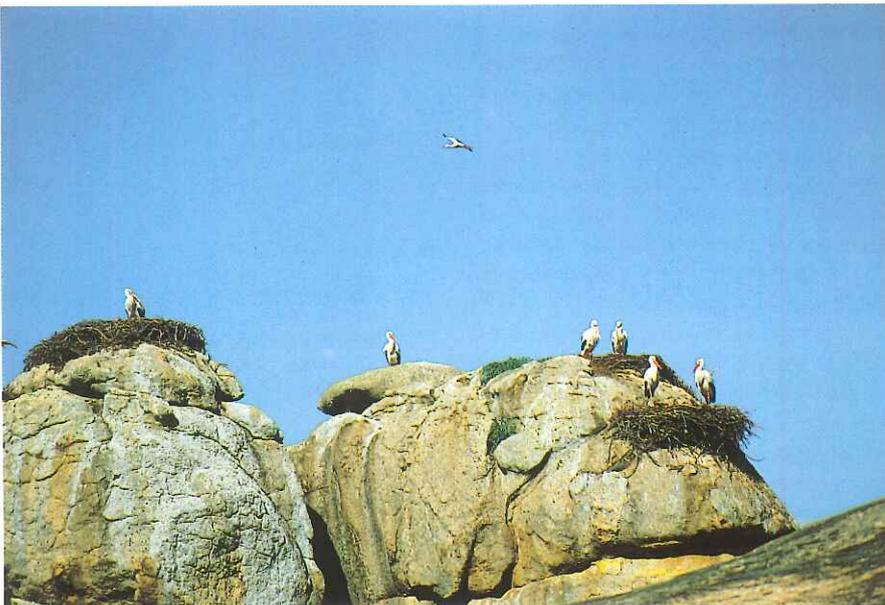
que se apoyan directamente unos sobre otros, una vez que ha sido evacuado el residuo alterado; un buen ejemplo de estas formas es la conocida como «peña del tesoro».

Cuando el espaciado entre fracturas verticales es grande, en lugar de bolos se moldean extensos canchares, superficies convexas o domos. Por el contrario si la densidad de la fractura-

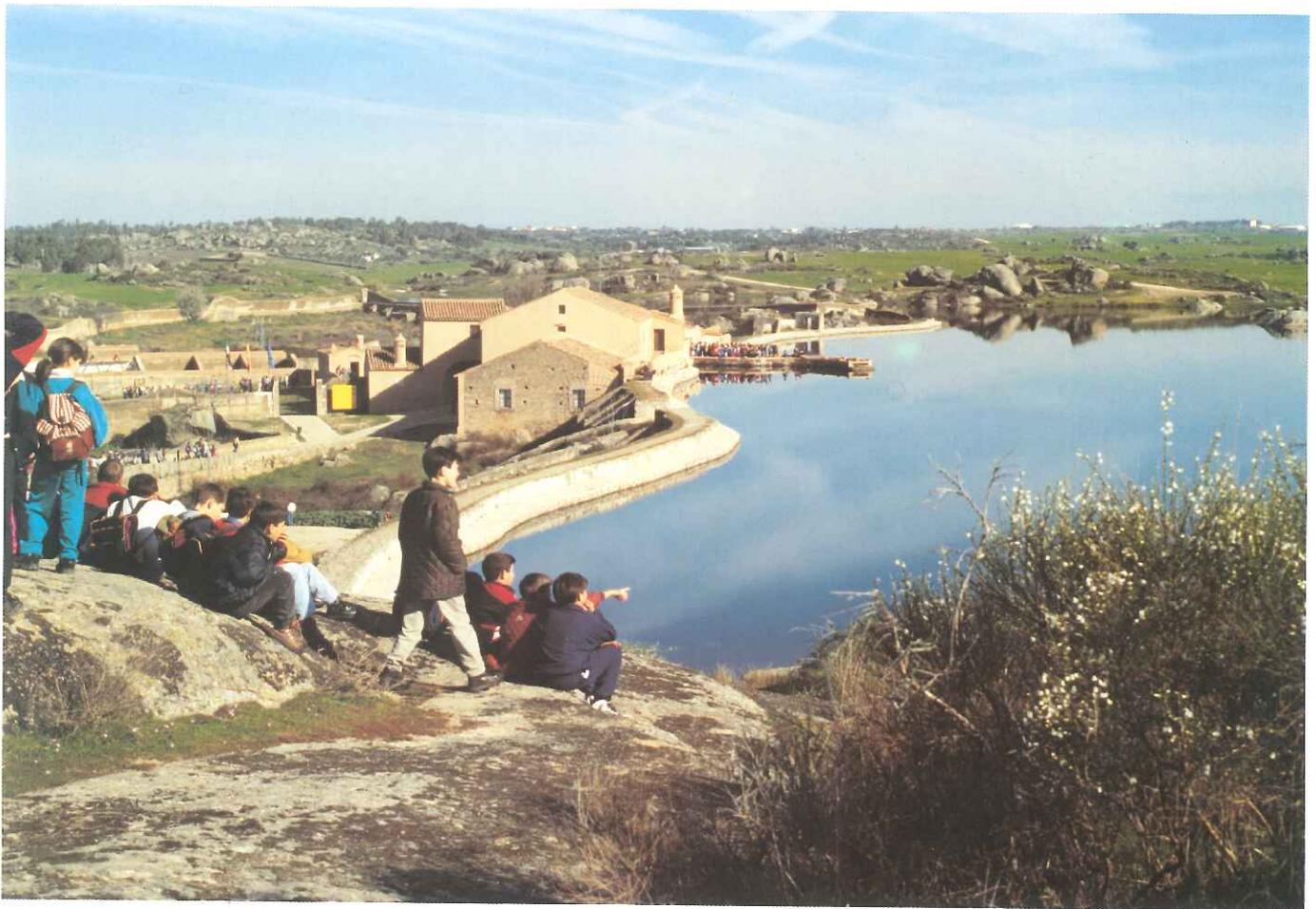
ción es muy elevada, la arenización se generaliza y se tallan depresiones arenosas que reciben las aguas de escorrentía.

Las formas menores se encuentran subordinadas a los bolos o sobre domos o superficies planas, y entre ellas se encuentran representadas prácticamente todos los tipos de microformas de morfología granítica: pilas (depresiones de tamaño centimétrico a decimétrico con formas circulares y rectangulares); tafonis (cavidades desarrolladas en las vertientes); vertientes abocinadas o formas llama (vertientes extraplomadas que pueden dar origen a rocas setas); pedestales (suponen inversión del relieve); superficies poligonales, bloques partidos y canales.

Además de los valores geológicos, «Los Barruecos» poseen otros valores complementarios que añaden importancia al espacio. Destacan la colonia de cigüeñas blancas, con unos 30 nidos construidos sobre roca y el paisaje acuático que determinan embalses, conocidos aquí como charcas, y creados tras la construcción de cuatro presas



Colonia de cigüeñas blancas.



Presa del Barrueco de Abajo y Lavadero de Lanás. Visita de escolares.

entre los siglos XVI y XIX para alimentar molinos harineros y un lavadero de lanas, de gran actividad durante la época de auge de la trashumancia en el siglo pasado.

Desde el punto de vista cultural, «Los Barruecos» conservan la huella que ha ido dejando el hombre. La existencia de un poblamiento prehistórico desde el Neolítico es constatable mediante la existencia de restos de pinturas rupestres y de abundantes grabados.

Existen también sillares y tejas romanas, así como un conjunto de enterramientos antropofórmicos del periodo altomedieval. A ello se une el citado lavadero con sus charcas y presas del periodo moderno y el Museo de Arte Contemporáneo Vostell, instalado en el edificio del antiguo lavadero y complementado con algunas esculturas modernistas al aire libre, entre los bolos graníticos, que despiertan opiniones para todos los gustos.

«Los Barruecos» siguen siendo aprovechados agrícola y ganaderamente, del mismo modo que siguen siendo visitados y se siguen practicando acti-

vidades habituales en la zona como la pesca o el senderismo, con la diferencia que tras la declaración del Plan Rector de Uso y Gestión se han establecidos unas directrices generales de ordenación y usos, y las actuaciones y disposiciones necesarias para salvaguardar los elementos naturales de la zona, así como facilitar su estudio, contemplación y disfrute, en la actualidad y para las generaciones venideras.

Durante el presente año se construirá un Centro de Interpretación para facilitar la información y divulgación del espacio y se dotará al Monumento de medios materiales y humanos para garantizar la vigilancia.

Asimismo, se están apoyando desde la Dirección General de Medio Ambiente todas las iniciativas particulares a desarrollar en «Los Barruecos», entre las que destaca la creación de empresas de turismo rural.

Esperemos que todas estas actuaciones hagan considerar su postura a los más reacios a la declaración de espacios naturales protegidos y animen, en este caso a la Junta de Extremadura,

a la declaración de nuevos espacios, especialmente monumentos naturales, que además de proteger el patrimonio geológico, servirán para acercar la Geología a la población y para estrechar el contacto con la Naturaleza, recurso no siempre bien aprovechado.

#### Bibliografía

- GARCÍA MARQUET, G; GARCÍA ALFARO, LL Y MUÑOZ BARCO, P. (1990): Los Barruecos de Malpartida de Cáceres: un espacio a conservar por sus características geológicas, culturales y faunísticas. *IV Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*. pp. 249-257.
- GÓMEZ AMELIA, D. (1985) *La Penillanura Cacerense. Estudio Geomorfológico*. Universidad de Extremadura.
- GÓMEZ AMELIA, D. (1996): Morfologías graníticas de «Los Barruecos». *Jornadas de Divulgación del Monumento Natural «Los Barruecos»*. Malpartida de Cáceres.
- LORENC, M. W; MUÑOZ BARCO, P y SA-AVEDRA, J. (1995): Marmitas de Gigante en el Valle del Río Jerte como ejemplo de erosión fluvial intensiva por remolinos e influencias tectónicas en su distribución y morfología. *Cuaternario y Geomorfología*, 9 (1-2) pp. 17-26.

# Cavidad kárstica y playa de Gulpiyuri (Asturias)

**Jaime Palacio Suárez**

Geólogo (U. C. Madrid, 1970), Hidrogeólogo (E.T.S.I.M., 1973), E.S.I.C. (Madrid, 1975). Fue Subdirector de Promoción Comercial y en la actualidad es Director de Investigación Geológica y Geología Aplicada de Informes y Proyectos, S. A. (INYPESA). Tesorero y miembro fundador de la Sociedad Española de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio (SEGAOT), Vicepresidente y Tesorero del Club Español de la Geología y Vicepresidente de la AEGAIN (Asociación Española de Geología Aplicada a la Ingeniería).

*Pequeña zona deprimida (Polje), rellena por arena fina, de gran singularidad y belleza. Es el resultado de la invasión marina de una antigua excavación kárstica en calizas del Carbonífero.*

*The karstic cavity and the Beach of Gulpiyuri (Asturias, northern Spain), are the result of the sea invasion into a old karstic cave, excavated in carboniferous limestone.*

## Descripción

Dentro del término municipal de Llanes y concretamente al norte de la localidad de Naves, se sitúa la pintoresca y peculiar playa de Gulpiyuri, que ocupa una extensión aproximada de unos 1.600 m<sup>2</sup>. Los arenales más próximos a ella son las playas de la Huelga al oeste y de San Antolín al este.

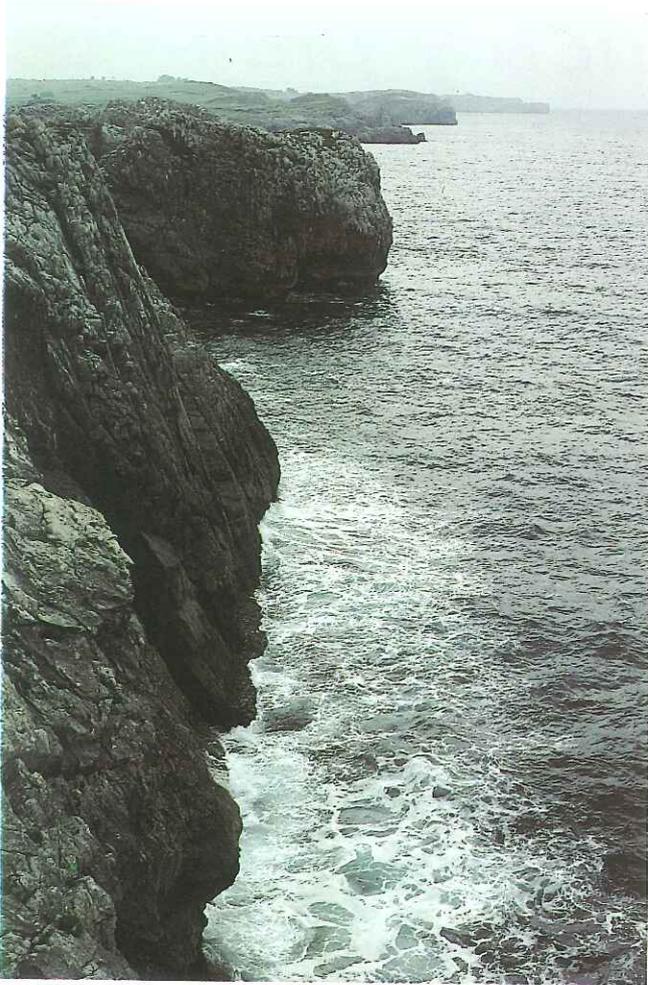
La cavidad kárstica y playa de Gulpiyuri como se la denomina, está incluida dentro de la Ruta Costera Oriental del Patrimonio Geológico del

Principado de Asturias (Elízaga *et al.*, 1980 y Elízaga *et al.* 1984 a y b).

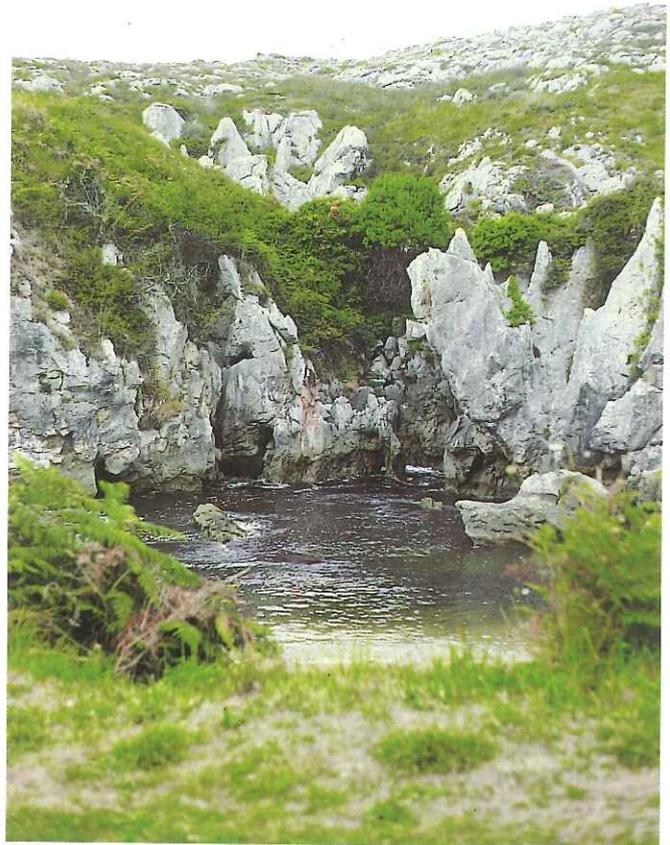
Esta ruta representa la zona costera de los Picos de Europa; es fundamentalmente agrícola y ganadera, con mucha actividad turística de temporada. Abarca desde Ribadesella hasta el Río de Tina Mayor. Se trata de una zona constituida esencialmente por materiales carbonatados del Carbonífero. En menor proporción aparecen materiales ordovícicos, como las cuarcitas del lado este de la playa de San Antolín, igualmente declarada Punto de Interés Geológico (Elízaga *et al.*, 1980).



Prados y cultivos de maíz que rodean la colina de Gulpiyuri.



Acantilados de «caliza de montaña» (Namuriense) al norte de la playa.



Comunicación de la playa con el mar a través del acantilado.

En general todos los lugares de interés que integran el Patrimonio Geológico de esta ruta, están situados al norte de la carretera de la costa (N-634) y a muy poca distancia de la misma (máximo 3 km) existiendo muy buenos accesos hasta las proximidades de cada uno de ellos. El interés fundamental dominante se centra en los aspectos geomorfológicos de influencia marina, como rías, playas, rasas, acantilados o kárstico-marina, como es el caso de Gulpiyuri.

El rasgo más característico de la misma es su situación en una pequeña zona deprimida rellena por arena fina, que representa el resultado final de la invasión marina de una antigua excavación kárstica enclavada en la caliza carbonífera.

En la actualidad, esta pequeña y original depresión arenosa, única por sus características a lo largo de la costa asturiana y de excepcional belleza y singularidad, aparece rodeada por pra-



Formas de disolución en las calizas carboníferas. Al fondo, la arena de la playa.



Aspecto parcial de la dolina y playa de Gulpiyuri.

derías y tierras de cultivo, accediéndose a ella por un camino vecinal practicable en automóvil, aunque con cierta dificultad. A este último se llega, a su vez, partiendo de Naves o bien de una desviación de la carretera de bajada a San Antolín.

El límite septentrional de la playa está constituido por una muralla rocosa calcárea, alineada en dirección E-W y que alcanza una altura máxima del orden de 25 m, sobre la base de la misma. A su pie existe un estrecho conducto de origen igualmente kárstico, que pone en comunicación el arenal con el mar abierto, permitiendo por

una parte el acceso desigual e intermitente de este último durante las mareas, e impidiendo por otra la acción del oleaje sobre la misma, lo que la convierte en una agradabilísima ensenada de aguas tranquilas abrigada de los temporales.

El entorno de la playa representa los últimos vestigios de una antigua rasa de origen marino excavada en la denominada «Caliza de Montaña», y hoy totalmente degradada como consecuencia de un proceso intenso de karsificación, favorecido por el carácter de los materiales y por la existencia de alineaciones preferentes de disolución

a favor de diaclasas y planos de estratificación.

El abandono final de la circulación kárstica en el canal de comunicación de la playa con el mar abierto, junto con una ligera elevación póstuma del nivel marino, va a permitir finalmente la penetración de la arena en la misma procedente del exterior, así como un retoque y ensanchamiento de la cavidad de salida original como consecuencia de la acción conjunta de las mareas y del oleaje. La influencia de este último será especialmente notoria en la porción más externa de dicho conducto.

#### Bibliografía citada y recomendada

- BARROIS, Ch. (1882). Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice. *Mém. Soc. Géol. Nord*, 2 (1), 630 p., Lille.
- ELIZAGA, E., ABRIL, J., DUQUÉ, L. C., GARCIA SALINAS, F. y MURCIA, V. (1980). Los puntos Geológico-Mineros de interés singular como patrimonio natural. Su inventario y metodología de estudio. *Comunicaciones de la I Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, Santander. Mayo 1980, 437-457.
- ELIZAGA, E., GONZALEZ LASTRA, J. PALACIO, J. y SANCHEZ DE LA TORRE, L. (1980). *Inventario Nacional de Puntos de Interés Geológico. Sector Occidental de la Cordillera Cantábrica (vertiente Septentrional)*. Inédito. IGME.
- ELIZAGA, E., PALACIO, J., SUAREZ DE CENTIL, C. y VALENZUELA, M. (1984a). *Inventario Nacional de Puntos de Interés Geológico. Sector occidental de la Cordillera Cantábrica (vertiente Septentrional. Ampliación de Asturias)*. Inédito. IGME.
- ELIZAGA, E., PALACIO, J., SUAREZ DE CENTIL, C. y VALENZUELA, M. (1984b). *Proyecto de Catálogo de los Puntos de Interés Geológico de la Comunidad autónoma del Principado de Asturias*. Inédito. IGME.
- ELIZAGA, E., PALACIO, J., SUAREZ DE CENTIL, C. y VALENZUELA, M. (1985). *Estudio de Protección de los Puntos de Interés Geológico de la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias*. Inédito. IGME.
- FERPER PEGALES, M. (1960). *La región costera del oriente asturiano*, IDEA, 207 p. Oviedo.
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1957). Las «Rasas» de la costa cantábrica en el segmento oriental de Asturias. *INQUA. V. Congreso Internacional*. Oviedo.
- ICONA (1976 y 1977). *Inventario Nacional de Paisajes Sobresalientes*. Monografías 6 y 11, M.<sup>o</sup> Agricultura.
- ICONA. *Inventario abierto de Espacios Naturales de Especial Protección*. Asturias. Inédito.
- IGME (1969). Mapa Geológico de España, E. 1:50.000 Hoja n.º 31 (Ribadesella), 1.ª serie.
- IGME (1971). Mapa Geológico de España, E. 1:200.000. Hoja n.º 3 (Oviedo).
- MARY, G. (1971). Les formations quaternaires de la côte asturienne (Espagne) entre Ribadesella et Comillas. *Bull. AFEQ.*, 2, 111-118.

# Emilio Aragón contra el volcán

por Marc Martínez

La crisis de ideas de los guionistas de Hollywood ha llevado a desempolvar viejos éxitos televisivos, del cine europeo y al renacimiento del género del cine catastrófico, magnificado con los nuevos efectos especiales.

«Un pueblo llamado Dante's Peak» ha sido dirigida con eficacia por Roger Donaldson, director todo-terreno neozelandés, que tanto dirige un thriller resultón («No hay salida»), una película de marcianos («Species»), una histórica («Motín a bordo») como un bodrio («Cocktail») sin despeinarse.

La película narra las vicisitudes del vulcanólogo Dr. Harry Dalton (Pierce Brosnan), sosías de otro doctor más famoso, Nacho Martínez (Emilio Aragón), *ese médico de familia*. Es un hombre responsable donde los haya, que vive con el terrible recuerdo de haber perdido a su novia por el impacto vil de una bomba volcánica (y ya se sabe que todas las bombas son malas). Sin embargo, ha superado ese trauma. No fuma, hace ejercicio, no tiene casa, es trabajador, no suele decir tacos (sólo uno a su jefe, y merecido) y de paso salva perros, ancianas seniles, niños, hombres desvalidos y hermosas mujeres divorciadas, además de alertar de la inminencia de la erupción. Es, sin dudar, un *vulcanólogo de familia*, seduciendo al final a la chica y a su familia, formada por dos encantadores retoños.

Para llegar a tan idílico y nada sorprendente final, nuestros héroes deben superar una serie de obstáculos, dignos de «El juego de la oca». Así, en su particular descenso al Infierno, como Dante en su *Divina Comedia*, navegan por un lago acidificado, atraviesan una colada con un todo-terreno (con el que continúan circulando), echan una carrerita a una nube de piroclastos de aviesas intenciones y sobreviven al derumbamiento de una mina.

Y todo ello es debido a que un volcán (que recuerda al Fujiyama), dotado con un curioso sentido del humor

(toque del guionista) decide acudir a la fiesta del «Día del Pionero» sin invitación. Le resulta indiferente que el pueblo sea un idílico lugar para vivir y que todos sean anglosajones (no recuerdo a ningún negro o hispano en la película). Como fuerza indomable de la naturaleza, y con esa socarronería añadida, decide agasajar al pueblo en ese día tan señalado con terremotos, explosiones, lluvia de ceniza, hundimientos de edificios, de puentes, de iglesias, coladas, riadas, nubes de piroclastos y demás desgracias, recreadas convincentemente por los efectos especiales, no dejando piedra sobre piedra. Además, deci-



Cartel anunciador de la película *Dante's Peak* en un cine de la Gran Vía de Madrid.

de dar lecciones de moralidad a nivel particular; castiga a una pecadora pareja que se baña desnuda, achicharrándolos en un jacuzzi natural, también al inversor insolidario, al regidor pesetero y al piloto codicioso (estrellándose juntos en un helicóptero), así como al jefe incrédulo, arrastrado por una riada y dejándole al intrépido vulcanólogo una apetecible vacante con posibilidades de promoción laboral.

Pero a pesar de tan arduo esfuerzo, el volcán no puede vencer a la inquebrantable unidad de la familia americana, a la Religión (ya que el niño lleva una cadenita con un crucifijo), a la Administración Americana y su buen hacer y al Ejército, vigía constante del bienestar común.

¿Y por qué tiene tan malas inten-

ciones el volcán? Sin duda su nombre puede arrojar alguna luz -Dante's Peak; ¿qué se puede esperar de un volcán con nombre de un europeo, italiano, intelectual y humanista (o sea, un *comunista*)?

El campo profesional merece una opinión aparte. Los medios de los que disponen las instituciones públicas (todo tipo de tecnología, robots...) llevan de la incredulidad, al desespero, lloro y por fin al pataleo. ¡Es que tienen de todo! El equipo de geólogos del Instituto Geológico (Americano, *of course*) es muy variopinto, desde un oriental, a un cafeínomano, una chica y un hortera con camisas estampadas de figuritas inverosímiles. No obstante se deja traslucir en la película que tampoco allí tienen muy clara la labor de un geólogo, ya que la confunden con la realizada por el Señor Spock en la nave estelar *Enterprise*.

También indicar que la película ha gozado del asesoramiento de tres doctores -Lockwood, Harwood y MacDermond-. Cabe añadir que en algunos cines, y como *aperitivo*, proyectan el anuncio de una conocida compañía petrolera española protagonizado por un geólogo deambulando por la selva colombiana.

Para concluir, «Un pueblo llamado Dante's Peak» resulta una amena distracción, un típico producto de emociones y sustos, con aceptables efectos especiales y un buen ritmo, aunque de rápida digestión y olvido.

Una recomendación: conociendo el previsible final de los héroes, resulta más entretenido especular y apostar qué actores secundarios se va a merendar la frenética actividad del maleducado volcán.

**Ficha técnica:** UN PUEBLO LLAMADO DANTE'S PEAK (DANTE'S PEAK). Director: Roger Donaldson. Intérpretes: Pierce Brosnan, Linda Hamilton, Jeremy Foley. USA. 1996.

# Toda España es Dante's Peak

por Juan José Durán Valsero

No exagero. Eligiendo cualquier punto al azar del territorio español, existe una probabilidad altísima de que en ese lugar o su entorno inmediato pueda producirse algún tipo de proceso geológico activo susceptible de causar grandes pérdidas económicas o de vidas humanas.

Casi la mitad de la superficie nacional iguala o supera la intensidad de VI en la escala MSK, deducida de los sismos históricos registrados. Decenas de millones de personas aguardan, sabiéndolo o sin saberlo, el percibir cualquier día una sensación como la que los lucenses han conocido hace escasas fechas, palpando de cerca el amargo sabor del miedo cuando la tierra tiembla.

Alrededor de 10.000 personas han perdido la vida en España durante el último siglo y el presente a causa de las inundaciones, auténtico azote del litoral mediterráneo, no ausente sin embargo en muchos otros puntos de la geografía española. Valga el dramático ejemplo de Biescas, cuyo eco aún resuena en la opinión pública, como muestra de lo dicho. Ha habido que pagar este trágico tributo, vital y económico, para que el Senado español haya creado una Comisión Especial para el estudio de medidas que se pueden tomar frente a este tipo de catástrofes naturales. Y decir *naturales* es no ser objetivo. Gran parte de la culpa —por no decir toda—, la tiene el hombre, la tenemos todos. Estamos empeñados en no querer convivir armónicamente con el territorio, con el medio físico, con la Naturaleza.

Tampoco España está exenta de su Dante's Peak en el más estricto de los sentidos: el riesgo volcánico es real en ciertos lugares; el más evidente es el archipiélago canario, pero no el único. Ahí están para demostrarlo las erupciones recientes (la última hace tan sólo 9.000 años, hoy mismo en términos geológicos) de la comarca volcánica gerundense de La Garrotxa. En alguna de las Islas Canarias aún se

conserva perfectamente en el recuerdo lo que significa abandonar un pueblo ante una erupción volcánica.

Pero no todos los peligros naturales son tan conocidos como los terremotos, las erupciones volcánicas o las inundaciones. Ahí están los deslizamientos y los desprendimientos rocosos, por los cuatro costados de la piel de toro, como una lacra sangrante para

exótico fenómeno: en 1755 un tsunami assoló las costas de Cádiz, causando entre 1.000 y 1.500 víctimas mortales.

En la película que da pie a este comentario, el *bueno* es un geólogo del *Geological Survey* de los Estados Unidos de América. Deslumbra su capacidad de actuación: medios técnicos, incluyendo helicóptero, robot, ordenadores, sensores variados, modernos vehículos



Hundimiento del paseo marítimo de Fuengirola (Málaga), causado por la combinación de una inundación y el fuerte oleaje.

nuestra economía. A veces, algo más: como en Azagra (Navarra), en 1874, donde 100 habitantes perdieron la vida; o en Olivares (Granada), donde en 1986 un gran deslizamiento causó pérdidas económicas evaluadas en 1.000 millones de pesetas de entonces.

No quiero dejar de añadir también —por si el panorama aún fuera escaso— el riesgo de tsunamis, esas olas gigantes provocadas por movimientos sísmicos con epicentro en el océano. Tampoco nos libramos en España de este

de apoyo; un surtido grupo de profesionales, con amplia experiencia internacional; rapidez y fluidez a la hora de contratar o adquirir productos y servicios necesarios para el buen funcionamiento del equipo. En el otro lado de la balanza, las autoridades locales, más preocupados de no espantar a los turistas o a los inversores que de avisar y poner a salvo a los ciudadanos y sus bienes. Seguro que lo malo lo sabemos copiar aquí, pero una duda me corroe: ¿y lo bueno?

# Angel Martín Serrano: La plástica del continente blanco

Juan José Durán Valsero

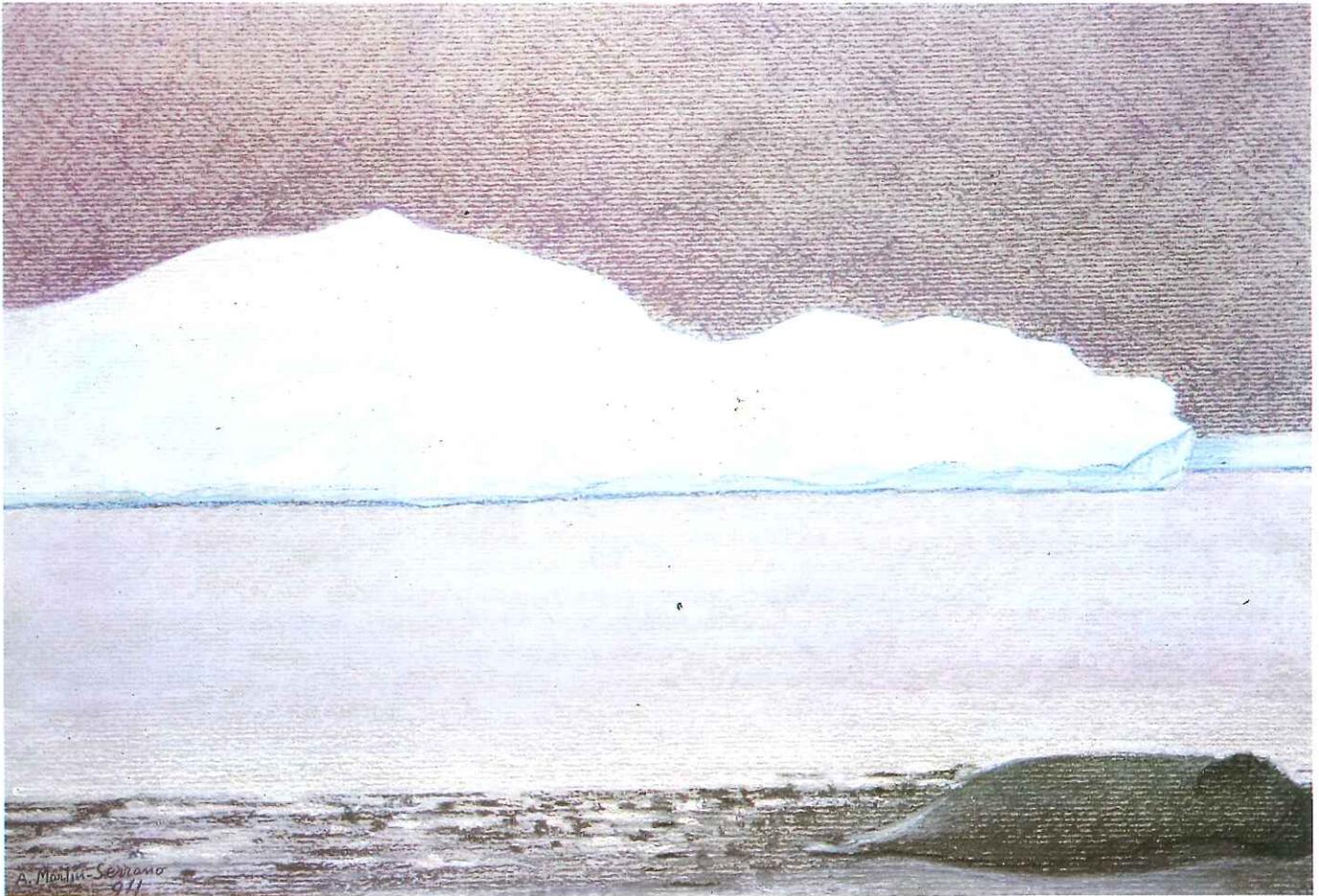
No existen demasiadas personas que hayan tenido un contacto directo, una experiencia personal y propia en la Antártida, el continente blanco por antonomasia. De esas, no todas han sido o son investigadores, de entre los cuales tan sólo una parte son geólogos. Y de estos últimos, posiblemente uno de los pocos, por no arriesgarse a decir el único –aunque, eso sí, el único que yo co-

nozco...– que conjuga la capacidad de una visión geológica de los helados paisajes australes, con una extraordinaria habilidad manejando el lápiz y los pinceles, es Angel Martín Serrano. Posiblemente, una anécdota sea más ilustrativa a la hora de descubrir el lenguaje pictórico de Martín Serrano que una sesuda crítica de su arte.

La primera vez que vi sus obras, inspiradas en las tierras y en los hielos



Calma.

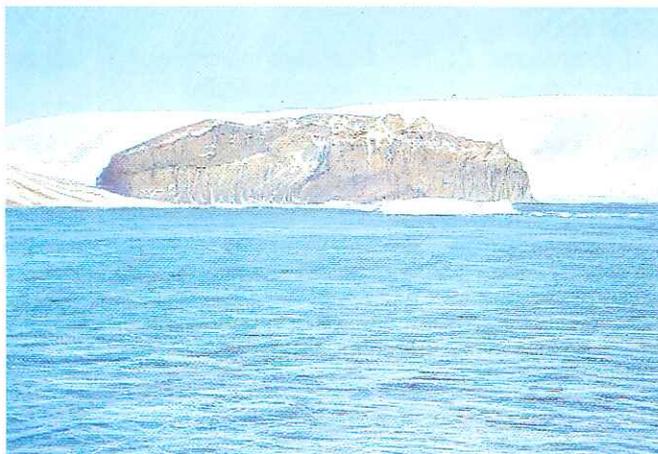


Crepúsculo con focas.

de la Isla James Ross, en el extremo nororiental de la Península Antártida, lo hice proyectando unas diapositivas tomadas directamente de los originales. Cuando miraba y remiraba los trazos de pastel al óleo que conformaban solitarios icebergs, glaciares que llegaban al gélido mar o inmensidades de tierra y piedras oscuras fugazmente liberadas, durante el

verano antártico, por el hielo, una de las personas que contemplaba igualmente las diapositivas exclamó: «¿Quién realizó esas fotografías de la Antártida?». Entonces, no necesité volver a mirar las imágenes proyectadas; me dí cuenta que, efectivamente, Martín Serrano no vió la Antártida sólo como es; le añadió, un toque personal, animando lo inanimado,

relatando vivencias propias, añadiendo algún elemento vivo –alguna foca, poca cosa más– haciendo planear una sombra de la presencia del Hombre. Un pintor capaz de engañar al ojo humano es, ante todo, un buen pintor. Pero un pintor que mejora la grandiosidad y la belleza del paisaje antártico es, desde luego, un pintor magnífico.



La isla Carlson: mañana veraniega.



La tienda de Facundo y el colorado.

# Sobre intervenciones artísticas en y desde la naturaleza: Arte povera, land, earth y ecológico

Pedro Pablo Azpeitia

Crítico de Arte

## Introducción

Han sido muchas las formas en las que los artistas se han enfrentado a la naturaleza, a sus entornos próximos o lejanos. Para realizar un análisis completo sobre las posibilidades que presenta este punto de partida común harían falta, por lo menos, tres enfoques diferentes que atendieran: primero a la pura representación de un estímulo que proviene de la naturaleza como es el paisaje (aquí habría que realizar distintos incisos sobre las intenciones cambiantes en la historia del arte y su representación del paisaje); segundo a la incorporación directa de materiales tomados físicamente de la tierra (del suelo) y de los organismos animales o vegetales útiles para esas actividades (incluirlíamos una evolución desde los pigmentos o la misma arcilla a los añadidos sin manipular, es decir, sin que se sometan a los típicos procedimientos pictóricos o escultóricos); y tercero a las intervenciones sobre el paisaje que ya se escapan completamente de los soportes establecidos y que rompen con muchas de las visiones que pretenden reducir las propuestas artísticas a la exposición de unas piezas durante un tiempo determinado en una sala acondicionada para tal efecto.

Sobre los dos primeros enfoques basta echar un vistazo a ciertas nociones presentes en el arte de cualquier época. A nadie extrañará el escuchar que la pintura paleolítica tiene un profundo sentido naturalista. Es cierto. Lo que presenta —sobre todo animales— resulta de la observación muy atenta de la naturaleza, además de estar realizado con materiales que se extraen de la misma (tierras, minerales, grasas, resinas, etc.). Y no es raro si tenemos en cuenta la integración del ser humano con su entorno en estos estadios de la cultura. Mucho después, en el Renacimiento, se busca una síntesis de elementos que reproduzcan cómo se sitúan los volúmenes en un espacio

posible, así que comienzan a introducir, por ejemplo, atmósferas que se ajustan mejor a las que, efectivamente, podemos hallar a nuestro alrededor.

La pintura barroca comienza a independizar el paisaje que ya no sólo funcionará como fondo de otro asunto, sino como tema con la suficiente relevancia para sustentar un cuadro por sí mismo. Este proceso de independencia culminará en el siglo XIX, de manera muy especial con los impresionistas, Monet a la cabeza, que intentan recibir una impresión objetiva de la naturaleza y transmitirla a la obra, con todos los matices de luz y de tiempo (incluso en el sentido atmosférico). Se conquista el instante, pero a la vez se llega a aproximaciones mucho más visuales al entorno. Otro ejemplo, ya dentro del siglo XX, sería Dubuffet, pongamos por caso, y sus texturologías. Pintaba vistas del suelo en una perspectiva cenital a noventa grados. Parecían cuadros completamente abstractos (informalistas al no aceptar los órdenes de composición) y, sin embargo, apuraban al máximo los estímulos que observaba el artista al contemplar la riqueza de un lecho terroso con materia orgánica incorporada. Dubuffet ha sido calificado, precisamente por estas cuestiones, como «el anarquista del suelo».

## Land art

Decíamos que una obra de arte no tiene por qué reducirse a la clásica pintura o escultura que habitualmente contemplamos en las salas de exposiciones. Ni mucho menos. Por eso dedicamos una mayor atención a propuestas que escapan precisamente a esos límites. El término *land art*, acuñado en el año 1969, tras la gran exposición *Gal Shum* de Berlín y Colonia; se refiere a aquellas obras que renuncian al estrecho marco de la galería o el museo y son realizadas en un contexto natural, ya sea un desierto, una montaña, un campo, el mar o cualquier



Gernika. El bosque pintado de Oma (Vizcaya), o «Bosque Animado», de Agustín Ibarrola.

otro. Suele ser considerado como una réplica anglosajona y monumentalista del arte *povera* europeo, del que hablaremos más adelante. Los criterios más técnicos consideran que el *land art* es un estadio intermedio entre el arte de tipo objetual y el arte de concepto que busca el predominio de las ideas por encima de la materialización física de éstas. En otro apartado se explicará más detenidamente este aspecto que también afecta al *arte povera*.



La Tierra vista desde el espacio.

Hablamos, por tanto, de unos objetos artísticos que son diferentes a los habituales y que parten de un espacio natural que luego se ve sometido a modificaciones por parte del artista o, simplemente, a la selección de fragmentos dentro de estos espacios. Los artistas excavan tumbas, trazan largas líneas de yeso sobre el terreno o apilan piedras, generalmente en rincones alejados y despoblados. Resulta curioso pensar que al concebir una obra de estas características deben tenerse muy en cuenta los cambios que sufrirá a causa del tiempo (erosión geológica, cambio de estaciones, agentes meteorológicos, etc.). Y, desde luego, el hecho de que se trate de obras efímeras que van desapareciendo poco a poco. Se hace imprescindible la ayuda de la fotografía, vídeos o televisión para que recojan la experiencia y la mantengan viva tal y como se pensó en primera instancia. Pensemos que no son trasladables de un lugar a otro y que lo único que quedará de ellos serán los documentos que se hayan completado sobre el terreno.

No cabe duda de que las sociedades mecanizadas e industrializadas encuentran en el *land art* una nueva forma de expresarse y reivindicar un cierto retorno a la naturaleza. En este sentido se le atribuye un tono contracultural, aunque no con los clásicos matices intuitivos y espontáneos, sino desde una perspectiva marcadamente intelectual. Andaríamos próximos a las propuestas ecologistas, pero con algunas distancias que se deben, sobre to-



Velas que arden: Arte povera.



Arte parietal paleolítico en la Cueva de la Pileta (Málaga).

do, al menor contenido crítico de la tendencia. Parece que en vez de poner de manifiesto la violación de la naturaleza en nuestro contexto social próximo se busquen paisajes lejanos menos comprometidos. Es un fenómeno que afecta mucho más a los análisis visuales que a la transformación de nuestras ideas sobre el asunto. Uno de los más conocidos artistas *land*, Mike Heizer, decía que los documentos efímeros en lugares no transitados por los seres humanos (vacíos, silenciosos, incluso religiosos) protestan contra la artificiosidad del mundo de la gran ciudad, la estética del plástico, del metal y su pulida perfección, y también contra el utilitarismo del arte. Ni que decir tiene que esas piezas artísticas presentan evidentes dificultades para su comercialización, cuando no hablamos de una completa imposibilidad de acceso para el gran público.

### Earth art más un ejemplo extremo

Respecto al *earth art*, también conocido como *earthworks*, lo consideramos como un término intermedio que nos servirá para denominar las dos corrientes más amplias que trabajan directamente sobre la naturaleza (*land* y *povera*). En concreto, la palabra procede, como el caso anterior, de los Estados Unidos. Y casi resulta un simple intento por crear sinónimos que definan de manera un poco menos rígida, con mayor amplitud, los

criterios sobre los que estamos tratando.

Si hablamos de la Tierra (con mayúscula) podríamos llegar hasta el extremo con las teorías de artistas como McLuhan. Acuñó una famosa frase en la que se refería a nuestro planeta y al momento en que lo consideraremos ya no como el lugar donde habitamos los seres humanos, sino como lo que es en definitiva: un satélite. Y se convertirá así en el futuro en una obra de arte. Porque, al fin y al cabo podríamos entenderlo de esa manera, ya que se trata del resultado complejo de una intervención humana a lo largo del tiempo (mucho tiempo). Otra cosa sería que dicha intervención haya sido realizada con criterios que contemplemos desde el punto de vista artístico; pero, por lo menos, ahí quedan apuntadas algunas de las posturas más globalizadoras o que más quieren ampliar el campo de intenciones en el campo que nos ocupa.

### Arte povera

Ya centrados en Europa, la tendencia que sin duda ha aportado mayores logros en estos niveles de intervención y comunicación se conoce como *arte povera*. El nombre resulta bastante revelador de algunos de los propósitos que persigue, puesto que los materiales que suele utilizar son humildes, pobre, incluso de desecho. Casi nunca tienen nada que ver con procedimientos industriales y muchas

veces entran dentro de lo que consideramos «materiales encontrados». A los artistas *povera* no les preocupa tanto el problema de la forma, sino de lo que se desprende de ésta. La tratan como una materia que en ocasiones está viva.

Técnicamente decimos que se encuentran a caballo entre el arte objetual y el conceptual, es decir, siguen manteniendo la presentación de determinados objetos para que reflexionemos sobre ellos y, sin embargo, importa más el discurso que se deriva de estas reflexiones y, por tanto, los conceptos que nos transmiten sean cuales sean, aunque debemos puntualizar que se refieren en muchos momentos al arte y nuestra manera de entenderlo. Se ve muy claro en determinadas obras, por ejemplo cuando trabajan con minerales o vegetales y ponen las condiciones adecuadas para que se vayan transformando durante la exhibición. De este modo se pone de manifiesto toda la capacidad y energía transformadora que poseen. Una obra *povera* muy simple podría ser una vela que arde, sin más. Procede de la naturaleza, es algo próximo, y la situamos en un estado inestable (se está quemando).

Sirve entonces lo que vemos —nuestra percepción—, el pensamiento inmediato que produzca y todo lo que sobrevenga a las referidas transformaciones que vaya sufriendo la pieza, esto es, el proceso que la modifica. También debe tenerse en cuenta que este tipo de materiales aluden a dife-



Grietas de desecación.

rentes sentidos. Además de la vista es probable que intervengan el olfato y el tacto, especialmente en los extremos en los que la materia orgánica se descomponga.

Sociológicamente el *arte povera* reacciona contra el mundo tecnológico. Se pretende que los espectadores cuestionen las situaciones estéticas sociales o ambientales que suelen tener las cosas. Que, por lo demás, son objetos cotidianos. Aparte de que invita a una experiencia creativa en cualquier situación y con los medios más insignificantes. A cualquiera. Puedes tomar algunos objetos encontrados próximos, seleccionarlos, distribuirlos y presentarlos. Después observaremos cómo les afecta el tiempo y las condiciones del entorno que hayamos elegido para situarlos.

Todos los materiales son susceptibles de ser utilizados, así que se está explotando la estética del desperdicio (lo que nuestra cultura entiende como desperdicios), por lo que se escapa de cualquier forma artística tradicional. Podemos considerarla una de las corrientes que más ha progresado en estos aspectos desde múltiples puntos de vista. Sobre todo —y una vez más— debido a que no acepta ningún tipo de imposiciones heredadas por las prácticas académicas.

### Arte ecológico y conclusiones

Tampoco debemos olvidar las relaciones que tiene algunas prácticas artísticas con la ecología. Incluso se

ha llegado a hablar de un arte ecológico (concretamente desde 1969, a partir de una exposición realizada en Nueva York bajo el título *Ecological Art*). En realidad la mayor parte de lo anteriormente explicado respecto al *land* y el *povera* se incluiría, de algún modo, en este epígrafe concreto. Pero si tomamos el término de forma estricta observaremos que presta mayor atención a los sistemas sociales, físicos y biológicos, esto es, que se centra todavía más en las reacciones de los materiales a cualquier aspecto medioambiental, e insisto en que aquí entrarían las consideraciones sobre la sociedad que, sin duda, modifica la naturaleza de donde provienen las materias artísticas objeto del trabajo; luego le sumaremos otros factores: cambios de luz, de temperatura, corrientes de aire, etc.

Hans Haacke, uno de los abandonados del movimiento, realizó una muestra en el museo Guggenheim de Nueva York donde denunciaba claramente diversos trastornos ecológicos producidos por la situación económica y las relaciones de propiedad urbana dominantes. La exposición fue clausurada. Parece que cuando se extreman los contenidos políticos comienzan los problemas y que sólo se aceptan las propuestas que han sido previamente digeridas.

El arte, como medio para comunicar planteamientos, opera en todos los terrenos. En él se depositan algunas de las ideas más complejas e intensas que ofrecen las distintas culturas. Los conceptos que se desprenden de las actividades en entornos naturales tienen que servirnos para interpretar cuál es nuestra visión sobre el mundo que nos rodea. Y ofrece puntos de vista muy variados, desde los representativos (objetivos) a los expresivos (poéticos o espontáneos), desde la simple narración de una experiencia a la más compleja y sutil argumentación política. El espectador queda emplazado para recibir todas estas informaciones, procesarlas y asumir los retos que se desprendan de ellas. Eso sí, siempre que se plantee la contemplación de una pieza artística desde una postura activa. Nosotros, los espectadores, debemos afrontar los estímulos que se nos ofrecen, adaptarlos a nuestra forma de pensar y extraer toda la amplia gama de contenidos que se abren ante la lectura de las obras de arte.



Tronco, sedimentos, agua y puente natural.

# El repuntar de los balnearios: el caso de Carratraca (Málaga)

**Juana Baeza Rodríguez-Caro**

Ingeniero Técnico de Minas y Diplomada en Hidrogeología en el Curso Internacional de Hidrología Subterránea. Jefa de Sección Técnica del Instituto Tecnológico Geominero de España. Experta en aguas de mineralización especial.

**Mercedes Vallejo Ordóñez**

Licenciada en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid y Diplomada en Hidrogeología en el Curso Internacional de Hidrología Subterránea. Desempeña su labor como hidrogeóloga en el Instituto Tecnológico Geominero de España.

*Merece especial atención el análisis de los diversos aspectos relacionados con los balnearios, debido al gran auge que están experimentando en los últimos años, con una gran demanda tanto desde el punto de vista médico como turístico, representando una importante alternativa en ambos sectores.*

*At present, spas are worthy of a special analysis about different aspects, because of the big boom they are happening in last years, with an important request as medical or touristical use, that represents an important option on both sectors.*

Llama la atención el resurgimiento que en los últimos años está experimentando la cura balnearia en España, tanto en el uso hidropícnico (cura por ingesta del agua) como tónico. No se trata de un fenómeno inducido exclusivamente por una preocupación ecológica o por el intento de recuperación de los remedios naturales de nuestros antepasados. El interés creciente hacia la Hidroterapia se encuentra avalado por la reciente aparición de publicaciones que, desde la historiografía médica nacional o internacional, buscan recuperar, demostrando con estudios científicamente avalados mediante técnicas y conocimientos actuales, uno de los procedimientos terapéuticos de más ancestral tradición (Fig. 1). De este modo, la cura balnearia en España, ha experimentado en los últimos cinco años un incremento del 40%, realizándose en la actualidad 170.000 tratamientos termales al año. Algunas de las razones que justifican este incremento son: la eficacia demostrada en algunos procesos específicos; la vuelta a los tratamientos naturales producida en los últimos años; los beneficios económicos de las curas termales por la disminución en el consumo de medicamentos y en el absentismo laboral y escolar; y el establecimiento del programa de balneoterapia del Ministerio de Asuntos Sociales, a través del Inersero, que aporta un 20% de la facturación total de este sector.

Este tipo de aguas, las minero-medicinales, no sólo han sido objeto en los últimos años de estudio por parte de químicos, farmacéuticos y médicos,

en especial los hidrólogos, sino también de hidrogeólogos. El ITGE ha realizado en la década de los 90, en colaboración con Diputaciones o Comunidades Autónomas, estudios científico-técnicos de las aguas minerales en las Comunidades Autónomas de Andalucía, Aragón, Asturias, Cataluña y Valencia, cuyos objetivos comunes fueron los siguientes:

- \* reconocer, caracterizar y evaluar las captaciones de agua mineral desde los puntos de vista hidrogeológico, hidrogeoquímico e isotópico,

- \* evaluar el potencial hidromineral e hidrotermal,

- \* valorar los riesgos posibles de afecciones e indicar las medidas necesarias para la preservación cualitativa y cuantitativa de las aguas,

- \* estudiar la situación actual y analizar las posibilidades de expansión sostenible del sector.

El lento despertar continuo y aparentemente imparable de los balnearios hace que nuestra sociedad regrese a ellos como si recordase el significado básico del agua, del mismo modo que se vuelve ecologista y revaloriza las terapias basadas en productos naturales. El balneario, sobre todo el establecimiento que se ha adaptado a las necesidades actuales y a las modernas técnicas de aplicación, ofrece una amplia gama de tratamientos, llevados a cabo por especialistas y personal cualificado: médicos hidrólogos, geriatras y fisioterapeutas. Actualmente, existen en España ochenta y dos balnearios en funcionamiento, según la Guía de Balnearios del Ministerio de Comercio y Turismo de 1994.

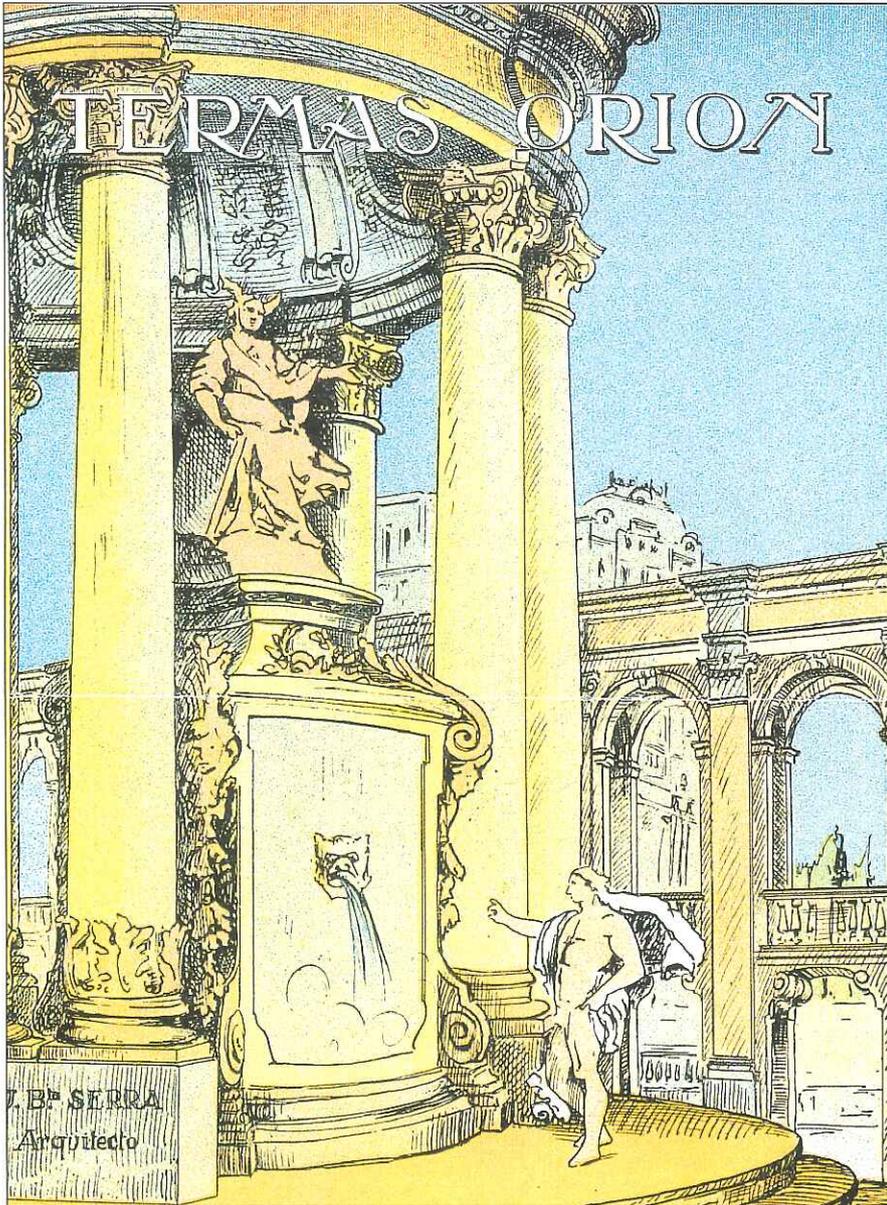


Figura 1: Reproducción de un grabado de época del Balneario Termas Orión.

El aumento de pacientes, o simplemente agüistas, que acuden a los balnearios, ha sido el motor impulsor para que muchos de los propietarios de estos establecimientos hayan realizado obras nuevas o de remodelación de las instalaciones propiamente balnearias y/o hoteleras, con unas considerables inversiones, pues no debe olvidarse que los balnearios no son sólo lugares donde se puede mejorar o recuperar la salud, sino que constituyen también una industria y una actividad mercantil que puede generar copiosos beneficios y un número considerable de puestos de trabajo, directos e indirectos. Así, el volumen de facturación del sector balneario español es del orden de veinte mil millones de pesetas anuales.

## El balneario de Carratraca: situación geográfica y descripción del manantial

El Balneario de Carratraca, situado en la provincia de Málaga y a unos 58 Km de su capital, es uno de tantos ejemplos que podemos encontrar en España, en el que el origen de la propia localidad se debe a la existencia de un manantial. Su descubrimiento debió producirse cuando cualquier lugareño o médico de alguna de las poblaciones cercanas comprobaron los efectos beneficiosos que causaban las aguas que surgían en un determinado lugar. La construcción de viviendas en el entorno de la fuente hizo que el balneario quedara situado dentro del núcleo urbano de Carratraca, constituyendo durante décadas una parte fundamental del ser y de la economía de esta localidad. Carratraca está ubicada en las cabeceras del Guadalhorce Bajo, a una cota de unos 540 m s.n.m., en la falda meridional de La Serrezuela y rodeada de un conjunto de alineaciones montañosas de relativa altitud (las Sierras de Alcaparaín, Blanquilla, de Baños y de Aguas) (Foto 1).

Las aguas surgen de un manantial ubicado dentro de las instalaciones del Balneario, con un caudal medio del orden de los 10 l/s, siendo la surgencia un punto de agua incluido en los sucesivos inventarios realizados por el ITGE. Este agua es recogida en un depósito desde donde se envía a las distintas dependencias del balneario. A unos 40 m del manantial principal y con una cota de



Foto 1: Vista panorámica de la localidad de Carratraca y su entorno.



1697 por el Doctor D. Alfonso Limón Montero como «Fuente Hedionda de la Villa de Ardales» por encontrarse muy próxima a dicha localidad (la actual Ardales) y no existir todavía el pueblo de Carratraca. Así, el mencionado D. Alfonso Limón Montero, en su libro «Espejo Cristalino de las Aguas de España» (1697), dice: «... Media legua defta Villa caminando al medio día acia la Ciudad de Málaga, y en la jurisdiccion ya de fu Obispado en vna montañuela, cuya cumbre viften, y hermofoean filveftres pinos, y algarrobos, al pie de vna crecida peña por diuerfos lados, nace vna fuente, que por tener fus aguas el olor de azufre, ò porque fu fabor es como de huebos gueros infamaron los del Pays con el nombre de Hedionda...» (Fig. 2).

En un principio, Carratraca dependía de Casarabonela, pasando a ser independiente mediante la Real Orden de 31-XII-1832 (Salgado, 1860). Tras esto, los baños dejaron de denominarse de Ardales y tras la construcción de las distintas edificaciones pasaron a ser conocidos como Baños de Carratraca o Balneario de Carratraca. Sin embargo, aún existe otro manantial con características similares a las del Balneario de Carratraca, aunque de un caudal mucho menor, dentro del término municipal de Ardales y que se denomina Baños de Ardales, en los alrededores de la propia villa. Aunque no existe en la actualidad ningún resto de los antiguos baños, el ayuntamiento de esta localidad está construyendo un edificio para ubicar unas *termas* alimentadas con dichas aguas. Este manantial también es mencionado por Limón Montero (1697).

Volviendo a los Baños de Carratraca, diversos autores indican que sus aguas obtuvieron la Declaración de Utilidad Pública el 27 de Diciembre de 1849. Sin embargo, esta fecha se refiere al pliego de condiciones que el Consejo de Sanidad impone a D. Augusto José Casanova, que había solicitado la concesión de estas aguas. Dicho Consejo ordenó que el mencionado pliego formara parte del expediente de declaración de Utilidad Pública, requisito que parece ser se concedió por Real Orden del 23 de enero de 1851, extremo este último que no nos ha sido posible verificar, aunque sin duda fueron declaradas de Utilidad Pública, ya que aparecen referenciadas en la *Gaceta de Madrid* del 16 de abril de 1869, como



Foto 2: Una de las piscinas del Balneario de Carratraca.

declaradas con anterioridad a la fecha de publicación de dicha gaceta.

Los baños de Carratraca, que durante muchos años fueron el primer balneario en importancia de Andalucía y uno de los tres primeros de España, carecieron de construcción alguna hasta principios del siglo XVII, conociéndose hasta mediados del siglo XIX la existencia de dos albercas construidas a cielo raso, cubiertas con toldos, y rodeadas por una tapia (Rubio, 1853). En la segunda mitad del siglo XIX, periodo en el que el balneario alcanza su máximo esplendor, llegando a tener tres casinos, se realizan las distintas construcciones y reformas en las que sus instalaciones adquieren la apariencia que presentan en la actualidad (Foto 2). Una de las propietarias en esta época fue Trinidad Grund que habitó la Cueva de Ardales para su visita turística, siendo artífice de las visitas conjuntas Balneario-Cueva de Doña Trinidad (hoy de Ardales), la primera cavidad turística de la época (Durán, 1994).

Al construirse el edificio balneario, las nuevas albercas se situaron por encima de la cota de salida del manantial, por lo que fue necesaria la construcción del depósito para conseguir el ascenso del agua hasta alcanzar el nivel de las salidas de distribución a las diferentes dependencias (Rodríguez Sánchez, 1994), a pesar del descenso del caudal a causa de la presión producida por el nivel de agua en el depósi-

to. Por otro lado, se pretendía evitar la mezcla del agua dulce procedente de la infiltración del agua de lluvia con el agua mineral al mantener cierta carga hidrostática sobre el manantial, mediante la acumulación producida en el depósito, pero respetando el nivel de emergencia. Una de las consecuencias que la construcción del depósito trajo consigo fue la formación de escapes localizados bajo las instalaciones del balneario.

Entre los visitantes ilustres de los Baños de Carratraca, están Fernando VII, que en 1830 mandó construir una edificación para él y su séquito y que en la actualidad es conocida como Hostal del Príncipe; la emperatriz Eugenia de Montijo, cuyo baño se conserva en la actualidad (Foto 3); y otras personalidades como Romero de Torres, Valera, Moreno Carbonero, Muñoz Degrain y otros muchos.

Por lo que respecta a la labor de investigación, históricamente era realizada por los científicos que ocupaban el cargo de médico-director, entre los que cabe destacar la desarrollada por José Salgado y Guillermo, que escribió en 1860 su *Monografía de las aguas sulfo, selénido hídricas, arseniadas, bicarbonatadas alcalino-térreo, metálicas de Carratraca*, título que describe las características hidroquímicas de estas aguas. Los problemas más graves a los que se enfrentó fueron los derivados de la pérdida de sulfuración de las aguas y la necesidad de efectuar obras para su recuperación. Con este motivo, Casiano de Prado realizó un informe del estado del balneario en 1861, para el Ministro de la Gobernación, en el que recoge, entre otros aspectos, datos de caudal y temperatura.

En el siglo XX, se ve truncada esta labor de investigación, pasando a ser el criterio científico prácticamente inexistente, encontrándose únicamente, una recopilación de información acerca del Balneario de Carratraca, en la *Monografía Historia de los Balnearios de la Provincia de Málaga* de Rodríguez-Sánchez (1994). Además, durante este siglo las inversiones han sido escasas, la promoción prácticamente nula, y los problemas económicos han colocado al establecimiento en una precaria situación, de la que actualmente intenta salir, acometiendo un estudio hidrogeológico en profundidad y mediante las inversiones oportunas para su relanzamiento.



Foto 3: Baño de la emperatriz Eugenia de Montijo.

## Hidrogeología e Hidroquímica

Los materiales acuíferos existentes en los alrededores de Carratraca corresponden (dentro de las unidades hidrogeológicas definidas por MOPT-ITGE en 1989) a la Unidad Hidrogeológica 06.46 Yunquera-Nieves, enclavada en la Cuenca Sur. Esta unidad, con una extensión de 170 Km<sup>2</sup>, presenta unos recursos estimados entre 50-90 hm<sup>3</sup>/año, procedentes fundamentalmente de la infiltración de las precipitaciones, y que drenan en su mayor parte mediante manantiales de elevado caudal.

El manantial de los Baños de Carratraca, ubicado dentro de las instalaciones del Balneario, surge a favor de una grieta de 5,5 a 14 cm de ancho, desarrollada en mármoles dolomíticos pertenecientes a la unidad de Yunquera (Complejo Alpujarride) (Martín Algarra, 1987), y que morfológicamente constituyen la elevación de la Serrezuela. Este manantial, está situado al sur del mencionado relieve, que se encuentra desconectado superficialmente del resto de la unidad. El borde oeste de este relieve está limitado por una fractura de dirección aproximada NO-SE que puede actuar de vía de ascenso de las aguas desde zonas más profundas. Sin embargo, también existe alimentación del acuífero a través de los materiales carbonatados, lo que consti-

tuye indudablemente un aporte de agua dulce. La surgencia principal de este acuífero karstificado es el manantial de los Baños de Carratraca, aunque existen otras de pequeño caudal, cuyas aguas poseen facies bicarbonatadas cálcicas y escasa mineralización.

Respecto a las observaciones realizadas por Casiano de Prado, la temperatura tomada el 1 de Mayo de 1861, fue de 14,4º del termómetro de Reaumur, es decir, 18º C (temperatura muy similar a la obtenida por Salgado en 1860, de 14º Reaumur, es decir, 17,5º C), mientras que el caudal medido en el mes de Abril oscilaba entre unos 7,4 y 3,5 l/s, dependiendo del nivel de agua en el depósito. Asimismo, hace referencia a aforos anteriores en los que se obtuvieron datos muy variados, con un mínimo de 8,4 l/s (valor no muy aceptado por Casiano de Prado a pesar de ser el más próximo al obtenido por él mismo) y un máximo de 31 l/s. Del mismo modo, Salgado (1860) ofrece un dato de caudal de 768 l/minuto (12,8 l/s).

En general, los datos de temperatura de las aguas del manantial que se citan habitualmente se sitúan en torno a los 17,5-18º C. Respecto al caudal, los datos consultados son de 600 l/minuto (IGME, 1913). También se han encontrado algunas medidas de caudal cuyo orden de magnitud es superior al mencionado, debido a la existencia de precipitaciones excepcionales (ITGE,

1990-91). En cuanto a su naturaleza química las aguas son sulfatadas-bicarbonatadas cálcicas, con una conductividad de 767 µS/cm y condiciones reductoras (ITGE, 1990-91).

En la actualidad, además del estudio hidrogeológico anteriormente mencionado, está en curso la declaración de un perímetro de protección para proteger la surgencia, tanto en la cantidad de los recursos drenados, como en la calidad de los mismos, en base al cumplimiento de la legislación vigente para las aguas minerales (Ley de Minas 22/1973, artículos 26.1 y 41.1).

## Agradecimientos

Agradecemos la colaboración de Banesto, actual propietario del balneario, por haber permitido el acceso a las instalaciones; a Domenec Campeny i Callicó por facilitar la reproducción del grabado de Termas Orión; así como la ayuda prestada por Juan José Durán en la búsqueda de información y en las correcciones realizadas a este artículo.

## Bibliografía

- BAEZA, J. (1996).- Las aguas minerales en España. *Tecnoambiente*, 63, 27-29.
- DE PRADO Y VALLE, C. (1861).- Aguas de Carratraca. *Revista Minera*, XII, 449-466.
- DURAN, J.J. (1994).- Cuevas habilitadas de la provincia de Málaga. Diputación de Málaga. 58 pp.
- IGME (1913).- Relación por provincias de las aguas minero-medicinales de España. Informe inédito. 325 pp.
- ITGE (1990-91).- Evaluación del estado actual de las aguas minerales en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Estudio de detalle de la provincia de Málaga. Tomo 4. Informe inédito. 541 pp.
- LIMON MONTERO, A. (1697).- *Espejo Cristalino de las Aguas de España*. Facsimil Ed. Adosa. 432 pp.
- MADOZ, P. (1845-1850).- *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de Ultramar*. 16 tomos. 11649 pp.
- MARTÍN ALGARRA, A. (1987).- Evolución geológica alpina del contacto entre las zonas internas y las zonas externas de la Cordillera Bética. Tesis Doctoral. Univ. Granada. 1171 pp.
- RODRIGUEZ-SANCHEZ, J.A. (1994).- Historia de los Balnearios de la Provincia de Málaga. Colección Monografías. Diputación de Málaga. 283 pp.
- RUBIO, P. M. (1853).- *Tratado completo de las fuentes minerales de España*. Establecimiento tipográfico de D. R. R. De Rivera. 741 pp.
- SALGADO Y GUILLERMO, J. (1860).- *Monografía de las aguas sulfo, selénido hídricas, arseniadas, bicarbonatadas alcalino-térrico, metálicas, de Carratraca*. Imprenta de Manuel Minuesa. 267 pp.

# Aspectos geológicos del deporte del barranquismo en el Parque Natural de la sierra y cañones de Guara (Huesca)

José Antonio Cuchí Oterino

Licenciado en Ciencias Geológicas y doctor en Ciencias Químicas por la Universidad de Zaragoza. Profesor Titular de Escuela, de Hidrología, en la Escuela Universitaria Politécnica de Huesca. Miembro del Patronato del Parque de la Sierra y Cañones de Guara.

Enrique Salamero Pelay

Guía de Barrancos. Asesor de la Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada. Instructor de la Escuela Española de Alta Montaña. Autor de guías sobre barrancos y la sierra de Guara.

Manuel Luis Avellanas Chavala

Doctor en Medicina por la Universidad de Zaragoza. Especialista de Medicina Intensiva del Hospital de San Jorge de Huesca. Asesor de Socorro de la Federación Aragonesa de Montaña. Director de los cursos de especialización del Diploma de Medicina de Urgencia en Montaña (DUMUN) de la Universidad de Zaragoza.

*En las últimas décadas, miles de personas se han iniciado en el barranquismo como una nueva actividad al aire libre. El presente artículo presenta algunos aspectos sobre el marco geo e hidrológico de este deporte, en el Parque natural de la Sierra y cañones de Guara.*

*During the last decades, thousands of people has been introduced to the canyoning as a new outdoor sport. The present paperf shows some aspects of the hydrogeological mainframe of the sport focused in the Parque natural de la Sierra y cañones de Guara.*

## Introducción

El barranquismo es un deporte de aire libre que consiste en el descenso de estrechas gargantas recorridas por modestos cursos de agua, permanentes o temporales. La progresión se realiza a pie, a nado o rapelando con la ayuda de cuerdas. Debido al imprescindible contacto con el agua, en muchos cañones es necesaria la utilización de trajes de neopreno. Esta indumentaria, y el «ocho» de rapelar, se han convertido en la imagen de marca de este deporte, aunque existen barrancos secos donde son innecesarios.

En nuestro país, esta modalidad se inició hace aproximadamente tres décadas en la sierra de Guara, en Huesca. Practicado inicialmente por minorías, cobró popularidad en la década de los 80, con la presencia de centenares de franceses frecuentando los cañones. En la actualidad es practicado por miles de personas, sin una preparación deportiva específica, fundamentalmente en el Pirineo, Ibérica, Béticas y Canarias. Por la acumulación de cañones, la zona más conocida es el Alto Aragón, especialmente Ordesa-Monte Perdido, Alta Ribargoza y sobre todo la sierra de Guara. Información reciente sobre ésta se encuentra en Biarge y Salamero (1991), Gómez (1993) y Salamero (en prensa).

Esta actividad deportiva se realiza dentro de marcos geológicos espectaculares y donde pueden admirarse interesantes aspectos geomorfológicos. En este sentido, los cañones suponen un recurso pedagógico de calidad, abierto a sus visitantes, no siempre conscientes de la categoría del entorno.

La hidrología e hidráulica de los cañones, de indiscutible función en su génesis, juegan un importante papel en los aspectos lúdicos y de seguridad. Un pequeño caudal en combinación con el modelado del fondo del cauce producen un encadenamiento de cascadas y pozas que hacen atractivo este deporte. Sin embargo, bastan moderados incrementos de caudal, para modificar substancialmente las características deportivas y la seguridad de este «aquarpark» natural. Las oscilaciones hidrológicas, entre años secos y húmedos, provocan importantes problemas.

Por sus características, la práctica del barranquismo es sensible a diversos aspectos ambientales, principalmente los relacionados con la calidad de las aguas.

## El marco geológico

Como se ha señalado, para practicar este deporte, el marco idóneo es un modesto curso fluvial, moderadamente accidentado en su fondo y profundamente encajado.

Varias son las litologías que permiten la formación de cañones y barrancos. Entre ellos se encuentran caliza, conglomerado, flysch, granito, gneis, basalto, e incluso esquistos y areniscas.

La génesis de estas gargantas, es evidentemente y en última instancia, de tipo tectónico que ha producido en un relieve energético, joven, sobre el que actúa la erosión fluvial. En una primera aproximación, los barrancos donde se practica el barranquismo pue-



Vista general de la sierra de Guara, desde la cima de los mallos de Ligüerre, hacia el este.

den considerarse como el resultado de una morfogénesis fluvial que no ha llegado al equilibrio, por limitaciones de caudal y/o tiempo.

En el Pirineo Alto Aragonés, los grandes ríos, como Gállego, Cinca Y Noguera Ribargozana, bien alimentados por nieves y lluvias orográficas, se han abierto paso en las alineaciones pirenaicas a través de congostos profundos, pero de perfil longitudinal relativamente suave. Por ello no sirven para la práctica del barranquismo, aunque los estrechos, que aún no han sido destruidos por los embalses, sirven para rafting y piragüismo de aguas bravas, como el Gállego en Riglos. En el Pirineo central el barranquismo se practica en afluentes colgados sobre valles glaciares o fluvio-glaciares.

En las sierras prepirenaicas, cauces de poca entidad se abren paso entre las depresiones intrapirenaicas y la del Ebro. Las sierras exteriores aragonesas, estudiadas inicialmente por el oscense Lucas Mallada (1881), están formadas por un conjunto de pliegues y cabalgamientos de cobertera mesozoica, recientemente estudiados por

Millán (1996), que cabalgan sobre el Mioceno de la cuenca del Ebro.

Los materiales más competentes son calizas del Cretácico superior y Eoceno medio. Las calizas de esta última edad, *fm. Guara*, ricas en *Nummulites*, alcanzan una potencia aparente próxima a los 1.000 metros. Adosadas por el sur a las calizas, aparecen conglomerados en forma discontinua, destacando los edificios malliformes de Salto de Roldán, San Martín de la Val d'Onsera, Ligüerre y Alquezar.

Al norte, los blandos materiales de la *fm. Arquis, Balsué y Campodarbe* forman las depresiones de Rasal, Arguis, Belsué, Nocito-Bara, Arcusa y la intramontana de Rodellar. Esta última, se encuentra acunada entre los anticlinales de eje norte-sur que forman las sierras de Balcés-Sevil y Arangol.

Varios modestos ríos, entre los que destacan Flúmen, Guatizalema, Alcanadre, Mascún, Balcés/Isuala y Vero, nacen en las depresiones septentrionales y atraviesan las sierras por profundos cañones. Sus datos básicos se encuentran en Sánchez, (1988). Otros cañones menores, Calcón, For-

miga y Fornacal, con cabecera dentro del núcleo de las Sierras, también forman cañones, entre ellos, el Gorgonchón, muy estrecho, de corto recorrido, y de reconocido riesgo.

Sobre el origen de estos cañones, Rodríguez Vidal (1986) sugiere una sobreimpresión general de dirección Norte-Sur sobre las estructuras pirenaicas. Este esquema general, pueden modificarse ligeramente. Así, el Alcanadre entre las depresiones de Nocito-Bara y Rodellar, sigue fracturas asociadas al sistema de fallas de Otín-Pardina de Seral-Cuna señaladas por Pocoví y col. (1989).

El encajamiento de los cauces es importante. A destacar, en calizas, las paredes de más de 500 metros de vertical, afluentes del Vero. En conglomerados resaltan las verticalidades de Salto de Roldán y Vadiello, con paredes que alcanzan los 300 metros. Por ellas, un número relativamente importante de pequeños afluentes laterales, se desploman sobre los cañones principales.

Sorprende la ausencia de terrazas y rellanos altos dentro de los cañones.

Únicamente se encuentran, muy localmente, terrazas bajas, aproximadamente a 2 y 9 m en la Chasa de Rodellar, en los huertos de Juan, en Mascún, y en la pardina de los Carboneros de Balcés. Hasta salir de las sierras, como la que se encuentra a 50 m, en el Alcanadre, sobre el molino de Bierge.

Longitudinalmente, los cañones principales presentan perfiles relativamente suaves. Así, en condiciones normales, Vero y Peonera, son accesibles a un amplio público, sin experiencia deportiva. Por el contrario, los afluentes laterales, con menor desarrollo, se encuentran colgados y su descenso supone un encadenamiento de rápeles que necesita experiencia adecuada.

De acuerdo con la litología, en Guara se presentan dos morfologías diferentes: los cañones excavados en calizas y los abiertos en conglomerados.

### Modelado de los cañones sobre calizas

Como ya se ha señalado, el núcleo fundamental de las sierras está formado por calizas del Eoceno inferior, que llegan a superar el kilómetro de potencia. También se encuentran niveles calcáreos del Cretácico superior y del Trías, de menor potencia.

En los cañones en calizas se evidencia la existencia de un modelado poligénico en el que se combinan aspectos kársticos, gravitatorios, estructurales y periglaciares.

El karst domina el modelado de Guara y en la sierra existen grandes campos de lapiaces en Bastarés, Balcés y Lobartas; el amplio y elevado campo de dolinas de Cupierlo y los poljes de Ciano, Paules y Abeles. En el endokarst, poco activo en general, destacan la profunda sima de la Grallera Alta, con casi 300 metros de verticalidad, y el sistema de cavidades de Solencio de Bastarés, con más de siete kilómetros de desarrollo y una interesante serie de lagos subterráneos.

La impronta kárstica se manifiesta evidentemente en los cañones calizos, especialmente a nivel de detalle, como un interesante ejemplo de modelado fluvio-kárstico. Sin embargo, aunque se ha propuesto, no parece evidente la génesis generalizada de cañones por hundimiento de sistemas de cavidades.

La parte más profunda de los cañones calcáreos se caracteriza por una



Cañón de Gorgas Negras (río Alcanadre), cortando estructuras plegadas.

morfología dominada por la erosión hidráulica con pasillos estrechos, marmitas, meandros y entalladuras hidráulicas, cortados por cascadas y caos.

Las marmitas son frecuentes en todos los cañones. Muchas de ellas aún están activas y forman agradables pozas, en caudales normales, como las de las cascadas «Peña Guara» en Mascún. Algunas son temporales y constituyen auténticas trampas, con delicada salida durante los estiajes. Otras, con un ejemplo precioso y enorme en el Vero, quedan colgadas y fósiles al encajarse el cauce.

Pasillos y meandros se caracteri-

zan por una sección rectangular con mayor altura que anchura. Su planta puede ser rectilínea o sinuosa como en Oscuros de Balcés, Fornazos de la Peonera y el Gorgonchón, del Formiga. De sección predominantemente rectilínea, su anchura oscila entre algunas decenas de centímetros hasta varios metros, para una altura superior a la decena de metros.

En los tramos estrechos, son frecuentes las entalladuras hidráulicas de escala decimétrica, por donde circula el agua en los estiajes. Los niveles alcanzados durante las avenidas se ma-

nifiestan por la presencia de golpes de gubia y zonas de roca pulida. Marmitas y demás signos de erosión hidráulica desaparecen a pocos metros por encima del nivel normal del agua, por corrosión microkárstica.

Son comunes las tobas laminares, que cementan los bloques de los bozos, gravas del lecho, y calcificando troncos de árboles. Su espesor, por acumulación de láminas varvadas puede alcanzar el metro de potencia. Restos de estas tobas han quedado colgadas al profundizarse los pasillos, formando, en algún caso, puentes en los Oscuros de Otín y el desaparecido «Puente de los burros» de Barasil. También hay tobas musgosas, unas en formación actual (fuentes de Isarre, visera del Vero y Puntillo) y otras fósiles: Gorgonchón, estrechos de Fabana, Casigareta. A destacar la toba en abanico de una surgencia lateral en el Fornocal que corta prácticamente el cauce del barranco principal.

Los desplomes gravitatorios son frecuentes en los cañones. La acumu-

lación de grandes bloques, conocidas localmente como «bozos» y deportivamente como «caos», son comunes en todos los cañones y calizos: Caos de l'Onso en Mascún, Bozocal de los Gatos y Bozos de la Casigareta en Barasil, etc. Las dimensiones de los bloques caídos pueden superar en ocasiones la anchura del pasillo inferior del cañón, quedando empotrados temporalmente entre las paredes, como sucede en Oscuros de Balcés.

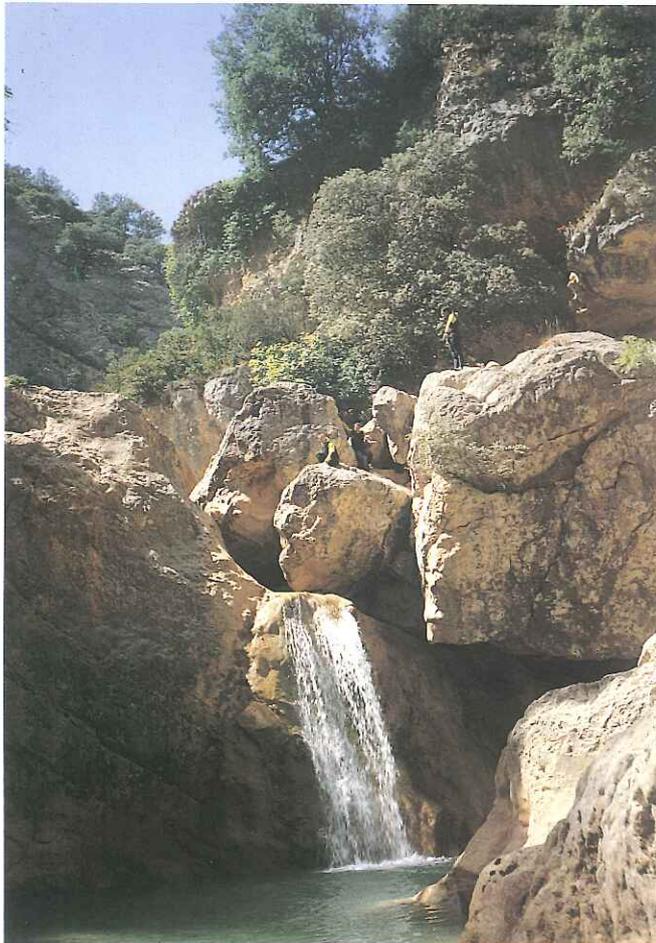
El término «oscuro» denota falta de luz. Los tres oscuros de Guara (Otín, Balcés y Vero) son diferentes en su morfología. El de Balcés es un pasillo profundo. En el Vero existe un pseudotúnel formado por acumulación de bloques descomunales. Los oscuros de Otín están formados por una gran visera profunda.

Las viseras o techos se forman por descalzamiento hídrico y desplome de bloques en reloj de arena. Hay varias viseras, entre las que destaca la del Vero, bajo Peña Bobín.

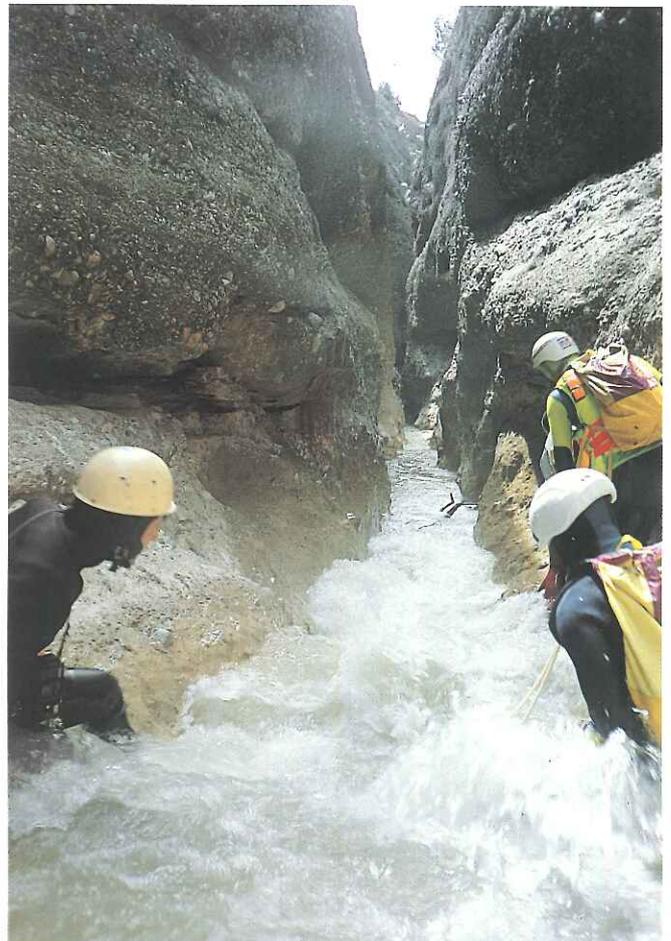
La entalladura de los cañones, al

cortar las estructuras muestra localmente un modelado escalonado, que alterna tramos de laderas relativamente accesibles, las «fajanas», limitados por cortados. En estos, se abren abrigos, de origen todavía incierto. En algunos de ellos se encuentran pinturas rupestres de interés, especialmente en el área de Vero. Salvo excepciones, es notoria la ausencia de sedimentos en la mayoría de los abrigos.

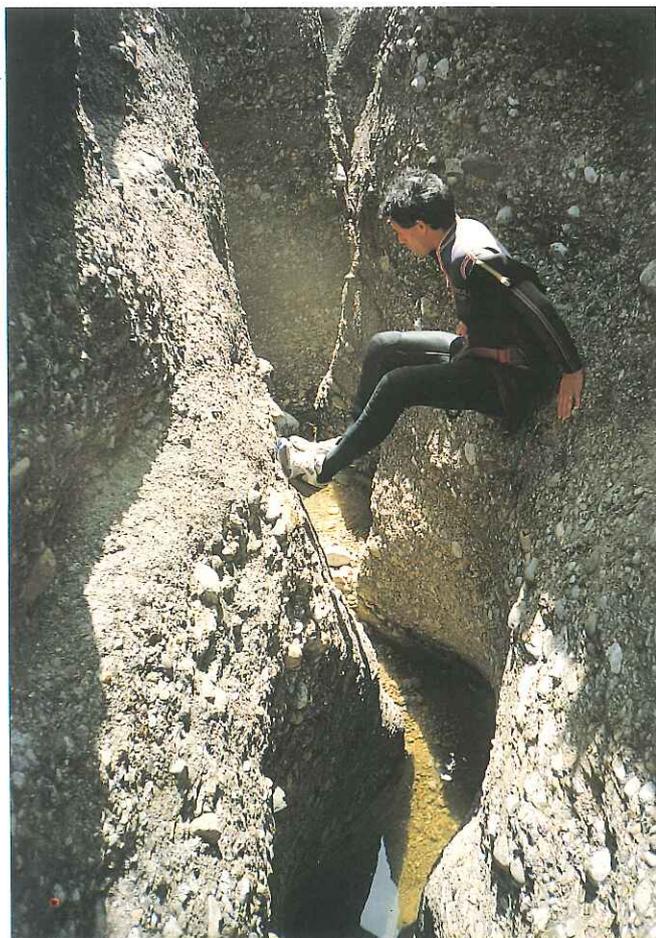
En áreas de estratificación vertical, la erosión ha destacado crestas, localmente conocidas como «rayas», en el Borón, canales de Fragnet y Sierra Lupera. Sin embargo las crestas más admiradas, en Mascún, tienen un origen diferente, a favor de la existencia de una fracturación continua, a escala decamétrica cortada transversalmente por el barranco. Una potente erosión, donde intervienen procesos de gelifración, gravitatorios y disolución, es responsable del impresionante modelado de este barranco, incluida la formación de monolitos como la Cuca de Bellostas y la Ciudadela. La mayor



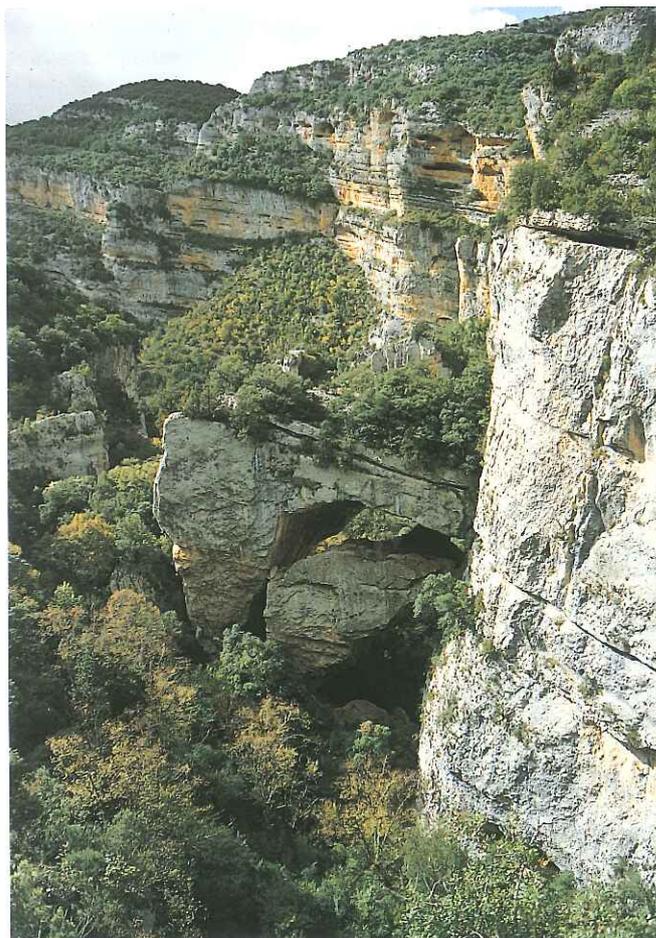
Combinación de bloques, cascada y poza en Gorgas negras (Alcanadre).



Pasillo rectilíneo en los Estrechos de Balcés, después de las lluvias de primavera.



Pasillo sinuoso en conglomerados. Bco. Alborceral.



Vista exterior de los Oscuros del Vero, enorme desprendimiento que forma un puente gigantesco sobre el río.

erosionalidad de algunas capas horizontales en las calizas de estas crestas conduce a la formación de cientos de abrigos y decenas de «ventanas».

Importantes canchales de gelifractos relictos, parcialmente corroídos por karstificación, tapizan fajas y laderas. En la cara norte de Guara, en la Chasa de Rodellar, Costera de Otín y barranco de la Glera, las acumulaciones de cantos alcanzan importantes espesores, en edificios polligénicos parcialmente cementados. Aunque se consideran fosilizados, algunos canchales presentan movimientos en masa, bien por causas naturales o bien por acción humana en las gleras de la cara sur de Guara.

### Modelado de los cañones sobre conglomerados

Las masas de conglomerados oligocenos de Guara se presentan en edificios aislados, de hasta algunos centenares de metros de potencia. Generalmente son subhorizontales y

discordantes a las calizas infrayacentes. Están compuestos por cantos predominantemente calizos, de tamaño centimétrico y origen local. Sin embargo, en algunas áreas, son frecuentes e incluso dominantes los cantos cuarcíticos e incluso aparecen granitos, de inequívoca procedencia pirenaica. Niveles lutíticos se intercalan en las facies groseras.

Aunque los conglomerados se presentan en forma masiva, localmente pueden encontrarse fracturados verticalmente, como en San Martín de Valdonsera y Ligüerre. La ampliación de las fracturas produce un típico modelado en mallos, hasta producir monolitos aislados como el Huevo de San Cosme y el Puro de Vadiello. Las superficies verticales muestran una típica seriación de panzas y balmas, donde las facies más cementadas y groseras quedan en relieve positivo. Los abrigos o balmas son comunes en los conglomerados de la zona de Guara, muchos con nombre propio. Los más famosos abrigos pertenecen a los santuarios de San Martín de Valdonsera y de San Cosme y San Da-

mián. Otros han sido usados para mallas de ovejas como la cueva de las Polvorosas en el Formiga.

Los conglomerados se alteran superficialmente liberando sus cantos o desgajando entostas laminares a modo de piel de cebolla. El material suelto se acumula sobre superficies horizontales, o en el pie de los cortados. Los bloques caídos, de menor tamaño que los derivados de las calizas, se descomponen con rapidez. Aunque algunos cantos muestran modestos rillenkarrén, la morfología kárstica es inapreciable en los conglomerados.

Dado su carácter impermeable, la erosión hidráulica es dominante en el modelado de los cañones en conglomerados. Estos se forman a partir de fracturas o por incisión directa sobre el conglomerado masivo, a partir de escorrentías alimentadas por agua de lluvia y por la descarga de pequeños acuíferos someros albergados en las gravas de alteración del conglomerado.

Los cañones y barrancos en los conglomerados presentan una morfología característica con frecuentes

morfologías meandriformes que pueden incluso formar cascadas en tirabuzón (Cueva Cabrito), con acanalamientos muy bien definidos. Las marmitas de gigante suelen presentarse colgadas, en escalera (Canales de Palomo y de Isdarre en Vadiello). Los caos son menos espectaculares que en las calizas. Suelen presentarse tobas musgosas que forman coladas en abanico, a la salida de las acanalamientos entre marmitas.

## Aspectos hidrológicos de los barrancos

Los rasgos geomorfológicos descritos componen los aspectos estáticos, considerados a corto plazo en escala temporal, sobre los que se superponen los aspectos hidrológicos que son mucho más variables en el tiempo. El agua confiere frescor y aventura pero también riesgo y peligro, en función del caudal.

Los cauces están alimentados por precipitaciones que oscilan entre 800 y 1600 mm anuales. Estas siguen pautas mediterráneas, con precipitaciones frontales (primavera y otoño) y convectivas (verano). Parte de la precipitación puede acumularse en forma de nieve. La variación interanual es importante, aunque faltan datos en la Sierra por ausencia de estaciones climatológicas.

La hidrología de los cañones es compleja y condicionada por tres factores:

1. La existencia de cabeceras impermeables en margas, relativamente extensas en algunos cauces, especialmente en el Vero y Alcanadre.

2. El funcionamiento de los cañones calizos, con varios sistemas kársticos, aun poco conocidos, de rápido drenaje y fuerte estiaje veraniego. A pesar de serias dificultades de observación, aumenta anualmente el inventario de surgencias y se están realizando aforos en zonas internas, así como análisis químicos.

3. La impermeabilidad de los conglomerados, de la zona sur y que constituyen las prolongaciones de barrancos calizos, como el Balcés en sus Estrechos, y el Vero a la altura de Alquezar.

Las condiciones de estiaje, generalmente en verano e inicio del otoño, son propicias para la práctica del ba-

rranquismo, aunque algunos tramos queden secos o se produzca estancamiento de aguas. La situación se torna peligrosa en los periodos lluviosos, dada la rápida respuesta de los niveles de agua ante las lluvias. Además, la configuración de muchos tramos encajados implica un fuerte incremento de calado y velocidad para pequeños incrementos de caudales. Los caos producen efectos de barrera, elevan los niveles de agua y sifonan pasos accesibles en condiciones de menor nivel. Los remolinos, inexistentes o inofensivos en situaciones normales, se tornan peligrosos con fuertes efectos de succión y es manifiesto el arrastre de árboles y cantos rodados.

Es particularmente peligrosa el brusco inicio de las avenidas, en forma de una ola, que barre literalmente los tramos estrechos y de la que existen diversos testimonios entre habitantes y guías de la zona. Para estudiar este proceso, Cuchí y Nanía (1966) realizaron una serie de estimaciones mediante el programa ArHYMO para la cuenca del Vero, obteniendo tiempos de crecida inferiores a dos horas y caudales punta muy importantes, para lluvias moderadas.

## Impactos ambientales

Los impactos derivados del barranquismo y otras actividades en el Parque de Guara, en un amplio sentido, fueron presentados inicialmente por Cuchí y Sancho (1990). Posteriormente, costosos estudios encargados por la Administración, señalaron como importantes los efectos derivados del pisoteo de las decenas de visitantes y el alejamiento de fauna por la presencia humana.

El impacto más importante, sobrepasando los límites de Guara, tuvo lugar como consecuencia de las campañas de prospección geofísica realizadas en la década de los 80. La construcción de numerosas pistas, sin utilidad ni mantenimiento posterior, han conducido al acarcavamiento de diversos tramos de las mismas. Un buen ejemplo se encuentra en la pardina de Seral. También el barranco de la Glera, en Rodellar, muestra una espectacular reactivación por efecto de una pista petrolera.

En la actualidad el problema más

urgente, derivado del reinicio de urbanización en la zona y la aglomeración de turistas, está relacionado con la eliminación de aguas residuales. Esta se realiza actualmente por infiltración directa de karst, en varias de las localidades próximas a los cañones.

## Conclusiones

El disfrute del barranquismo en general, y en particular en la sierra de Guara ofrece la posibilidad de conocer un impresionante marco geológico lleno de sorpresas espectaculares y detalles encantadores, ofreciendo una interesante combinación de deporte y ciencia. La oferta deportiva es amplia, para todos los niveles. La única recomendación, a nivel geológico, es la prudencia en el caso que se desee contemplar el funcionamiento hidrológico de los cañones durante las avenidas.

## Bibliografía

- Biarge, F., Salamero, E. (1991): Huesca. Cañones y barrancos. I. Sierras. Gráficos Alós. 192 p.
- Cuchí, J. A., Nanía, C. (1996): Prevención de accidentes hidráulicos en barrancos. Aplicación al caso del río Vero (Alto Aragón, España). XII Jornadas de Medicina y Socorro en Montaña. FEDME. V Congreso SEMAN. Barbastro. 1995.
- Cuchí, J. A., Sancho, C. (1990): Evaluación de impacto ambiental en zonas kársticas. Aplicación a la zona de la Sierra de Guara (Huesca). IV. Reunión Nacional del Grupo Español de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Gijón. 10 p.
- Gómez, D. (1993): El Parque de la sierra y los Cañones de Guara. Rutas, descensos, naturaleza. Ed. Pirineo. 179 p.
- Mallada, L. (1881): Descripción física y geológica de la provincia de Huesca. Memorias y comunicaciones del Mapa Geológico de España. Ed. facsímil IEA. 439 p.
- Millan, H. (1996): Estructura y cinemática del frente de cabalgamiento surpirenaico en las Sierras Exteriores Aragonesas. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. 330 p.
- Rodríguez Vidal, J. (1986): Geomorfología de las Sierras Exteriores Oscenses y su piedemonte. IEA. Colección de Estudios Alto Aragoneses, 4, 172 p.
- Pocovi, A., Millán, H., Navarro, J. J., Martínez-Peña, M. B., Cuchí, J. A., Malagón, J. (1989): La Chasa de Rodellar desde el punto de vista de la geología estructural. Mallada, 2. 199-219.
- Salamero, E. (en prensa): 22 recorridos por la sierra de Guara. Ed. Praxem.
- Sánchez, J.A. (1988): Los recursos hídricos de las Sierras de Guara y sus Somontanos. IEA. Colección de Estudios Altoaragoneses, 27. 336 p.

# El teletrabajo y su posible aplicación en el campo de las Ciencias de la Tierra y del medio ambiente

Carlos Busón Buesa

Licenciado en Ciencias Geológicas, profesor en el Curso de Nuevas Tecnologías y Educación de la UNED. Asesor del proyecto CEMAVI de Nuevas Tecnologías de la Comunidad de Madrid.

*El teletrabajo es uno de los fenómenos actuales provocados por la incorporación de las tecnologías de la información al ámbito laboral. Un amplio abanico de posibilidades de aplicación se abren en los campos de las Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente.*

*The «Telework» is one of the current provoked phenomena for the incorporation of new technologies to the labor environment. Within the field of the Sciences of the Earth and Environment a wide range of targets for future development exists in that line.*

El avance de las telecomunicaciones está permitiendo desarrollar las bases de lo que constituirá en un futuro próximo una nueva forma de trabajar, y que supondrá un cambio radical en los métodos de trabajo en la nueva era de la información.

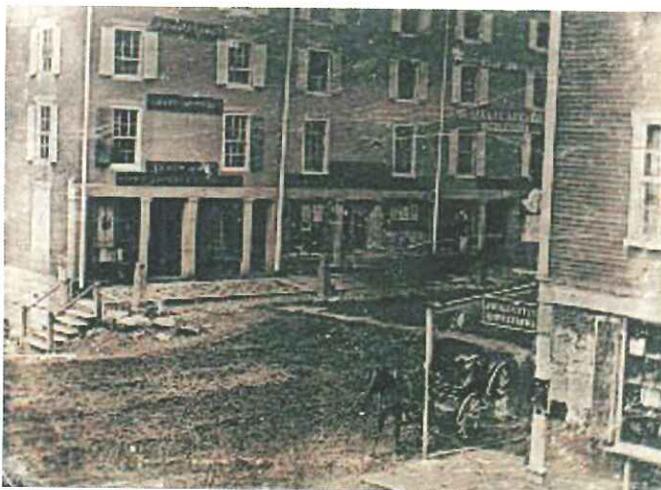
A través de los siglos, el hombre desarrolló trabajos adaptados a su tiempo; así como la alfarería era una industria vital hace 2000 años, hoy en día se encuentra restringida al ámbito artesanal. Miles y miles de tipos de trabajos se crearon y desaparecieron a

medida que los tiempos lo requerían. De esta forma se perfeccionaron los medios y los métodos de trabajo. Aparece ahora una nueva forma de trabajo en un futuro inmediato: el teletrabajo, una nueva forma de entender la actividad laboral que se desarrollará a través de las redes de comunicaciones telemáticas. A continuación se analizarán algunos de los pros y contras de este radical cambio en la forma de trabajar y la manera en que este cambio puede afectar a la sociedad.

En 1973 Jack Niles, definió el tér-



Fig. 1.



mino *telecommuting* o *telework*. Propuso que el ser humano podría aplicar la telemática a su propio proceso productivo y el desplazamiento de la producción por la vía de las telecomunicaciones.

Existen diversas definiciones de lo que es el trabajo, entre las muchas se pueden destacar la de Francesco Fedi: «trabajo a distancia con el auxilio de la tecnología informática», o la de Vittorio Frosini: «Prestación flexible del trabajo mediante el uso de servicios telemáticos». Según la Oficina Internacional del Trabajo de Ginebra (BIT) el teletrabajo es: «Forma de trabajo efectuado a largas distancias de la oficina central o del centro de producción que implementa una nueva tecnología que permite la separación y facilita la comunicación».

Para la Unión Europea el concepto de teletrabajo se relaciona con «...todas las sustituciones del viaje al puesto de trabajo por la utilización de las telecomunicaciones y por las tecnologías de la información relacionadas

con ellas...», y añade que tiene que ver con «...todo tipo de interacciones relacionadas con el trabajo que se desarrollan por medios electrónicos».

Dejando las definiciones de lado, la nueva revolución tecnológica de final de este siglo nos ha traído al mundo occidental desarrollado lo que se suele denominar *la sociedad de la información* y *la automatización*. Muchos trabajos que antes eran necesarios en países avanzados se han desplazado hacia países en vías de desarrollo, mientras que los trabajadores de las sociedades más desarrolladas se están convirtiendo a marchas forzadas hacia trabajos basados en la tecnología y la información. Con este nuevo proceso productivo actualmente ligado a la industria de servicios, se puede, en teoría, realizar cualquier trabajo que requiera elaborar y procesar la información y realizarlo desde cualquier punto de nuestro planeta y enviarlo rápidamente a su punto de destino. El poder enviar un trabajo a miles de kilómetros de distancia en pocos se-

gundos y a un bajo coste es algo realmente atractivo para el mundo empresarial.

El nuevo trabajador estaría desligado de la clásica oficina y pasaría a desempeñar su trabajo desde su hogar. Esto no es ninguna novedad, ya que alguna que otra vez el trabajador cualificado ha llevado el trabajo a casa. Teóricamente, con esta nueva fórmula, el trabajador tendría una mayor libertad de horario y las empresas verían notablemente reducidos sus costes de infraestructura.

Lo que está llevando a muchas empresas a adaptar sus sistemas de trabajo es la enorme reducción de costes que eso conlleva. Diversas empresas punteras, tanto en Estados Unidos como en Inglaterra, ya emplean esos sistemas, en donde amplios sectores productivos de la población realizan sus trabajos desde casa y diversas empresas están adaptando muchos de sus puestos de trabajo hacia este nuevo tipo de relación trabajador-empresa. El trabajador del futuro deberá convertir-



se en un *generalista especialista*, es decir ser un trabajador muy cualificado que sea polivalente y flexible y que sea capaz de adaptarse a las necesidades del trabajo, siendo además un experto en diversos campos del trabajo a realizar. Lo que el mundo empresarial nos pide es el trabajador perfecto. Esto como es lógico puede conllevar ciertos rasgos asociados, fin del trabajo fijo, reducción de la protección social, etc. Adaptarse será el objetivo del trabajador para poder trabajar o no.

La Unión Europea en su libro blanco de diciembre de 1993, ha dado gran prioridad al desarrollo del teletrabajo, poniendo en marcha diversos proyectos bajo esta línea de investigación. Se estima que para el año 2000 cerca de 10 millones de europeos realicen este tipo de actividad laboral. Para obtener más información sobre el teletrabajo en Europa puede acudir al

foro de teletrabajo (Fig. 1) de la Unión Europea en la dirección de Internet: <http://www.agora.stm.it/ectf/ectfhome.html>. Al final de este artículo se incluyen otras direcciones de interés.

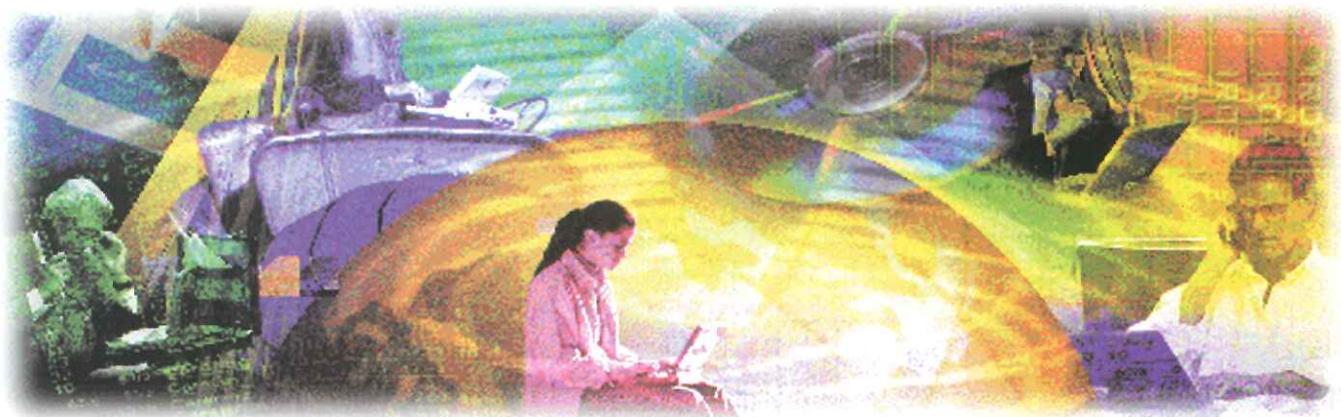
Para poder hacerse una idea de la rapidez con la que se está imponiendo esta nueva forma de trabajo en 1995 en los Estados Unidos ya existían unos 8 millones de teletrabajadores representando un 6,6% del número total de empleados, una cifra similar es la presenta el Reino Unido con un 6,1%. En Estados Unidos se espera que el número de teletrabajadores se incremente hasta unos 20 millones antes del final de siglo. La situación en nuestro país es bastante diferente ya que el número de teletrabajadores no llega a los 100.000, aunque este número se está incrementando rápidamente dada la precarización del mercado laboral.

Los tipos de trabajadores que pueden efectuar teletrabajo, pueden agruparse en tres grupos según la manera en que éste se realiza:

1º: El trabajo en casa; el trabajador realiza su trabajo en su casa realizando las labores específicas de su campo profesional. Los profesionales que se incorporan a este tipo son aptos para trabajos que requieran gran autonomía. Algunos de los profesionales que se incluyen en este grupo son profesionales libres, consultores, formadores, creativos, publicitarios, periodistas, etc.

2º: Los centros de recursos compartidos; en donde el trabajador puede acudir a realizar alguna función específica de su trabajo según lo requiera la empresa.

3º: El trabajo móvil; como su nombre indica está adaptado a personas que necesitan una movilidad continua. A través de teléfonos móviles y de



*Telecommuting*

## The Virtual Office Gets Real

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes del teletrabajo para los trabajadores y las empresas.

PARA EL TRABAJADOR:	PARA LA EMPRESA:
<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mayor calidad de vida.</li> <li>- Mayor flexibilidad para organizar su tiempo libre.</li> <li>- Menores costos de desplazamiento al lugar de trabajo, comidas, vestimenta necesaria para algunos trabajos, etc.</li> <li>- Mayor libertad para elegir dónde vivir, independientemente del trabajo.</li> <li>- Amplía el número de personas o empresas interesadas en su trabajo.</li> <li>- Reducción del stress debido a los desplazamientos a su puesto de trabajo en las grandes urbes.</li> <li>- Para tener la oficina en casa basta con tener un ordenador, módem y línea telefónica.</li> <li>- Una ventaja de trabajar en casa es que al estar solo, sin las clásicas interrupciones del trabajo, se puede ser más creativo y productivo.</li> <li>- Importantes ventajas para los discapacitados.</li> </ul> <p><b>Inconvenientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es necesario un soporte técnico de los equipos, ya que el clásico mantenimiento de la empresa no está presente.</li> <li>- Se deberá invertir en la compra de equipo más moderno cada cierto tiempo si se quiere estar a la última.</li> <li>- Mayores costes de mantenimiento del hogar, ya que en él se pasará la mayor parte del tiempo, al trabajar y vivir en el mismo lugar.</li> <li>- Posibles problemas de protección social y laboral al faltar una reglamentación específica.</li> <li>- Ausencia de contacto personal con la empresa y con los compañeros.</li> </ul>	<p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución considerable de gastos en oficinas, muebles, equipamientos, etc.</li> <li>- Reducción de las tasas de absentismo laboral.</li> <li>- Aumento de eficiencia y productividad, ya que los criterios a aplicar se basan en resultados y no en horas dedicadas.</li> <li>- Acceso a trabajadores de mercados laborales más amplios.</li> <li>- Posibilidad de crear sucursales allí donde se encuentre un teletrabajador.</li> <li>- Posibilidad de incorporar trabajadores cualificados que necesitan flexibilidad de tiempo y localización.</li> <li>- Reducción de costes laborales al poder contratar trabajadores según las necesidades de cada momento.</li> </ul> <p><b>Inconvenientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menor control sobre sus empleados.</li> <li>- Reducción de la confidencialidad de la información.</li> <li>- Problemas para mantener la estructura de la empresa.</li> <li>- Necesidad de creación de una nueva estructura.</li> </ul>

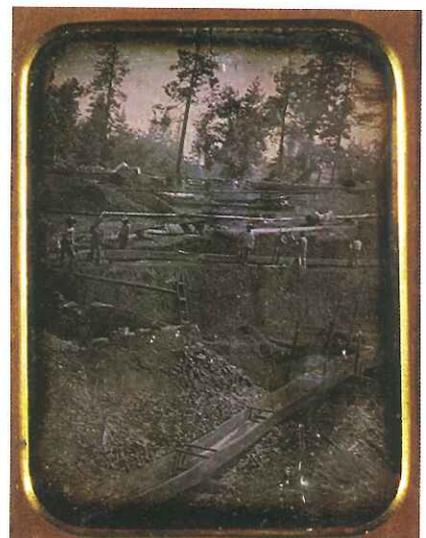
ordenadores portátiles el teletrabajador puede enviar los datos desde cualquier punto en que se requiera sus servicios, como pudiera ser el caso de un geólogo.

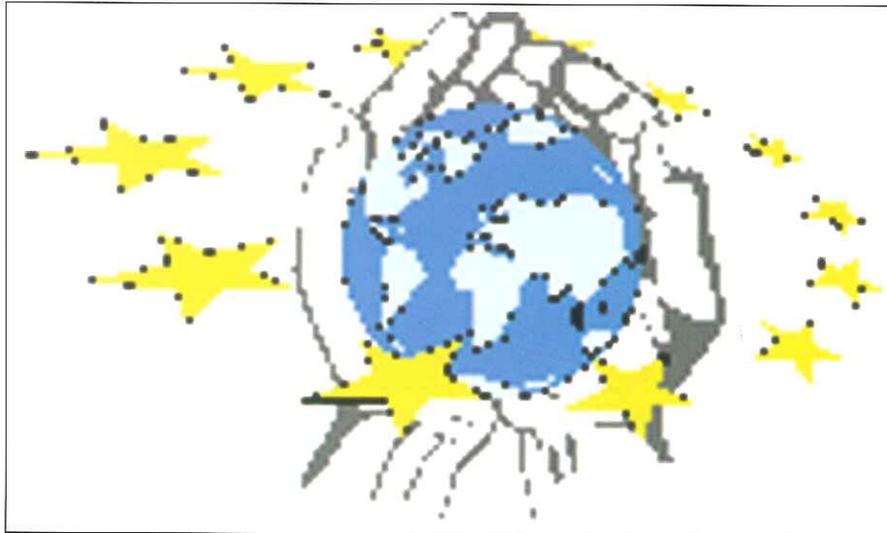
Por el momento, los puestos de teletrabajo están ocupados casi exclusivamente por profesionales del periodismo, informáticos, comerciales, publicitarios, etc. En el Campo de las

Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente una buena parte de los profesionales que trabajan en estos campos son profesionales autónomos que realizan de una forma u otra, trabajos tanto en la oficina como en sus casas por ello este colectivo tiene altas posibilidades de acogerse a esta nueva fórmula de trabajo ayudado por los nuevos medios telemáticos. El poder realizar un trabajo en otra provincia o país dejaría de ser una limitación. Esto no quiere decir que el clásico trabajo de campo desaparecerá, sino todo lo contrario ya que el trabajador podrá llevar su ordenador portátil a cualquier punto y tan sólo con conectarse a la línea telefónica o con un teléfono móvil podrá conectarse con su centro de trabajo y enviar ficheros de datos, imágenes digitalizadas, mapas, etc., reduciendo así los costes de desplazamiento y el tiempo necesario para ello, además conllevará una reducción del coste del mantenimiento de un puesto de trabajo en la oficina que puede ser empleado en más horas de campo. Habría que matizar estas generalidades cada tipo de trabajo que realizan los profesionales de las Ciencias de la Tierra, y realizar las adaptaciones oportunas, pero técnicamente hoy en día ya es posible.

Con todo, aún cabe la pregunta ¿Qué ventajas e inconvenientes tiene este sistema para el trabajador y para la empresa? Diversos estudios efectuados a grupos de teletrabajadores y empresas han llegado a las conclusiones que se expresan en la **Tabla 1**.

Sin caer ni en un extremo ni en el otro, y dejando aparte los pros y contras, podemos afirmar que el teletraba-





jo se convertirá en un futuro no demasiado lejano en una nueva forma de incorporarse al mundo laboral, tanto para nuevos profesionales como para los más veteranos. Desgraciadamente, son los resultados de las empresas lo que más cuenta.

Las nuevas posibilidades que nos brinda la tecnología están a la vuelta de la esquina; que habrá que aceptarlas, con todas sus ventajas y evitando todos sus inconvenientes. Trabajar con la tecnología, no para la tecnología; esta debe estar a nuestro servicio no, vice-versa.

Para ampliar más estos temas, existen algunas direcciones en Internet que contienen abundante información sobre el teletrabajo y sus posibilidades, tanto para el trabajador como para la empresa, que se han reflejado en la **Tabla 2.**

**Bibliografía de consulta**

AA.VV. (1995) *Lavoro. Telemática. Progresso (número speciale della rivista Telega dedicata al telelavoro)*. Telega, n. 2

AA.VV. (1966), in *NT, Notiziario del Lavoro*, (rivista della Telecom Italia). Speciale Telegalavoro, nº 81

BERTIN I. DENBIGH A. (1966), *The Teleworking Handbook. New Ways to Work in the Information Society*, TCA Warwickshire.

BIBBY A. (1995), *Teleworking. Thirteen Journeys to the Future of Work*, Calouste Gulbenkian Foundation, London.

BRAIN D.J., PAGE A.C. (1991), *Review of Current Experiences and Prospects for Teleworking*, European Commission, Bruxelles.

BRITTON E. (a cura di), (1996) *The information Society and Sustainable Development*, MCB University Press, Volume 2, (edizone speciale preparata per la Commissione Europea, DG XIII/B).

DI MARTINO V., WIRTH L. (1990) *Condition of Work Digest*, International Labour Office, Geneva.

DI NICOLA P. (1995), *Al lavoro! Ma lontano dall'azienda*, in «Notiziario del Lavoro» n 75.

DI NICOLA P. (1995) *Telegalavoro. Lo stato dell'arte e le prospettive* in «Nuova Rassegna Sindacale», nº 42, 27 novembre 27-28.

DG XIII-B, (1996) *Action for stimulation of transborder telework and research cooperation in Europe. Telework 1996. Final Report on Telework Stimulate Actions (1994-1995)*, Commissione Europea, Bruxelles.

FORSEBACK L. (1995), *20 Seconds to Work. Home-based Telework*, Teldok.

GAETA L. (1995), *Telegalavoro e diritto: l'esperienza italiana*, in «Relazione tenuta all'Università delle Isole Baleari (Palma de Mallorca, 29 novembre 1995).

GRASSO B., (a cura di) (1986), *Il Telegalavoro: lavoreremo tutti a casa?*, Bari, Ed. del sud.

HUWS U. (1994), *Follow up to the White Paper. Teleworking, Report to the EC Employment Task Force (DG V)*, Brussels.

KUGELMASS J. (1995), *Telecommuting: A Manager Guide Flexible Work Arrangements*, Lexington Books, New York.

NILLES J. (1994), *Making Telecommuting Happen. A Guide for Telemanagers and Telecommuters*, International Thomson Publ./van Nostrand, New York.

REID A. (1994), *Teleworking: A Guide to Good Practice*, Blackwell, New York.

TELDOK, (1994) *Telecottages, Telework and Distance Education*, Report 90E, Stockholm.

*Telework-Telematics Forum, Telework'95. Telework Practice and New Employment Opportunities. Proceedings of the 1st European Assembly on Teleworking and New Ways of Working*, Roma, Innova, European Community.

DG V/B/5, (1966) *Building the European Information Society for Us All. First Reflections of the High Level Group of Experts, Iterim Report*, European Commission, Bruxelles.

European Commission, (1966) *The information society... and the citizen: a status report on the availability and use of information and communication systems*, Bruxelles.

**Tabla 2. Direcciones de Internet en donde se puede ampliar información sobre el teletrabajo.**

El programa de la **Semana Europea del Teletrabajo** que se celebrará entre el 3 y el 10 de noviembre de 1997 se puede encontrar en: <http://www.eto.org.uk/etw97/>

**Community Teleservices International**: Servidor que contiene información sobre programas europeos de teletrabajo. Su dirección es: <http://www.icbl.hw.ac.uk>

<http://www.RACE.analysys.co.uk> En esta dirección que da un excelente servicio; en ella se puede encontrar información de los programas europeos RACE y ACTS.

<http://www.intranet.gr/wiselenGLISH/rd/projects/tenib/overview.html>: contiene información sobre proyectos RACE de la Unión Europea.

**Telework Europa**: es un proyecto patrocinado por la Comisión Europea, en donde se puede tener información sobre cómo se puede aplicar el teletrabajo en áreas rurales. Su dirección es: <http://www.tweuro.com/>

# Historia de una piedra

## (o la investigación de fondos paleontológicos históricos en el Museo Geominero, ITGE, Madrid)

Isabel Rábano

Dra. en Paleontología, es Directora del Museo Geominero (ITGE) y especialista en trilobites ordovícico-silúricos y otros artrópodos paleozoicos. Es vicepresidente de la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico e investigador principal de un proyecto financiado por la Comunidad de Madrid sobre patrimonio paleontológico.

Con el apoyo de la Comunidad de Madrid se está llevando a cabo un análisis exhaustivo de las colecciones paleontológicas del Museo Geominero, con el fin de identificar los fósiles originales recogidos en trabajos pioneros de la Geología y la Paleontología españolas. Esta es la historia de una de las piedras identificadas, la más antigua de las ilustradas por aquel entonces, y de las vicisitudes por las que pasó desde su depósito en la colección hasta su redescubrimiento en el Museo.

### La Junta General de Estadística

Una parte sustancial de las colecciones antiguas del Museo Geominero procede de los trabajos de la **Comisión del Mapa Geológico de España**, disuelta en 1859. Por R.D. de 20 de Agosto de ese mismo año, la **Junta General de Estadística** asumió los trabajos de cartografía geológica, enfocados a la producción de dos tipos de mapas: por un lado los *bosquejos*, y por otro los «definitivos». Los primeros tenían un plazo de finalización de cinco años, y para su ejecución se dividió la Península en cinco zonas, cada una de ellas a cargo de una brigada especial de reconocimiento.

### Investigaciones de Donayre en Zaragoza

El 9 de Mayo de 1863, la **Junta General de Estadística** dispone la formación, para la zona central, de una brigada formada por los ingenieros de minas Amalio Maestre y Felipe Martín Donayre, para el reconocimiento geológico del País Vasco, Navarra y Zaragoza.

Durante ese mismo año, la brigada efectuó una primera campaña de seis meses, con escasos resultados, debido a la ausencia de una base topográfica adecuada. En 1864, y disponiendo de

un avance cartográfico facilitado por el propio Francisco Coello, el trabajo resultó más efectivo, obteniendo una amplia colección de rocas y fósiles. El trabajo en la provincia de Zaragoza fue concluido por Donayre en 1866, aunque debido a los problemas financieros de la Hacienda pública, no pudo ser publicado hasta 1873.

El bosquejo geológico de la provincia de Zaragoza de Donayre (1873) es la primera memoria publicada por la **Comisión del Mapa Geológico de España**, refundada bajo el impulso de Manuel Fernández de Castro, y consta de un texto de 128 páginas, acompañado por 4 láminas desplegables ilustradas con grabados de fósiles, paisajes y cortes geológicos, y un mapa. En la primera lámina figura una piedra con una asociación de icnofósiles ordovícicos, procedente de la sierra de Santa Cruz de Atea, y que según Donayre correspondía a *Cruziana* nv.sp. La muestra es una de las recogidas en la campaña de 1864 por la brigada geológica de Donayre. De acuerdo con este autor, en 1867 le fue mostrada a Verneuil a petición de éste, dado su interés por conocer los fósiles de la Junta General de Estadística con vistas a precisar la constitución geológica de varias provincias de España, y emplear la información para el mapa que estaba realizando a escala 1:500.000.

Ante todo, el ejemplar en cuestión destaca por la asociación de icnofósiles presentes en una misma superficie. Otros ejemplares españoles de *Cruziana* habían sido ilustrados previamente en la provincia de Madrid (Prado, 1964).

La muestra aparece relacionada como «*Cruziana Ximenezii*, Prado», en la página 277 del libro de registro (manuscrito) de los fósiles de la **Junta General de Estadística**, con la que se inicia la provincia de Zaragoza. Tras tres años de trámites, Donayre fue designado oficialmente para reunir la colección generada por la Junta, pe-



*Cruziana furcifera* D'Orbigny, *Palaeophycus* isp. y *Skolithos* isp., muestra MGM-212/O, procedente del Ordovícico Inferior de Santa Cruz de Atea (Zaragoza). El ejemplar se muestra aquí junto con la ilustración publicada por Donayre (1873: lám. 1ª, fig. 2b).

ro ésta fue entregada a la Escuela de Minas por orden de la Dirección General de Estadística (enero de 1868). El 18 de marzo de 1868, Donayre intentó hacerse cargo del material, sin conseguirlo.

### Reorganización de la Comisión del Mapa Geológico

Con la supresión de los trabajos geológicos a partir de 1868 por falta de recursos, no es hasta 1870, y de modo efectivo hasta 1873, cuando se organiza de nuevo la Comisión del Mapa Geológico, y el material depositado en la Escuela de Minas constituye la base de la colección paleontológica del recién creado organismo. Esta se ubica en las Salas de Colecciones de su sede de la calle Isabel la Católica nº 23 (edificio que cambiaría su número al 25, y más

tarde su denominación como Plaza de los Mostenses, 2).

En 1883, la muestra paleontológica de Donayre es presentada, entre las colecciones de fósiles de la Comisión del Mapa Geológico, en la *Exposición Nacional de Minería, Artes Metalúrgicas, Cerámica, Cristalería y Aguas Minerales*, organizada en Madrid por el Ministerio de Fomento. La colección que finalmente concurrió a dicha exposición fue «entresacada» y ordenada por Justo Egozcue y Cía: el ejemplar analizado consta con el número 43 en el catálogo publicado en el tomo 10 (pág. 120) del *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España* (1883). A modo de curiosidad, en dicho catálogo figura identificado como «*Cruziana Ximeneci*, Prado», en tanto que en el manuscrito del mismo, que se conserva en la biblioteca del ITGE, consta como «*Bilobites Ximeneci*, Prado», procedente de Santa Cruz de Atea (Zaragoza).

### La colección actual

En 1926, las colecciones del entonces Instituto Geológico de España son trasladadas al nuevo edificio de la calle Ríos Rosas, donde a partir de 1927 se ubican definitivamente en la gran sala diseñada especialmente para exponer los fondos paleontológicos y mineralógicos del Instituto, sede del actual Museo Geominero. La única documentación previa de este periodo es la relación de contenidos de vitrinas, donde vuelve a figurar este ejemplar, que fue preparada por Primitivo Hernández Sampelayo en las décadas de 1930 ó 1940. Es de destacar que en el proceso de formación del Museo en su actual configuración, o tal vez en alguna época posterior, se perdió la información histórica relativa a todos los fondos de su colección paleontológica, de la que sobrevivieron contadas etiquetas originales, o bien anotaciones

en fichas relativas a un porcentaje ínfimo de ejemplares.

La restitución de estos aspectos exige un proceso detallado en el que cada ejemplar debe ser cotejado directamente con las ilustraciones contenidas en los trabajos elaborados por los miembros de la Comisión, los referidos al área de los yacimientos, aún de autores distintos, o bien con aquellas publicaciones con las que pudiera sospecharse alguna vinculación.

El caso aquí relatado constituye uno de los ejemplos de este proceder, pues antes de iniciarse la investigación, la piedra carecía de cualquier tipo de indicación específica que no fuera su localidad, encontrándose determinada como *Cruziana* sp., *Skolithos* sp. y *Planolites* sp., con el número 212/O del inventario general del Museo.

La localidad figura actualmente como «Santa Cruz de Ateca», una

transcripción errónea anotada por Hernández Sampelayo (1942), que no tuvo en cuenta otros estudios precedentes (Palacios, 1892). En la ilustración que acompaña a estas líneas podemos comparar el aspecto actual del fósil con respecto a su figura original (Donayre, 1873: lám. 1, fig. 2b). Además de diversas «licencias artísticas» del ilustrador, comunes en los grabados de la época, puede apreciarse la coexistencia en una misma superficie de *Cruziana furcifera* D'Orbigny, *Skolithos* isp. y *Palaeophycus?* isp. Estos icnofósiles son comunes en las formaciones del Ordovícico Inferior (Grupo Ibérico), de las Cadenas Ibéricas occidentales (Wolf, 1980). La localidad de procedencia del ejemplar se sitúa en una sierra coronada por la Cuarcita Armoricana al sur de la población de Atea (Zaragoza), 30 km al sureste de Ateca, con la que fue confundida por Hernández Sampelayo (1942). Todo

parece indicar que la muestra derivó de los crestones cuarcíticos que forma la unidad mencionada en la sierra de Santa Cruz (1.423 m).

#### Bibliografía

- Donayre, F.M. (1873). Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza. Mem. Com. Mapa Geol. España, 1, 1-128.
- Hernández Sampelayo, P. (1942). Explicación del Nuevo Mapa Geológico de España. Tomo II. El Sistema Siluriano. Mem. Inst. Geol. Min. España, 45 (1), 592 pp.
- Palacios, P. (1892). Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza. Bol. Com. Mapa Geol. España, 19, 1-112.
- Prado, C. de (1864). Descripción física y geológica de la provincia de Madrid. Junta General de Estadística, Impr. Nacional, 219 pp.
- Wolf, R. (1980). The lower and upper boundary of the Ordovician System of some selected regions (Celtiberia, Eastern Sierra Morena) in Spain. N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 160 (1), 118-137.



**SONDEOS GEOTÉCNICOS.**

**SONDEOS EN SUELOS CONTAMINADOS.**

**INGENIERÍA GEOLÓGICA. GEOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE.**

**HIDROGEOLOGÍA. PIEZÓMETROS.**

**RECONOCIMIENTOS GEOLÓGICOS.**

**C/ Rocafort, 261, ático 2.<sup>a</sup> - 08029 Barcelona.**

**Tel. (93) 778 08 16. Fax (93) 439 25 90**

### CARACTERÍSTICAS

Tierra & Tecnología es una revista técnica de periodicidad trimestral, orientada hacia la actualidad, tecnologías y metodologías en geología, hidrogeología, ingeniería geológica, ingeniería civil y obras públicas, minería, energía y medio ambiente.

Con una tirada media de 3.500 ejemplares nuestra publicación se distribuye gratuitamente a todos los geólogos españoles y los organismos y asociaciones relacionadas con las ciencias de la Tierra, y por tarifa a nuestros suscriptores.

### PERFIL DEL LECTOR

#### 1. Profesionales

- Todos los geólogos españoles
- Geólogos de las Asociaciones Profesionales de la Unión Europea
- Ingenieros: de Caminos, de Minas, Industriales, Agrónomos y de Montes
- Químicos, Físicos y Biólogos
- Ingenieros Técnicos y Facultativos
- Personal cualificado relacionado con el sector de las Ciencias de la Tierra

#### 2. Organismos y Entidades

- Europeos
- Nacionales
- Autonómicos
- Municipales
- Ministerios, Consejerías y Ayuntamientos
- Organismos Sectoriales
- Enseñanza e Investigación
- Investigación y Desarrollo
- Colegios y Asociaciones Profesionales

#### 3. Empresas

- Ingenierías y consultorías
- Empresas constructoras y contratistas
- Empresas de servicios
- Minas, canteras y graveras
- Industrias energéticas
- Cerámica y construcción
- Fabricantes y distribuidores de equipos

Tamaño	Color	B/N
<b>1 Página</b> 180 x 270 mm	100.000	50.000
<b>Doble Página</b> 390 x 270 mm	180.000	90.000
<b>1/2 Página</b> (H) 180 x 135 mm (V) 90 x 270 mm	50.000	25.000
<b>1/3 Página</b> (H) 180 x 90 mm (V) 90 x 135 mm	40.000	20.000
<b>Directorio: Anuncios Clasificados</b> Módulo simple (90 x 40 mm) 1 año Módulo doble (90 x 85 mm) 1 año Módulo triple (90 x 130 mm) 1 año		35.000 60.000 80.000
Contraportada exterior	140.000	
Interior portada	120.000	
Interior contraportada	110.000	
<b>Encartes</b> Dos páginas Cuatro páginas	100.000 150.000	
<b>Recargos</b> Emplazamiento especial Página sangrada Quinto color o color directo Para otros espacios o formatos: Consultar condiciones		20 % 15 % 15 %

### OBSERVACIONES

- Las cantidades que aquí figuran se considerarán en PTA.
- Los fotolitos y originales son por cuenta del anunciante
- Los encartes deberán tener un gramaje máximo de papel de 150 g y su tamaño el corte de la revista. En ningún caso los encartes podrán ir sueltos

### CARACTERÍSTICAS DEL SOPORTE

#### • TÉCNICAS

Formato de corte: 230 x 210 mm en DIN A4  
Impresión: Offset 4 x 4  
Encuadernación: Cosido y pegado  
Papel: Couche 80 g

#### • CUANTITATIVAS

Periodicidad: Trimestral (4 números al año)  
Tirada mínima: 3.500 ejemplares  
Precio: 800 Pta  
Distribución: por suscripción  
Distribución gratuita a responsables de organismos de las administraciones central, autonómica y municipal

**ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE GEOLOGOS (ICOG)**

Avenida Reina Victoria, nº 8, 4º B  
28003 - MADRID

Teléfono: (91) 5532403 - Fax: (91) 5330343  
e-mail: [icog@icog.es](mailto:icog@icog.es) <http://www.icog.es>

# La difusión del registro geológico

Alfonso Arribas Herrera

Paleontólogo, especialista en vertebrados. Trabaja en el Museo Geominero del Instituto Tecnológico Geominero de España.

En febrero de 1997 se inauguró una exposición sobre minerales y fósiles en Torrelavega (Cantabria). La exposición, llamada «Tesoros en las Rocas», fue organizada por el Museo Geominero (Instituto Tecnológico Geominero de España) con la colaboración del Centro de Investigación del Medio Ambiente e ITSEMAP Ambiental, bajo el patrocinio de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio del Gobierno de Cantabria.

El fin de la exposición, ubicada en cuatro salas con una superficie total de 500 m<sup>2</sup>, fue ofrecer a la comunidad cántabra una muestra seleccionada de aquellos objetos que llegan hasta nosotros en las rocas. Aunque nuestros conciudadanos conocen la existencia de minerales y fósiles, generalmente carecen de la información necesaria para poder valorar realmente —al margen de la estética— el significado de estos cuerpos naturales. Una vez aceptado por todos los profesionales que los contenidos del registro geológico son más importantes por la información que suministran que por sus características extrínsecas, es necesario ofrecer a la sociedad, cuando se muestran estos objetos, la información básica del contexto temporal y espacial en que aparecen y el significado real de los mismos: fuentes de información histórica y evolutiva.

Los minerales y los fósiles pueden ser mostrados con sus etiquetas en bellas vitrinas y sin información adicional, si lo que se busca es ofrecer una visión estética de «mágicos» objetos, desvinculados de nosotros, que se explican por sí mismos, por su perfección. Pero, y a pesar de opiniones subjetivas, ese puede no ser el fin buscado al exponer dichos materiales cargados de contenido, puesto que ni los minerales se explican por sí mismos, ni los fósiles están desvinculados de otros seres vivos, como nosotros, que por casualidad o por determinismo los podemos identificar, clasificar, interrelacionar e incluso dar de nuevo vi-

da, tras millones de años de muerte, al recrear sus modos de vida y los paisajes del pasado en los que habitaron. Por ello, en esta exposición se explicó en 13 vitrinas, con sus correspondientes paneles, la sistemática mineral y en otras 18, la historia de la vida vinculada con la historia de la Tierra, puesto que nada es la primera sin la segunda. Doscientas especies minerales mostraron las realidades de los «caprichos» naturales que son los pocos pero significativos sistemas cristalinos, la más evidente demostración del carácter discontinuo de la materia. Otros doscientos fósiles, invertebrados, pistas, plantas, vertebrados y alguna réplica especial para los más pequeños (el carnosaurio de 8 metros *Yangchuanosaurus* se refugió en el fondo de la sala de paleontología), enseñaron a los visitantes que la vida del presente es real en tanto en cuanto que la vida en el pasado fue verdadera. La exposición además mostró en una sala monográfica las especies minerales más comunes de la comunidad cántabra, procedentes de minas tan famosas por sus muestras como Aliva o Reocín. Un audiovisual sobre puntos de interés geológico de esta comunidad complementó la información suministrada a los visitantes, junto con grandes troncos carboníferos de Córdoba, cráneos, mandíbulas y huesos largos de mastodontes de Ciudad Real, y dos vitrinas con representación de los fósiles de nuestros antepasados más directos: hominoideos y homínidos primitivos.

Transmitir la información de cómo fueron las cosas en el pasado a la sociedad no suele ser fácil, pero en esta ocasión se contó además con la inestimable ayuda del arte. Ocho de los ya famosos cuadros de Mauricio Antón estuvieron presentes en la exposición, mostrando en un breve recorrido los paisajes y las faunas que desde el Cretácico hasta el Pleistoceno han definido y surcado los territorios ibéricos que hoy nos sustentan.



Reconstrucción realizada por Mauricio Antón del yacimiento cuaternario del Pontón de la Oliva (Madrid).

La gran afluencia de visitantes ha puesto de manifiesto el interés que muestra la sociedad, fundamentalmente las nuevas generaciones, por conocer su patrimonio y su Tierra. Requisito fundamental para respetar y

proteger el medio ambiente actual es conocer y apreciar los medios y los ambientes pretéritos y cómo éstos han evolucionado y han condicionado la evolución de otras entidades del pasado. Sólo el conocimiento riguroso de

los mecanismos que han determinado la evolución de la Tierra y de la vida en el Tiempo, sin influencia humana, permitirá poder evaluar con un alto grado de certeza la influencia real del hombre en los procesos naturales actuales. ¿Qué extinciones o qué cambios ambientales actuales, en esta escala temporal humana tan corta, han sucedido y sucederán debido a la dinámica «normal» de los acontecimientos terrestres, y cuáles han sido y serán debidos a la «perversa» influencia humana en la Tierra? Posiblemente las respuestas a preguntas de este tipo estén en el conocimiento riguroso de los acontecimientos del pasado geológico.

En tanto en cuanto que la información que se obtiene de la investigación científica de la Tierra y sus contenidos no ha de ser considerada patrimonio exclusivo de los geólogos, sino de toda la sociedad, mostrar dichos contenidos y sus significados a la misma no es sino una obligación de los propios especialistas. Valga esta exposición o cualquier otra que se organice como ejemplo de ello.

## Nueva Librería Gea

- Cartografía
- Senderismo
- Guías naturaleza
- Biología
- Ecología
- Física
- Química
- Matemáticas
- Informática



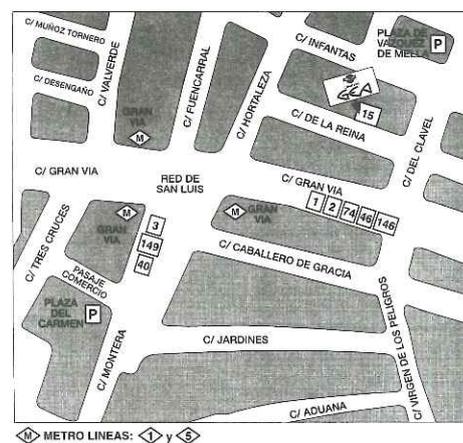
ESPECIALIZADA EN  
**GEOLOGIA**

### NUEVA DIRECCION

C/ Reina, 15 - 28004 MADRID

Tel. y Fax: 532 41 18

E-Mail: [libreriagea@coverlink.es](mailto:libreriagea@coverlink.es)



# Divulgación

por Joaquín Araújo

Cuando damos a conocer nuestro entorno más interior, ese paisaje que entendemos más nuestro, a veces tanto que incluso lo contemplamos como una amable expansión de nosotros mismos, se nos depara, entiendo, una de las satisfacciones más completas.

Ejercer de presentador del inacabable espectáculo de valles, ríos, marismas o tramos costeros, nos incorpora a la delicia del redescubrimiento. Al propiciar la novedad en los ojos que has invitado parece que algo prestado puedes tomar del asombro ajeno. O mejor lo compartes. Brindas una suerte de hospitalidad para la admiración de otro y eso siempre hace aumentar la propia. No pocas veces se llega al entusiasmo, pues da la impresión de que al enseñar lo que conoces bien, siempre encuentras también en ti un poco de la esencia del primer momento. Sin descartar que todos aprendemos algo nuevo en esa amable docencia. Explicar lo que ves siempre aumenta lo visto. Acaba siendo como ejercer de profesor y alumno al mismo tiempo, que siempre fue la mejor forma de estar con los demás.

Seguramente ahí, o muy cerca, comienza la divulgación, esa faceta tan consolidada ya del naturalismo. Sobre todo la que incorpora la ruta en un paisaje, que proponemos a los demás para que repitan la exploración que previamente hicimos. El actual interés por la recolección de fósiles, minerales o la contemplación de los componentes geológicos del paisaje queda incluida y espoleada por la convencional divulgación.

Pero al mismo tiempo que se hace la invitación, que propone en el fondo un conocimiento constructivo, todos sabemos que los lugares descritos se harán más comunes, más públicos, más frecuentados, más frágiles... Suele asomar entonces el riesgo de saturarlo de nosotros mismos y, claro, degradarlos. Invariablemente a continuación, mana el debate entre casi todos los implicados en la divulgación, la conservación de la Naturaleza y los usuarios de los espacios abiertos. Tanto es así que si cupiera establecer el cómputo de las preguntas más veces formuladas en reuniones, conferencias, congresos relacionados con nuestros temas, descubriríamos que en una de las primeras posiciones aparecería la de si dar a conocer determinados enclaves es un peligro. Si conviene no abrir una puerta a la degradación vía propaganda que podría desembocar en masificación. A menudo se plantea que guardar el secreto de una cierta maravilla natural-paisajística tiene hasta carácter de comportamiento ético-ecológico. O su reverso, es decir, si se comete alguna incorrección, desde el punto de vista proteccionista, con la divulgación. Lo que nos lleva a un callejón con tantas salidas como se quiera.

Hace ya muchos años que pusimos en circulación aquello de «Conocer para conservar» que tantas veces nos imitaron. Animados sin duda por el convencimiento de que también en los demás se produjera el proceso que se dió en nosotros de profundo respeto hacia lo que admirábamos. Y hasta se adujo mil veces que esa vulgarización de lo valioso y de lo bello era el principio de las declaraciones de espacios protegidos. Pero no menos cierto resulta que decenas de lugares se vieron inundados de visitantes que, incluso con una correcta actuación, no podían evitar ser un impacto al interferir continuamente la calma de los rincones naturales que paradójicamente aman y defienden.

De ahí que no pocos, o casi todos en algún momento, nos hayamos planteado que la mejor protección es la ignorancia. Había que esconder lo aprendido para preservarlo. Es decir no conocer para conservar.

No está desde luego la renuncia de moda. Si por algo nos caracterizamos los humanos es por cualquiera de las facetas de la acumulación. Aspiramos siempre a más. De ahí que las posturas místicas, aquel «Toda ciencia trascendiendo...» de San Juan de la Cruz, o el «Amo a la Naturaleza porque no sé lo que es» de Fernando Pessoa, seguramente el mejor poeta de este siglo, nos resulten tan hermosas como inviables en nuestros días. Pero si no renunciamos a conocer al menos hagámoslo con toda la intensidad y respeto posibles.

Una divulgación seria y responsable es la mejor salida. Quiero expresar que se trata de no sólo compartir la cáscara de los encuentros con nuestros mejores paisajes, sino también de incorporar a nuestras narraciones unas formas de conducta que ya hemos hecho nuestras. Por ejemplo, la evidencia de que debemos ajustarnos a los ciclos vitales, excluirmos de los momentos y lugares más sensibles y desde luego seguir disfrutando serenamente del mejor espectáculo que puede ofrecernos nuestro mundo y al que todos, sin excepción, tenemos derecho. Sin olvidar que los aliviantes secretos pueden ser mantenidos mientras no haya garantías de esos correctos usos que dan sentido a nuestra primera afición.



El Comité Editorial de «Tierra y Tecnología» felicita desde estas líneas a Joaquín Araújo por la concesión del Premio Nacional de Medio Ambiente, y se congratula de tenerlo como colaborador. ¡Enhorabuena!

## Esfalerita de Aliva (Cantabria)

Alfonso Arribas

Las minas históricas españolas han suministrado excepcionales ejemplares minerales al mundo, bien por su rareza o por la calidad de sus formas. Como primer ejemplo hoy mostramos una de las especies de Aliva (Cantabria), la esfalerita.

Aunque la minería en Cantabria se remonta a época romana, no es hasta el siglo XVII cuando proliferan las ferrerías de la región vasco-cantábrica, y por tanto las labores extractivas. Por ejemplo, en los hornos de La Cavada y Liérganes se experimentó sobre las técnicas de fundición (carbones, aleaciones metálicas y sustancias explosivas basadas en especies minerales) para suministrar cañones a la artillería española del siglo XVIII. Pues bien, vinculada con estas actividades y en busca de materias primas, se localizó en el Macizo Central de los Picos de Europa el yacimiento de Minas de Aliva. En las proximidades de Fuente Dé, y dentro de las calizas de la Formación Caliza de Montaña, se encuentran las mineralizaciones que esencialmente están compuestas por esfalerita junto a pequeñas cantidades de pirita, calcopirita y smithsonita en una ganga de dolomita, calcita y, ocasionalmente, fluorita.

Estas minas, cerradas definitivamente al inicio de la década de 1990, han proporcionado cristales únicos en el mundo de «blenda acaramelada», especialmente bellos por su variedad de colores, pureza, transparencia y tamaño.

La singularidad de las muestras minerales yacentes en Aliva, quizás justificasen en un futuro próximo el control o la protección de esta localidad cántabra de difícil acceso, con el fin de preservar su contenido como patrimonio geológico español.



Cristal de esfalerita de Aliva (Cantabria). Museo Geominero, ITGE, Madrid.

## Nuevos trilobites del Carbonífero Inferior

Tras doscientos años de desarrollo de la Paleontología, no son habituales ya los hallazgos de nuevas formas de vida del pasado. Aún así, la permanente investigación de afloramientos poco conocidos aumentan, con nuevos taxones, la sistemática animal del registro fósil. Un ejemplo es el reciente descubrimiento de nuevos trilobites en el Carbonífero español.

En el año 1996, ha sido publicado un trabajo científico en el que se dan a conocer siete nuevas especies de trilobites del Tournaisiense Superior de la Sierra de San Pedro (Cáceres). Los trilobites, siendo abundantes en las rocas del Paleozoico peninsular (fundamentalmente en el Cámbrico y el Ordovícico), son unos fósiles relativamente raros en el Carbonífero español. Los 77 fósiles, recolectados y donados al Museo Geominero por Don Antonio Riviño, han sido estudiados por Gerhard Hahn, Renate Hahn e Isabel Rábano. En su trabajo se describen las nuevas especies, junto a otra anteriormente conocida, y caracterizan a la asociación fósil como afín a «la comunidad carbonática de aguas someras propias de áreas europeas como Gran Bretaña, Bélgica y Rusia», aunque las características de esta especial asociación cacereña parecen «indicar que los trilobites españoles corresponden a una biofacies algo más profunda o bien que habitaban ambientes de gran turbidez debido al alto contenido en partículas volcánicas en suspensión». Estas nuevas especies permiten completar el conocimiento que se tenía de las faunas marinas carboníferas españolas, y facilitarán la mejora de las reconstrucciones paleobiogeográficas del final del Paleozoico.



Caparazón completo y Paratipo de *Cummingella (Cummingella) arbizui* Hahn, Hahn y Rábano 1996, del Carbonífero Inferior de la Sierra de San Pedro (Cáceres). Museo Geominero, ITGE, Madrid.

# Las competencias profesionales del geólogo

Luis E. Suárez Ordóñez

Presidente del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España.

Frecuentemente, en la Asesoría Jurídica del Colegio (ICOG), se reciben solicitudes personales y telefónicas acerca de si se es competente para realizar determinados trabajos o para firmar cierto tipo de informes. A veces se solicita incluso una relación de Informes o Trabajos que los geólogos pueden firmar. La respuesta inmediata a esta petición es que esta relación de trabajos profesionales depende de la competencia del geólogo concreto. El geólogo solicitante *podría* firmar una vasta lista de trabajos geológicos, pero sólo *debería* firmar (realizar) aquellos trabajos geológicos que fuera verdaderamente capaz de realizarlos. Esta respuesta, la que daría una persona razonable y lógica, sin conocimientos legales acerca de las competencias profesionales de los geólogos, deberemos matizarla a la luz del ordenamiento jurídico y de la práctica profesional del colectivo de geólogos, intentando aportar luz a **las diferentes aristas de un concepto poliédrico, como es el de competencias profesionales**, dado que cuando se emplea en el lenguaje colegial tiene contenidos distintos y en algunos casos contrapuestos. Por ello, pasaremos a analizar las diferentes acepciones con que el concepto de competencias profesionales es empleado.

En principio, existen dos tipos de competencias profesionales: las atribuciones profesionales y las derivadas de un título académico. En estas líneas comentaremos exclusivamente las primeras, dejando las segundas para un análisis posterior.

## Competencias profesionales legales: las atribuciones profesionales

En ocasiones la regulación de competencias profesionales se realiza por el ordenamiento jurídico a través de Leyes, Decretos Leyes, Reglamen-

tos, Reales Decretos u Órdenes Ministeriales. Esta asignación de competencias profesionales por ley, se conocen como **atribuciones profesionales**. Es conocida la Ley de Atribuciones profesionales de los Ingenieros Técnicos y Arquitectos Técnicos. Así, a título de ejemplo de atribuciones profesionales "ex lege", tenemos los apartados 2 y 3 del artículo 117 de la Ley 22/1973, de 21 de Julio, de Minas, ley preconstitucional que, a pesar de las repetidas declaraciones públicas de los sucesivos gobiernos, todavía regula, hoy en día, las bases del régimen minero y energético, como competencia exclusiva del Estado, conferida por el artículo 149.1 25º de la Constitución Española. **El apartado 2 de este artículo 117** tipifica que: "los trabajos de exploración e investigación habrán de ser proyectados y dirigidos por Ingenieros de Minas, Licenciados en Ciencias Geológicas, Ingenieros Técnicos de Minas, Peritos de Minas o Facultativos de Minas. (...). En todo caso, las operaciones que puedan afectar a la seguridad de los bienes o de las personas o requieran el uso de explosivos habrán de ser dirigidos por titulados de Minas". **El apartado 3 del artículo 117 señala que:** "los trabajos de explotación habrán de ser proyectados y dirigidos por titulados de Minas". Sin entrar a interpretar jurídicamente este precepto, se ha de precisar que esta atribución de competencias profesionales a los Licenciados en Ciencias Geológicas, ha de interpretarse a la luz de la Ley 73/1978, de 26 de diciembre de creación del Ilustre colegio Oficial de Geólogos de España (ICOG) y del Real Decreto 1709/1981, de 19 de junio en el que se aprueban los Estatutos del ICOG. En efecto, dado que la creación del ICOG es posterior a la promulgación de la ley de Minas en vigor de 1973, la referencia al título académico de licenciado en Ciencias Geológicas debe interpretarse y suplirse por el título profesional de Geólogo, dado que «es requisito indispensable para el

ejercicio de la profesión de Geólogo la incorporación al Colegio» (art. 13) y que «para ejercer la profesión de Geólogo son requisitos indispensables estar en posesión del título académico correspondiente y estar colegiado en el Colegio Oficial de Geólogos» (artículo 20 de los Estatutos del ICOG), en concordancia con la exigencia de colegiación obligatoria prevista en el artículo 3.2 de la Ley 7/1997, de 14 de abril de medidas liberalizadoras en materia de Colegios Profesionales.

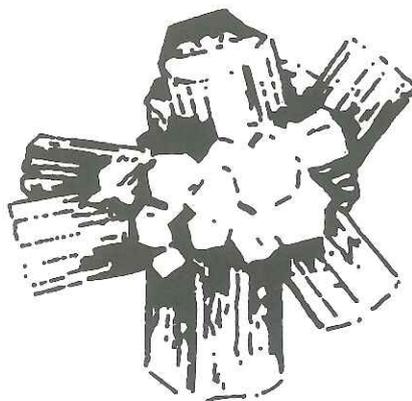
En consecuencia, el artículo 117 de la Ley de Minas tipifica dos tipos de competencias profesionales: en el apartado 2 se regula **la competencia profesional compartida** de los titulados de Minas y Geólogos en los proyectos y dirección facultativa de los trabajos de exploración e investigación de los recursos regulados por la Ley de Minas (yacimientos minerales y demás recursos geológicos, art. 1.1 de esta ley), siendo **una competencia profesional plena** para los titulados de Minas y **una competencia profesional li-**

**mitada** para los geólogos, cuando las operaciones de exploración puedan afectar a la seguridad de los bienes o de las personas, o requieran el uso de explosivos. Por otra parte, el apartado 3 del artículo 117 regula la competencia profesional exclusiva de los titulados de Minas en los proyectos y dirección facultativa de los trabajos de explotación minera.

De acuerdo con el artículo 117.1 de la Ley de Minas, incumbe al Ministerio de Industria (competencia atribuida actualmente a las Consejerías de Industria de las Comunidades Autónomas) la inspección y vigilancia de todos los trabajos de exploración, investigación, explotación y aprovechamiento de recursos geológicos, por lo que serán las Secciones de Minas de las Comunidades Autónomas quienes interpreten el concepto jurídico indeterminado de cuáles son las operaciones que afectan a la seguridad de los bienes o las personas.

Es importante señalar que en este caso y en todos los casos en que

una Administración Pública emita un acto administrativo que deniegue una competencia profesional legal debe reunir **los requisitos previstos en los artículos 53 a 55 de la Ley 30/1992**, de 26 de noviembre de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y Procedimiento Administrativo Común por los cuales los actos administrativos **se producirán por escrito (art. 55)** y dado que limitan derechos subjetivos o intereses legítimos **serán motivados** con sucinta referencia de hechos y fundamentos de derecho (art. 54.1<sup>º</sup>). En consecuencia, deberá exigirse al órgano administrativo competente que lo emita por escrito; no podrá, si lo exige el administrado, producirse verbalmente. Se justificará, además, el mismo en un ley o normativa concreta. En todo caso, en el referido acto administrativo **se deberá expresar los recursos que contra la misma procedan, órgano administrativo o judicial y plazo para interponerlos (art. 89.3).**



## MINERALES Y FÓSILES REGALOS-DECORACIÓN

C/ Guzmán el Bueno, 133 (centro comercial)  
28003-Madrid, ESPAÑA  
Tfno./Fax: 91/534 26 87

## RESTAURANTE EL ARMARIO

C/ San Bartolomé, 7  
28004-Madrid  
Tfno.:(91) 532 83 77

Entre la plaza del madrileño y castizo compositor de «Agua, Azucarillos y Aguardiente», Federico Chueca, y la del político y orador asturiano, Juan Vázquez de Mella, se encuentra un agradable restaurante con un nombre



cargado de significado para su clientela habitual: «El Armario».

Recogido, acogedor y sobre todo limpio y tranquilo, algo que hoy en día en Madrid es, a fuer de escaso, muy valioso, lo que unido al agradable trato, hace de este rincón de la calle de San Bartolomé un lugar entrañable.

Clara y Luis se ocupan de clientes y mercado diario, misiones que cumplen muy dignamente.

La carta es breve, pero variada y auténtica; la bodega es, en cambio, tal vez demasiado breve.

Pero lo que realmente destaca y merece comentario aparte es el menú diario. Resulta difícil encontrar actual-

mente en Madrid una relación calidad/precio similar a la que se ofrece en *El Armario*.

El chef, procedente de los fogones de una gran escuela de restauración como Cabo Mayor, se luce sobre todo en el horno y los pescados de temporada, y con los postres, así como con una esmerada y dignísima presentación de todos los platos.

Un gran surtido de infusiones igualmente bien presentadas y un «Licor de la Bruja» a base de aguardiente de orujo, como digestivo, completan una más que digna comida por 1.500 ptas., IVA incluido.

**Jaime Palacio**

## MOLINO SAHAJOSA

MOLINO SAHAJOSA  
Ctra. de Cehegín a Calasparra  
30420-Valentín  
Murcia  
Tfno.: (968) 72 01 70

Los molinos están de moda en el turismo de interior. La rehabilitación de estos nobles ingenios hidráulicos proporciona enclaves privilegiados para disfrutar de la tranquilidad y el encanto del medio rural. Y como dicen que de muestra vale un botón, aquí está el Molino Sahajosa, para ilustrar las bondades de estos reencuentros entre la tradición y lo moderno. Y es que en este molino del siglo XVIII el sincretismo alcanza cotas inimaginables, coexistiendo el equipo *hi-fi* en el salón con los aperos tradicionales colgados en las paredes. Las habitaciones tienen un mobiliario digno de la mejor de las abuelas, y en

algunas la caliza roja que luce sobre la mesilla de noche, ofrece algunos bellemnites de museo. El desayuno, mediterráneo y casero, merece tomárselo con calma. La misma que se necesita para

disfrutar de los alrededores: la Cueva del Puerto, el Congosto de los Almadenes, las Minas, etc., etc.

**Juan Pequeño**



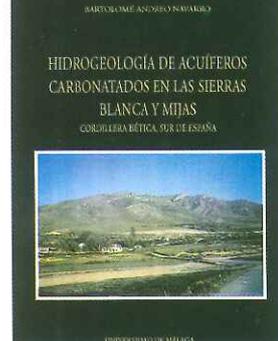
### Hidrogeología de acuíferos carbonatados en las Sierras Blanca y Mijas (Cordillera Bética, sur de España)

B. Andreo Navarro, editado por la Universidad de Málaga.

En este libro se estudian varios sistemas acuíferos existentes en las Sierras Blanca y Mijas, dos macizos carbonatados que constituyen la Unidad Hidrogeológica más importante de la Costa del Sol, con una superficie de 170 km<sup>2</sup>, de la cual se abastece una población del orden de 250.000 personas.

La obra tiene dos objetivos fundamentales. El primero, de carácter práctico, delimitar los sistemas acuíferos a partir de un adecuado conocimiento de la geología y de las cotas piezométricas, y evaluar los recursos (por varios métodos) y las reservas de agua disponibles. También se comentan aspectos relacionados con la calidad del agua.

El segundo objetivo, de carácter teórico-científico y el que más se desarrolla en el libro, es intentar conocer el funcionamiento hidrogeológico de cada uno de los sistemas investigados, mediante el análisis de las respuestas tanto en régimen natural como en régimen influenciado por bombeos. Se han aplicado métodos hidrodinámicos a las crónicas de datos de caudales (análisis de curvas de recesión, de caudales clasificados, correlatorio y espectral), se han controlado las variaciones del nivel piezométrico, columnas litológicas de sondeos, ensayos de bombeo. Igualmente, se ha llevado a cabo un control hidrotérmico, hidroquímico (componentes químicos mayoritarios y trazas), tanto del agua de lluvia como subterránea, y se han practicado determinaciones isotópicas (<sup>18</sup>O y tritio), así como radioactividad natural de las aguas subterráneas.



Los métodos aplicados, en gran parte, se han utilizado en otros lugares (Pirineos, Jura, Appalachés), aunque en este caso se dispone de abundante información de sondeos, niveles piezométricos y ensayos de bombeo que permiten precisar en cada sistema acuífero los resultados obtenidos a partir del análisis de las respuestas naturales. El estudio de sistemas ha permitido constatar que la respuesta de éstos depende de la estructura y funcionamiento interno, pero también de circunstancias externas como el clima (precipitaciones) y la tectónica. Por ello, en la obra se critica la aplicación de clasificaciones de los acuíferos carbona-

### Innovaciones y avances en el sector de las rocas y minerales industriales

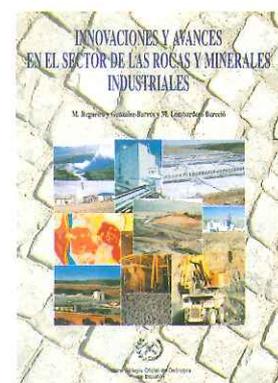
M. Regueiro y González-Barros y M. Lombardero Barceló, 78 pp., editado por el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España.

Las rocas y minerales industriales, rocas ornamentales y áridos representan en conjunto más del 57 % de la producción minera de España. La información disponible sobre la temática de rocas y minerales industriales a nivel internacional es enorme, tanto en libros, como en varias publicaciones periódicas; recientemente en España, han aparecido o están próximas a aparecer monografías originales o traducciones sobre sustancias específicas, algunas de ellas editadas también por el propio Colegio de Geólogos.

En general todos los libros sobre el tema intentan dar una visión amplia, generalmente muy práctica y aplicable, así como útil tanto para la exploración, como para el estudiante; pero sin duda, a veces, excesivamente académica y tediosa.

La aportación original del libro que reseñamos estriba fundamentalmente en abordar de modo selectivo aquellas rocas y minerales industriales que incorporan innovaciones recientes procedentes de I+D tanto en explotación, como en manufacturas o usos finales. Nuevos materiales, restauración de explotaciones, cogeneración, posicionamiento GPS, y un largo «etcétera», son tratados de modo singular por este libro, cuya lectura resulta fácil, a la vez que sugerente, para todos desde los que desde diferentes puntos de vista estamos dedicados a las rocas y minerales industriales.

Sin duda en el libro se refleja la dilatada experiencia profesional de los autores, y el gran interés que han manifestado en defensa de la importancia de este sector de la actividad minera. Quizá en todo el libro subyace la idea expresada en la página 18: «Las prioridades de I+D para este sector... es preciso dirigir (las)... (a) buscar mayor valor añadido para minerales abundantes que podrían sustituir con ventaja a otros minerales...». Los empresarios, en el cumplimiento de su función de crear riqueza; las administraciones Públicas, en el favorecer las iniciativas empresariales y diseñar la política I+D; y los investigadores, sensibles a las necesidades de su entorno social; deben recoger el mensaje subliminal de este libro, en defensa de la incorporación efectiva y generalizada de la investigación aplicada al Sector de las Rocas y Minerales Industriales.



Salvador Ordóñez

tados que toman como referencia parámetros indicativos de la estructura interna del sistema, sin tener en cuenta el contexto climático y tectónico.

Los acuíferos carbonatados alpujáridos, tradicionalmente, se han considerado como poco karstificados. Sin embargo, en las Sierras Blanca y Mijas, pueden diferenciarse dos tipos de comportamiento acuífero, dependiendo del grado de fracturación, karstificación y de la litología: sistemas kársticos y sistemas fisurados.

La obra está a la venta por un precio de 3.500 ptas. en el Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, sita en el Campus Universitario de Teatinos, 29071 Málaga, teléfono 95-2132917 y fax 95-2132918.

Mercedes Vallejo

### Desarrollo sostenible y economía ecológica

L. Jiménez Herrero, 364 pp., editorial Síntesis. Serie: Actualidad.

Luis Jiménez Herrero, profesor de Medio Ambiente y Desarrollo en la Universidad Complutense de Madrid, defiende en este libro la unificación de criterios ecológico-ambientales, económicos y socioculturales, con el fin de lograr el desarrollo de una nueva cultura basada en el equilibrio entre el hombre y la naturaleza.

El autor analiza la insostenibilidad de los paradigmas en los que, hasta ahora, se ha basado la economía y el desarrollo, dando lugar a la actual crisis global del medio ambiente. Por ello, como punto de partida para alcanzar el desarrollo sostenible y en base a la compatibilidad existente entre la protección del medio ambiente y el desarrollo, propone una reorientación económica y una visión del desarrollo con nuevas perspectivas.

De este modo, establece los principios y bases económicas del desarrollo sostenible, así como sus restricciones e insuficiencias; a la vez que plantea estrategias de gestión del medio ambiente, principios y criterios de valoración de los recursos y cuáles deben ser los indicadores del desarrollo sostenible. Así, será posible alcanzar la completa integración medio ambiente-desarrollo y economía-ecología.

Mercedes Vallejo



### La séptima potencia. España en el mundo

M. Gaviria, 435 pp., ediciones B.

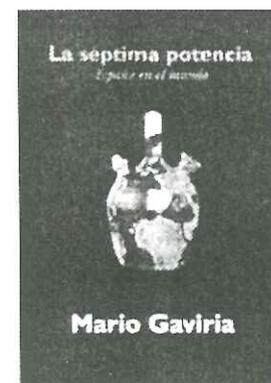
Mario Gaviria, sociólogo y profesor de Trabajo Social de la Universidad pública de Navarra, expone en este libro un análisis de la evolución española en los últimos treinta y cinco años, considerando este periodo como el mejor de nuestra historia. Esta visión tan optimista que nos sitúa en el séptimo puesto del ranking mundial, se basa en una profusa documentación estadística de los diversos aspectos económicos y sociales a nivel mundial.

Desde el punto de vista social, somos el tercer país del mundo para vivir (según la Revista *The Economist* en 1994), el cuarto en cuanto a tasa de escolarización, el séptimo en libertad política, y el noveno país según el Indicador del Desarrollo Humano (IDH) de la ONU. Por lo que respecta al paro, uno de los problemas que más preocupa a los españoles, existe más empleo y menos paro que el reconocido, siendo la tasa de paro muy parecida a la media europea. Así, mientras que la Encuesta de Población Activa, señala que la tasa de paro se sitúa en torno al 22%, el autor estima que en realidad, esta no supera el 12%. Además, concluye que en España se trabajan también más horas de las admitidas, siendo muy elevado tanto el ritmo de trabajo como la calidad del mismo. Sin embargo, en lo que se refiere al tema de Ayudas al Desarrollo, estamos todavía bastante atrasados en el ranking mundial, ya que no hemos progresado en este aspecto hasta los años más recientes.

Por lo que respecta al aspecto económico, el autor afirma que somos el séptimo país del mundo en cuanto al Producto Interior Bruto (PIB), habiendo pasado del puesto 13 al 7 en tan sólo siete años. Por otro lado, somos el tercer país turístico internacional, exportamos más que nunca, ocupando, los productos españoles, el noveno puesto en cuanto a calidad global, y somos el cuarto país del mundo que más inversión extranjera ha captado en los últimos veinte años. En cuanto a la investigación, ésta es cada vez más abundante y mejor, aumentando al mismo tiempo nuestra capacidad de investigación, innovación y aplicación de la tecnología. Asimismo, el crecimiento del gasto interno bruto en Investigación y Desarrollo (I+D) ha sido el mayor de todos los países (13,2% en el periodo 1986-89; y 16,9% en 1990). El aspecto negativo en la economía lo integran los problemas típicos de los países desarrollados, como es el consumo de energía y agua, noveno y quinto puesto, respectivamente, con los problemas medio ambientales que esto conlleva. Además, formamos parte del grupo de los 10 países más contaminantes debido al sistema económico industrial, de residuos y energético.

Con este análisis tan exhaustivo, el autor demuestra que las perspectivas de futuro de España son tan buenas como las de cualquiera de los grandes países, y considera la situación económica y social mejor incluso que cuando no se hablaba de crisis. Sin embargo, reconoce que existen problemas, pero problemas típicos de países desarrollados.

Mercedes Vallejo



## SALVAGUARDAR Y RENTABILIZAR NUESTRO PATRIMONIO YA NO ES TAN SENCILLO

Los cambios que se están produciendo en los mercados financieros españoles están obligando a los ahorradores a reconsiderar su política de inversiones y consiguientemente a modificar su perfil de riesgo.

Hasta el pasado ejercicio el inversor podía obtener substanciales plusvalías o rendimientos invirtiendo en productos tradicionales y conservadores, con riesgo prácticamente nulo, como los Fondos de Inversión FIAMM (que invierte fundamentalmente en Letras del Tesoro), las Letras del Tesoro, los pagarés, las imposiciones a plazo fijo en Entidades de Crédito, etc. Hoy la excelente evolución de la economía española esta permitiendo al Banco de España una paulatina rebaja del tipo oficial del dinero que está llevando a mínimos históricos las rentabilidades de los activos que hemos comentado.

Los tipos de interés a corto plazo están actualmente en el 5,25%, y su tendencia es a la baja. El buen comportamiento de nuestra inflación en los primeros meses del año que debe continuar reduciéndose significativamente, al menos hasta el verano, va a propiciar el que no tardaremos demasiado en ver el tipo oficial en el 5%, y si miramos al medio plazo debemos pensar en un tipo oficial en torno al 3,5%.

La lectura de las buenas magnitudes macroeconómicas españolas resulta evidente, España tiene muchas posibilidades de estar en la primera fase de la Unión Monetaria Europea, los criterios de Maastrich que actualmente no cumplimos están evolucionando favorablemente y nuestras posibilidades de alcanzarlos son del mismo calibre o superiores que las que puedan tener Alemania o Francia.

Los mercados financieros se caracterizan por anticiparse a las noticias económicas que puedan producirse, esto es lo que está ocurriendo en los mercados españoles en los últimos meses en los que hemos pasado del convencimiento de que España no se integraría a la Unión Monetaria en la primera velocidad a tener cifras que nos equiparan a los países motrices de la misma. Nuestros mercados deben seguir avanzando por encima de la media en los próximos trimestres y es por ello que debemos variar drásticamente nuestra política de inversión, aumentando el riesgo de nuestra cartera global para optimizar la rentabilidad de nuestros ahorros.

Si bien es cierto que hasta ahora podíamos manejar particularmente nuestras inversiones, hoy es evidente que necesitamos la ayuda de un profesional para manejar nuestros ahorros y debemos de-

positar nuestra confianza en entidades especializadas en Gestión de Patrimonios que nos guíen en los mercados nacionales y extranjeros. La elección de una gestora para confiarle nuestra cartera siempre es difícil, pero recomendamos vivamente el no limitarnos a juzgar las rentabilidades obtenidas, sino sobre todo el servicio de asesoramiento que nos pueden ofrecer.

En el terreno práctico, debemos confiar a nuestro Asesor tres factores fundamentales: en primer lugar la cuantía de nuestro patrimonio total y su distribución por productos y mercados, en segundo lugar la temporalidad de nuestra inversión informando de las posibles necesidades de tesorería que puedan producirse en los próximos 12 ó 24 meses y en tercer y último lugar el nivel de riesgo que estamos dispuestos a asumir.

Las tres premisas anteriores son la base para que su gestor pueda efectuar una recomendación de inversión acertada en la que siempre se tendrá en cuenta la rentabilidad financiero-fiscal de la misma, y por supuesto la diversificación que se recomienda no se basará en el previsible comportamiento de los mercados a corto plazo, sino en su comportamiento en el medio/largo plazo, buscando en todo caso dar estabilidad a nuestra inversión intentando superar los dos años.

El vehículo más idóneo para canalizar nuestros ahorros son los Fondos de Inversión que combinan una buena rentabilidad con una óptima fiscalidad. Estos instrumentos de inversión permiten a los ahorradores estar presentes en todos los mercados nacionales e internacionales de divisas, bolsa o renta fija en porcentajes acordes con el perfil de cada uno. Los costes de gestión de los Fondos de Inversión son normalmente moderados y mucho más si tenemos en cuenta que contamos con la tranquilidad de saber que sus gestores están exclusivamente dedicados a estudiar dichos mercados y variar en cualquier momento que juzguen oportuno las posiciones en los diferentes activos.

Dentro de la amplia gama de fondos de inversión hay que distinguir entre FIMs y FIAMMs los primeros pueden invertir en acciones y en activos de renta fija nacionales o extranjeros cuyo vencimiento supere los 18 meses, lo que lleva aparejada una mayor volatilidad. Los FIAMMs por el contrario son muy conservadores y sólo pueden invertir en activos de renta fija cuyo vencimiento no supere los 18 meses, son los denominados fondos de dinero.

Los Fondos de Inversión FIM presentan una gran variedad de carteras con diferentes criterios de inversión. Los hay de renta fija española, de renta fija ex-

trajera, de bolsa nacional, de bolsa extranjera, mixtos, etc. Esta extensa gama es la que hace recomendable trasladar la gestión de nuestro patrimonio a unos profesionales que nos hagan conocer no solamente la bondad del producto sino fundamentalmente el nivel de riesgo en el que podemos incurrir.

Pocas compañías pueden hoy ofrecernos un servicio de asesoramiento global, pero las que han realizado mayores inversiones en medios humanos y materiales son las independientes que además han llevado a efecto un ambicioso programa de formación que sitúa a sus gestores de cuentas entre los profesionales mejor formados a nivel nacional e internacional. El hecho de tener un único y exclusivo fin, dar servicio y asesoramiento a los inversores, ha permitido un espectacular crecimiento de los clientes que han confiado la gestión de sus ahorros a las gestoras independientes.

Este esfuerzo de las compañías independientes ha permitido que una sociedad como AB Asesores, a la que **los afiliados al Ilustre Colegio Oficial de Geólogos tienen acceso totalmente gratuito**, haya logrado en tan solo doce años situarse como la primera sociedad independiente en el mercado de capitales español, con una amplia red comercial a lo largo del territorio nacional y ges-

tionando actualmente más de 350.000 millones de pesetas, el fondo de renta fija extranjera más importante en el mercado español (47.000 MM), el 50% del patrimonio de los 10 fondos más rentables en Bolsa española, etc...

AB Asesores ha defendido públicamente la tesis de que España se incorporaría a la Unión Monetaria Europea en la primera fase, como lo ha venido comentando en las conferencias que se han celebrado en los últimos nueve meses. La diversificación que AB Asesores ha venido recomendando a sus clientes les ha permitido según su diferente perfil de riesgo, conservador, moderado o agresivo, obtener rentabilidades sensiblemente superiores a la media, siendo la mejor demostración de la necesidad de contar con un servicio especializado y personalizado de asesoramiento.

En definitiva, los tiempos han cambiado e invertir nuestro ahorro sin el asesoramiento de un profesional especializado es sencillamente correr un riesgo que no nos debemos ni nos podemos permitir.

**Alvaro Blasco**

Director Comercial de AB Asesores

AB ASESORES 

**INVIERTA EN TODOS LOS MERCADOS FINANCIEROS CON LAS GRANDES VENTAJAS DE LOS FONDOS DE INVERSION**



AB ASESORES 

Alfonso XI, nº 12  
Madrid 28014  
Tel.: 580 10 70

### Proyecto Mediterranean Targeted Project

El Proyecto «Objetivos en el Mediterráneo» (Mediterranean Targeted Project) (MTP) comenzó en 1993, bajo los auspicios de la Comisión Europea, y dentro del Programa MAST, con un presupuesto global de 11 millones de ECU. La Comisión de la CEE propuso que el proyecto se desarrollara en 10 subproyectos combinados, en los que colaboraran 70 instituciones de 14 países.

Durante el periodo 1993-1996, en el MPT se obtuvieron importantes resultados científicos principalmente en los siguientes campos:

- Cambio climático global
- Impacto del hombre en el sistema Mediterráneo
  - Estructura y funcionamiento del «ecosistema» Mediterráneo.



La segunda fase del proyecto comprende el trienio 1996-1999, en el que se alcanzará la madurez del proyecto y cuyo objetivo será mejorar y desarrollar los resultados obtenidos durante la primera fase. El nuevo proyecto se denomina Mediterranean Targeted Project phase II - Mass Transfer and Ecosystem Response (MTP II - MATER) en el que están implicados 53 instituciones de 13 países de Europa junto con Marruecos y

Túnez. El presupuesto alcanzará los 10.589 millones de ECUS del Programa MAST y 221.000 ECUS que provienen del Programa de Cooperación Internacional.

### El patrimonio histórico y natural. Valor cultural y recurso económico

#### III Curso interdisciplinar de formación continua y complementaria

El curso se divide en cuatro módulos de tres días de duración (sábado, domingo y lunes), 105 horas

#### Fechas

- Primer módulo: 20, 21 y 22 de septiembre de 1997
- Segundo módulo: 25, 26 y 27 de octubre de 1997
- Tercer módulo: 29, 30 de noviembre, 1 de diciembre de 1997
- Cuarto módulo: 17, 18 y 19 de enero de 1998

#### Temas

1 Desarrollo sostenible y el Patrimonio Histórico y Natural como recurso económico

- Los centros históricos y las localidades rurales como un sistema integrado en un espacio global.
- Nuevas formas de aproximación y análisis.
- Determinación de las estrategias generales y sectoriales: economía, sociedad y participación.
- El papel del planeamiento.
- Del análisis a la síntesis.
- Los límites de la intervención pública y los intereses privados.
- Ejemplos de actuaciones diversas.
- Análisis de un valle: El valle de Udías.
- Análisis de conjuntos: S<sup>a</sup> María de Bareyo y Pámanes.

2. Teoría de los valores históricos y del rito

- El conocimiento de los orígenes: héroes y pasado histórico.
- Patrimonio visual y espacial, identidad, pervivencia de las imágenes.
- La comprensión del entorno y la ecohistoria.
- La fiesta como conciencia e instrumento de revitalización.
- Experiencias en cascos históricos.

3 La rehabilitación integral de un templo y su entorno. (Paisaje, arquitectura, decoración, escenografía y liturgia)

- La recuperación de los usos.
- Experiencias de recuperación integral en edificios religiosos.

4 Modelo de gestión y de ejecución

- La fórmula de un proyecto integral.
- Determinación de objetivos.
- La implantación de nuevos métodos. La pervivencia de las actitudes.
- La movilización de los recursos:
  - Política municipal
  - Iniciativa privada
  - Incorporación de la sociedad a los proyectos institucionales
  - Programas de comunicación y concienciación

#### Objetivo

Conservación del Patrimonio Histórico y Natural: Recuperación integral, desarrollo sostenible y estrategias de actuación.

#### Método

Los rasgos esenciales del curso son el enfoque interdisciplinar y el carácter práctico. Una combinación de clases teóricas, conferencias, estudios de experiencias y casos concretos, así como el análisis de la realidad, permiten sensibilizar a los alumnos y aproximarse a los problemas desde puntos de vista muy diversos, en los que las soluciones son el resultado de un trabajo en equipo. A la mayor parte de las exposiciones seguirá un coloquio, concediéndose gran importancia a la participación de los asistentes, para que los ejemplos puedan servir de esquema operativo para definir las líneas de actuación en casos particulares.

#### Dirigido a

Distintos profesionales, empresarios, técnicos, políticos y funcionarios de la administración local, autonómica o central, miembros del clero, gestores de instituciones, promotores turísticos, propietarios, licenciados con probada experiencia, etc. con responsabilidad en intervenciones y en la custodia del Patrimonio Histórico y Natural, que deseen abordar esta amplia y compleja cuestión desde una dimensión diversa, interdisciplinar y profesional, como una orientación complementaria que facilite un enfoque globalizador.

#### Evaluación y diploma

El seguimiento de los alumnos será continuo por parte de los profesores y tutores. La elaboración de una memoria de un caso práctico reflejará la asimilación por parte del alumno. Al finalizar el curso se extenderá un diploma.

#### Tasas

60.000 pesetas de inscripción. Incluye: Documentación, material de trabajo para casos prácticos y traslado a los escenarios de análisis.

El programa prevé la concesión de un porcentaje de ayudas de matrícula, viajes y alojamiento en función de las características personales.

#### Lugar de celebración

Fundación Marcelino Botín

#### Viajes y alojamiento

Por cuenta propia

#### Información y pre-inscripción

Hasta el 9 de septiembre  
Fundación Marcelino Botín. Sta. Begoña Guerrica-Echevarría  
C/ Pedruca, 1 39003 Santander  
Tel. 942-226072. Fax. 942-226045  
E-mail: Fmabotín@sarenet.es

La selección de los alumnos se comunicará a partir del 12 de septiembre

Santander, 1997



Fundación  
Marcelino Botín  
Pedruca, 1, 39003 Santander  
Tel. 942 226072. Fax. 942 226045

III Curso de formación continua y complementaria



**Santander, 1997**

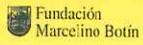
**EL PATRIMONIO HISTÓRICO Y NATURAL**

Valor Cultural y Recurso Económico

**Finalidad**

**Aprender a:**

- Concebir el Patrimonio como una realidad compleja, compuesta por múltiples variables.
- Identificar el Patrimonio con sus valores culturales y sociales.
- Diagnosticar los problemas para la conservación y su interdependencia.
- Tener en cuenta la necesidad de coordinar los instrumentos legales, técnicos, económicos y culturales, primando el más conveniente.
- Aplicar fórmulas de gestión y sensibilización que desemboquen en su rentabilidad social y económica.



Fundación  
Marcelino Botín

**Catástrofes naturales.** En España a pesar de alguna experiencia con los terremotos, fenómeno devastador donde los haya, la catástrofe natural de mayor importancia es la riada. A lo largo de la historia, millares de habitantes han sucumbido ante los desastres que se producen periódicamente, especialmente en zonas como el Levante. Ahora que está presente el nuevo Ministerio de Medio Ambiente cabe esperar respuestas contundentes a estos problemas. Es imprescindible tomar precauciones en las riberas, zonas peligrosas por excelencia, y masivamente ocupadas, en las que el agua reclama su *espacio vital* de vez en cuando. No hay nada peor que dejar de lado que los desastres llaman a la puerta, de cuándo en cuándo, y cuando lo hacen no hay puerta que se resista. Se puede saber dónde actuará el fenómeno, aunque no cuándo. ¿Por qué no evitar los daños que sabemos que se pueden producir en lugares determinados? La incidencia de desastres aumenta a escala planetaria. Desastres como el de Biescas ocurren en todo el planeta, así como también se sufren durísimas sequías que causan también importantes daños. El daño sufrido por catástrofes naturales se va duplicando de una década a la siguiente. Los costes económicos se multiplican sin embargo por tres. La Naturaleza anda muy revuelta y más que en un pasado cercano. Todo está relacionado con la intensa actividad industrial y las deforestaciones que sufre nuestro planeta. ¿No sería más inteligente actuar de otro modo?

La empresa MQ-Producciones pretenden construir un **parque temático sobre un Yacimiento del Paleolítico**. El yacimiento está situado en la localidad de Foz Coa, nordeste de Portugal. El parque que se inauguraría en mayo del año que viene, tendría una extensión de 35.000 m<sup>2</sup>. El parque consta de un viaje en tren que ilustra sobre la vida del hombre hace veinte mil años e incluye también un espacio infantil, en el que se explica la evolución del hombre desde el Paleolítico hasta nuestros días.

Científicos del Pentágono anunciaron recientemente el hallazgo de un **lago helado en el Polo Sur de la Luna**. El lago parece que persiste helado al encontrarse en el interior de un cráter que

nunca recibe rayos solares. Este descubrimiento hace viable el estudio de la construcción de una base habitable e incluso la explotación del lago. Los datos han sido facilitados por la transmisión de la nave no tripulada «Clementine» hace ya dos años. El motivo de la publicación de los resultados es el consenso de los científicos sobre el caso. En estos momentos se pretende buscar una financiación para organizar una segunda misión Clementine II. Se pretende poner en la Luna todoterrenos que verifiquen la presencia de hielo en la Luna. El cráter es el mayor del Sistema Solar, con 2.500 Km de diámetro y 13 de profundidad. El descubrimiento tiene importantes implicaciones para un posible regreso humano a la Luna.

**El autor de las herramientas más antiguas pudo ser un primate no humano.** El ser que realizó las herramientas se denomina *Paranthropus boisei*. Esta hipótesis la ha planteado el paleontólogo Bernard Wood de la Universidad de Liverpool. Los instrumentos fueron hallados en Gona (Etiopía) y tienen 2,6 Millones de años. Se trata de rocas talladas con filo. El hallazgo sugiere que estas criaturas realizaban las herramientas desde hace 2,6 millones de años hasta hace 1,6 millones de años, momento en el que se piensa que los útiles fueron sustituidos por las hachas achelenses. El *Paranthropus boisei* fue descubierto en Olduvai junto con los instrumentos en el nivel más antiguo de una excavación. En el yacimiento había restos de otro homínido; esto unido a las características del *Paranthropus* (cerebro pequeño) les hizo pensar que no fue el autor de las herramientas. En la actualidad se le considera como una línea evolutiva lateral a la evolución del hombre. Investigaciones posteriores sugieren que sus manos eran capaces de delicadas manipulaciones para realizar instrumentos.

**Localización del «Portus Gaditanus».** Hace más de veinte siglos se situaba un puerto de mar en la bahía gaditana. La zona se fue convirtiendo en un área industrial próspera. El geólogo Fernando Rambaud da la localización del puerto del que hablan los cronistas greco-romanos. Rambaud explica que ha trabajado en esa costa durante muchos años y que apreció una estructura hi-

podámica. Eso llamó su atención. El antiguo puerto podía ser una ciudad de madera que hubiese sido construida al estilo de Hipodamo, arquitecto griego del siglo II ó III a.C. Sus ciudades eran rectangulares. Portus Gaditanus fue construido por Balbo, y representó una zona comercial importante desarrollando una industria destacada, que podría haber coincidido en la localización de una ciudad que hubiese pervivido posteriormente, y por lo tanto difícil de excavar.

**Falleció M. Leakey**, importante investigadora del origen del hombre en el continente africano. Murió en Nairobi con 83 años de edad. M. Leakey junto a su marido investigaron Kenia y Tanzania aportando datos a la evolución de Africa. Estudiaron los fósiles de homínidos y sus artefactos en los yacimientos de Olduvai (Tanzania). Uno de los hallazgos más sorprendentes fueron las huellas de hace 3,5 millones de años de Laetoli (Tanzania). Al retirarse a vivir a Nairobi fue su hijo el que continuó la tradición y profesión familiar.

La sonda *Galileo* revela **grandes masas de hielo y volcanes en Europa**, la luna de Júpiter. Los datos muestran que en la luna existen los elementos que se necesitan para dar un caldo de cultivo de alguna forma de vida: hay agua, una fuente de calor y componentes orgánicos. Se conoce la existencia de hielo, y se cree que la luna podría generar suficiente calor como para producir agua. De hecho, hay científicos que sospechan de la posible presencia de océanos subterráneos. Ahora también se relaciona la vida descubierta en los océanos terrestres ligada con el volcanismo submarino, y que pueda ser el origen de vida extraterrestre primitiva en satélites como Europa. A debatir este tema acudieron a la AAAS especialistas como Shoemaker y Ballard. El primero de ellos puso su nombre al cometa que colisionó con Júpiter hace dos años, y el segundo es conocido por su descubrimiento del Titanic y del estudio de volcanes submarinos. Shoemaker explicó cómo bajo una capa de hielo puede existir un océano de gran profundidad con volcanes. Todos estos datos recogidos en la Tierra y la similitud de algunos de ellos en la luna jo-

viana y otros lugares del Sistema Solar tienden a facilitar la búsqueda de vida en otros lugares. Datos como éstos no estaban disponibles en los anteriores intentos de localizar vida extraterrestre. Por otro lado, se observa que en la superficie lunar hay zonas con pocos cráteres más jóvenes, y otras con una mayor presencia de ellos, y por otro lado, la luna aparece atravesada por un sistema de fracturas posiblemente provocado por el movimiento de la capa helada. Las primeras imágenes del satélite joviano fueron tomadas en 1979 por la sonda *Voyager 2*.

**El hombre de Java es más antiguo de lo que se pensaba.** En el s. XIX Eugene Dubois encontró el primer *Homo erectus*, al que más tarde se le bautizaría como hombre de Java. El creía que había encontrado el «eslabón perdido» en la cadena evolutiva del hombre. Actualmente se han revisado los restos y se les ha datado. Pertenecen a los *Homo erectus* más modernos que emigraron de Africa hacia Asia. La datación original se basaba en la edad de las rocas del yacimiento. Ahora utilizando el sistema de isótopos de Uranio sobre un diente de bóvido encontrado en la zona, se llega a la conclusión de que la edad es 20.000 y 400.000 años más modernos de lo estimado. Estos datos vienen a decir que el Hombre de Java sobrevivió por lo menos un cuarto de millón de años más que los representantes similares en otras zonas del planeta. Esta afirmación conlleva la coexistencia del *Homo erectus* (Hombre de Java) con el *Homo sapiens*.

**Un desprendimiento en Japón** produce al menos 19 muertos. Cuando se encontraban atravesando un túnel en autotocar, les sorprendió una gran masa de unas 50.000 toneladas, que rompió la estructura del túnel y lo bloqueó. Los equipos de socorro intentaron localizar algún superviviente infructuosamente; para ello utilizaron cámaras de pequeño tamaño introduciéndolas por las grietas. Al verificar la ausencia de supervivientes procedieron a la fragmentación de la roca mediante dinamita, con resultados poco favorables.

Comerciantes del Centro El Mirador, de Colmenar Viejo (Madrid), crean un museo de la Tierra. El museo conten-

drá árboles fosilizados. Actualmente apenas contiene dos ejemplares, aunque de grandes dimensiones. Todos los árboles que acogerá serán de más de seis toneladas de peso y hasta tres metros de altura. Todos ellos serán de la Sierra Madrileña.

Se ha encontrado un fósil de **carnívoro** de una edad de **220 millones de años**. El hallazgo tuvo lugar en Australia por el paleontólogo Stephen Godfrey. El fósil se parecería a la salamandra japonesa gigante, y estaría dotada de una potente mandíbula, aunque se alimentaría principalmente de pescado de pequeño tamaño.

Se piensa que **criaturas de los fondos marinos** están **influidas por el clima**. Esta es la afirmación de Thomas M. Cronin y Maureen E. Raymo, que han realizado una investigación en conchas fosilizadas de microorganismos extraídos de sedimentos del fondo del Atlántico. Los estudios muestran fluctuaciones biológicas acordes con los cambios climáticos.

**Barquillita** es el nombre de un nuevo mineral descubierto por Ascensión Murciego, profesora de la Universidad de Extremadura. El mineral es opaco, fibroso y de color gris con tinte violáceo. Está compuesto de azufre, cobre, cadmio y germanio. Recibe su nombre por la localidad de Barquilla (Salamanca).

El **déficit hídrico de Andalucía** para el año 2012 previsto por el Plan Hidrográfico Nacional es de unos 808 hectómetros a pesar de los nuevos aportes por la construcción de pantanos y nuevos trasvases. En el Aula del Agua, seminario que agrupa a economistas, geólogos, agricultores y otros profesionales, sus componentes afirman que hay que hablar del agua ahora que se cuenta con ella. Según esto asumen el contenido del documento de J. López Martos que propone el fomento del ahorro del agua, mediante técnicas modernas. En el Aula se piensa por un lado que se deben promover las soluciones que ofrece la ingeniería, pero también se debe estudiar el complicado problema de los usuarios de acuíferos y promover otras técnicas de riego. El documento también apuesta por mejorar la reutilización del agua.

Como dato importante contemplan el no poder contar con nuevas infraestructuras, como nuevos pantanos hasta dentro de unos 10-15 años, que es lo que se tarda en llevar a cabo obra semejante. Además se supone que durante esa época se atravesaría un nuevo período de sequía. Sin embargo, proponen un incremento del agua en zonas donde su productividad y su rentabilidad se consideren favorables. Casos indebidos de gestión del agua son los regadíos que tienen un derecho preferente sobre otros que están situados en los mismos municipios, a pesar de que su productividad sea inferior.

**La Isla de Buda** del Delta del Ebro pasa a manos privadas. Una sentencia del Juzgado de Primera Instancia número 2 anula la declaración de dominio público de parte de la isla. La antigua propiedad era la sociedad Argadelsa. La sentencia afecta a dos zonas de la isla denominadas Calaix Gran y Calaix de Mar, con 398 hectáreas. La zona constituye una reserva natural húmeda de las más importantes de Europa, en la que están presentes aves en peligro de extinción. El magistrado, J. Delgado consideró que por sus características de flora y fauna, y por el grado de salinidad de las lagunas de la zona no podía ser declarado como dominio público. Sin embargo, según el abogado del Estado y la Sociedad Española de Ornitología, el magistrado no interpreta correctamente la Ley de Costas, al hablar ésta de zonas inundadas por efecto de las mareas, incluyendo albuferas y esteros. Esto por lo tanto incluiría la zona en litigio. Con esta sentencia ya se ha anulado en dos ocasiones el dominio público sobre parte del Delta del Ebro. La Sociedad Española de Ornitología reclama mayor espacio público para el parque natural del Delta, ya que el aumento de los terrenos privados afecta de forma preocupante a las especies que habitan el Delta.

Al menos **19 especies de aves** sobrevivieron al cataclismo que acabó con los dinosaurios y otros seres hace 65 millones de años. La teoría de que el impacto meteorítico acabó con gran parte de los mamíferos y aves arcaicas ha sido sustituida. Antes se creía que las aves modernas habían evolucionado con posterioridad al cataclismo. Ahora

un grupo de científicos de Oxford (Inglaterra) y Massey (Nueva Zelanda), han demostrado, con ADN de pájaros modernos, que 19 especies sobrevivieron y continuaron evolucionando hacia las especies modernas.

**Agentes hostiles de Marte.** La NASA se asegurará en el futuro de que las muestras que se recojan en el planeta vecino no contengan formas de vida hostiles a la vida terrestre. El Consejo Nacional de Investigación advirtió de la posibilidad de que esas muestras pudieran contener formas de vida activas o dormidas y que tendrían que aislarse. Sin embargo, se piensa que la probabilidad de que un organismo extraterrestre pudiera sobrevivir y crecer en la Tierra es muy remota.

**Terremoto de 4,4** en la escala Richter. A finales del pasado mes de Febrero, Granada y Málaga despertaron con un temblor de tierra. El epicentro se localizó en Agrón, zona de gran actividad sísmica. El movimiento estuvo acompañado por otros de escasa intensidad. Las poblaciones más afectadas coincidieron con las que sufrieron un terremoto catastrófico en el siglo XIX. En esa ocasión hubo casi un millar de víctimas, y miles de casas fueron afectadas por el seísmo. La zona es la de mayor actividad sísmica del país. Este terremoto fue el primero del año, pero normalmente en esta parte de España se producen unos 20 seísmos de intensidad similar durante todo el año.

**Las armas de madera más antiguas conocidas.** Son lanzas de madera de abeto y tienen 400.000 años de antigüedad. Han sido encontradas en Alemania en un yacimiento minero de carbón. La mina está situada cerca de la localidad de Schningen, a 100 Km. de Hannover. El autor del hallazgo fue el arqueólogo alemán Hartmut Thieme. El trabajo de Thieme consiste en preservar todos los objetos de interés arqueológico que pueda encontrar en la mina. En esta ocasión encontró lanzas que supone se utilizaron para cazar caballos, dado que se han encontrado junto a ellas huesos de esos animales. Por la edad del yacimiento y su similitud a otros cercanos que contienen restos de *Homo erectus*, pensó que eran éstos los que las utilizaron. Las lanzas tienen dos puntas afila-

das, similares a una jabalina actual, pero de considerables dimensiones. Se han encontrado tres, y dos de ellas superan los dos metros de longitud. Thieme piensa que aunque la madera fosiliza malamente, estas lanzas debieron caer a un lago, y se conservaron en una zona con falta de oxígeno. Ya en 1992 comenzaron a encontrarse restos al empezar a investigar la mina. Ahora la empresa minera quiere preservar el yacimiento de las lanzas.

**¿Es la «Roca de Getafe» un meteorito exótico?** Sigue sin descifrarse el origen del supuesto meteorito que cayó sobre un automóvil en las proximidades de Getafe (Madrid). Cayó el 20 de Junio de 1994 y lleva ya dos años siendo investigado en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, lugar al que fue donado el mismo por el conductor del automóvil. Toda la investigación realizada inclina a los científicos a pensar que se trata de un meteorito diferente a los que se han encontrado hasta ahora. Sin embargo, opinan que es muy difícil de aceptar por la comunidad internacional de científicos. La roca ha sido sometida a numerosas pruebas, se la ha analizado con microscopía de alta resolución y también se ha averiguado su temperatura de fusión, que es de 1200 grados. También se estudió el efecto producido sobre ella de los rayos cósmicos para determinar su edad y verificar su procedencia o no del espacio, pero se ha llegado a la conclusión que tal vez la roca sea un fragmento de otra mayor, y que estuviera recubierta por ésta, protegiéndola. Por último cabe destacar que la composición química es única, ya que no se asemeja a ninguna roca terrestre conocida. Está compuesta por silicatos de calcio, óxidos de hierro, hierro y cobre. Hasta ahora no hay conclusiones determinantes.

**Nueva forma de almacenar residuos radiactivos.** El nuevo método consiste en unos depósitos herméticos y cilíndricos de 5 metros de alto por 2,5 de diámetro. Estos contenedores se colocan en unas plataformas protegidas por una capa de cemento, además cada contenedor tiene 25 centímetros de acero recubierto de plomo. Los contenedores se llevan a las piscinas donde el combustible se ha enfriado para recargarlos. Posteriormente, se sellan y

se transportan al recinto donde se almacenarán. Este sistema se ha ensayado en EE.UU. y se impondrá en la central de Trillo I (Guadalajara).

**Diminutos cristales de magnetita en el cerebro.** El hallazgo de cristales de magnetita en el cerebro ha sido uno de los descubrimientos mineralogéticos más importantes de la última década. Se ha determinado que estos cristales se encuentran en la mayoría de los tejidos de los seres humanos en una proporción mínima de cinco millones de cristales de magnetita por gramo. El descubrimiento hace que se tenga que replantear la influencia de los campos magnéticos creados por el hombre sobre los seres vivos. Estos cristales ya fueron en primera instancia descubiertos en las vellosidades de las abejas y tienen un gran influencia en su sentido de la orientación.

**Deltas mediterráneos en retroceso.** El Laboratorio de Ingeniería Marítima de la Universidad Politécnica de Barcelona ha realizado un estudio denominado Meddelt según el cual los deltas del Ebro, Po y Ródano están empezando a deteriorarse. Se piensa que esto se deba a la gestión actual de las cuencas fluviales, y a una subida del nivel del mar. Según el director del LIM parece que no se tiene en cuenta que los pantanos que hay a lo largo del curso de un río son trampas de sedimento y esto trae consecuencias desastrosas a los deltas y las playas. En los estudios se han determinado la batimetría y la topografía del los tres deltas. En el delta del Ebro la mitad de su superficie apenas tiene un metro de altura sobre el nivel del mar. Por otro lado, aunque la subsidencia global es de unos 20 centímetros para el siglo venidero, hay zonas donde se produce un crecimiento vertical de 5 mm al año. La investigación llevada a cabo sostiene que los deltas no se mantendrán así de aquí a 50 ó 100 años de continuar con esta gestión fluvial. Además indican que la elevación media del mar es de 50 centímetros para el próximo siglo. Los investigadores afirman que se debería inundar periódicamente el delta, y fomentar un aporte continuo de materia vegetal que favorece la consolidación del terreno, además se limpiarían los embalses de sedimento atrapado.

# El agua, fuente de vida... y de muerte

por Ramón Sánchez-Ocaña\*

En los países desarrollados no tenemos conciencia real de que el agua es un bien no sólo limitado, sino también escaso. La posibilidad de abrir el grifo y escuchar el chorro caer sobre el lavabo nos hace olvidar la tremenda realidad de que más de mil millones de personas en el mundo no tienen acceso al agua apta para el consumo. Y que 1.700 millones más carecen del saneamiento adecuado. Y no puede olvidarse la circunstancia de que el 80 por 100 de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las muertes en los países en vías de desarrollo están relacionadas con el agua. Dicho de otra forma: cada ocho segundos muere un niño por una enfermedad relacionada con el agua y más de cinco millones de personas fallecen cada año por dolencias vinculadas a la falta de higiene o al consumo de agua en mal estado. Eso sabiendo, como sabemos, que el agua es fuente de vida.

Y nuestro grifo sigue corriendo.

Como además, el agua interacciona con todo su entorno esa escasez, ese derroche o esa contaminación, va produciendo un efecto devastador en nuestra tierra, que se reseca sin solución. Como si le diéramos la espalda a los datos que nos gritan para exigir ayuda.

No queremos reconocer que este planeta llamado Tierra es un planeta de agua... que estamos secando.

En la FAO se manejan cifras como éstas: por término medio el agua corriente tarda 16 días en reponerse plenamente; el agua de los pantanos, 5 años; el agua de los lagos 17 años y el agua subterránea 1.400 años.

Pero nos da lo mismo. Poco a poco vamos degradando el ambiente; poco a poco vamos agotando los recursos hídricos; poco a poco queremos convencernos de que los recursos son inagotables pese a ver ya en nuestra superficie que eso no es más que una falacia. Porque no sólo es un bien escaso, sino que además, con un absoluto desprecio hacia los demás, nos permitimos el lujo de contaminarla. Esta y la que se filtra; la que se bebe y con la que se riega...

## El desierto

Las consecuencias son ya evidentes: la deforestación, el cambio climático, la desertización...

Si España estuvo alguna vez cubierta entera de ár-

boles —y una ardilla podría cruzar la península de Norte a Sur sin bajarse de ellos— eso ya no es más que una pura anécdota. El desierto avanza porque seguramente hemos roto el equilibrio. No tomamos conciencia de la gravedad que el problema tiene. El efecto invernadero hace que la Tierra se vaya calentando progresivamente. Dicen que de seguir así, dentro de 50 años tendremos dos grados más. Y mientras tanto, avanza la desertización. En los últimos 20 años, el planeta ha perdido superficie vegetal como para cubrir una extensión como la de todos los Estados Unidos. Y la erosión es de tal envergadura que es como si cada segundo, 50 camiones volcaran tierra fértil al mar. Y se establece un círculo vicioso del que es difícil escapar: a más desertización más cambio de clima y a más cambio de clima, más desertización.

(Mire el reloj: cuente un segundo. Pues bien, en este segundo se arrasan los árboles que cabrían en un campo de fútbol).

Mientras lee esta revista los desiertos del mundo han avanzado cerca de 20 kilómetros cuadrados. Y en el mismo tiempo las construcciones de cemento han avanzado otro tanto.

En España ya hay 30 millones de hectáreas afectadas y otras diez están en auténtico peligro. Las zonas que más lo sufren son las del Levante, la fachada sureste de España, aunque también La Mancha, Aragón y Castilla se ven afectadas... La sequía, la falta de vegetación impide que la tierra se fije y basta una lluvia para que la tierra se vaya al río o al mar. Y claro, lo de menos serían las pérdidas económicas; lo más grave es que el proceso es irreversible porque la degradación del suelo tiene un efecto multiplicador sobre los demás componentes del ecosistema. Se pierde todo rasgo de vida, en una palabra.

Y hay quien dice que nuestra desertización es la más grave de Europa. De hecho, cerca del 20 por 100 de nuestro territorio tiene graves deterioros. No cabe duda de que hay que tomar medidas.

Piénselo cuando abra el grifo.



\* Periodista científico, especialista en Medicina y Salud.

# Normas para los autores de artículos de «Tierra y Tecnología»

*Tierra y Tecnología* es la revista del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España, y tiene una distribución de unos 2.500 ejemplares, entre sus afiliados, universidades, instituciones científicas y empresas relacionadas con la profesión.

*Tierra y Tecnología* da la bienvenida a artículos inéditos para su publicación. Los trabajos que se reciban serán revisados por el Comité editorial que será quién decida si procede su publicación.

**Originales.** Los trabajos que se envíen para su publicación en *Tierra y Tecnología* podrán ser de dos tipos: largos y cortos. Los artículos largos tendrán una extensión máxima comprendida entre 3.000 y 4.000 palabras, lo que equivale a 14-16 páginas, de tamaño DIN-A-4, mecanografiadas a doble espacio, en una sola cara, y con un tamaño de letra de 12 puntos. Además, deben incluir un breve resumen en español e inglés, junto con una nota del curriculum vitae del autor o autores del artículo (inferior a 70 palabras). La extensión de los trabajos ya impresos no debe superar las 8-10 páginas con figuras incluidas. Para este tipo de artículos se recomienda contactar previamente con el Comité Editorial de *Tierra y Tecnología*. Los artículos cortos tendrán una extensión en torno a las 5-6 páginas, con idénticas características a las anteriormente citadas. Como norma general, se recomienda a los autores este tipo de artículos como colaboración con T. y T. El idioma oficial es el español, aunque se admiten trabajos en otros idiomas, preferiblemente en inglés.

**Figuras.** Las figuras, ilustraciones, gráficos o fotografías, en blanco y negro o color, han de reunir la calidad suficiente como para que puedan ser impresas directamente o mediante reproducción fotográfica. Cualquier detalle que se quiera resaltar, texto dentro de las figuras, tramas, etc., tendrá un tamaño suficiente grande como para que pueda ser legible después de sufrir una reducción (a una columna, tamaño aproximado 9 cm, o doble columna 18 cm.).

**Referencias bibliográficas.** Las referencias citadas en los trabajos se incluirán al final de los mismos, en orden alfabético y deben seguir un formato como el que se describe a continuación o similar.

PÉREZ, J. [1995]: La dinámica fluvial en el Valle de Arán (Huesca). *Tierra y Tecnología*, 10, 28-32.

MARTÍNEZ, P. Y PÉREZ, J. A. [1993] : Diferencias espaciales en la respuesta hidrológica... *Bol. Geol. Min.* (x), 1509-1512.

GARCÍA, J.; JIMÉNEZ, P. y RUIZ, A. [1996]: Analogías y diferencias entre .... en *Geología y cambio climático*, Pérez et al. ed. Aguilar, 37-52.

Los autores enviarán original y dos copias completas de sus trabajos, para facilitar la revisión por parte del Comité editorial, o las personas en quién éste delegue. Es conveniente que al menos el texto se envíe también en disquete, con un formato estandar (preferiblemente en Word), que pueda ser leído por cualquier procesador de textos del mercado.

**Separatas.** Se enviarán 20 separatas, de forma gratuita al autor, o si son varios, al primero de la lista de autores. Si se desea un mayor número de separatas, lo hará constar por escrito y abonar el precio de este expediente. Para evitar demoras en la devolución, no se enviarán pruebas de corrección de erratas. Dichas correcciones serán efectuadas por el Comité editorial o por correctores profesionales.

El Comité editorial introducirá las modificaciones que sean necesarias para mantener criterios de uniformidad y calidad que requiere la Revista, informando al autor o autores de las mismas.

# I CERTAMEN NACIONAL DE FOTOGRAFÍA GEOLÓGICA

«EMILIO ELIZAGA»

ORGANIZADO POR T&T

## MODALIDADES Y PREMIOS

### PATRIMONIO GEOLOGICO

1<sup>er</sup>. PREMIO: 100.000 PTS.

2<sup>o</sup>. PREMIO: 50.000 PTS.

3<sup>er</sup>. PREMIO: 25.000 PTS.

\*Cantidades aportadas por el ICOG que podrán ser incrementadas por el aporte de otros patrocinadores.

Además se concederán seis accesit de las mejores fotografías en las siguientes modalidades:

–Recursos energéticos

–Medio Ambiente y Riesgos geológicos

–Hidrogeología

–Geotecnia

–Historia de la Geología

–Geología y sociedad

La revista «Tierra y Tecnología» publicará a lo largo del año 1997 las fotografías que estime oportunas. Con una selección de éstas se elaborará un «calendario fotográfico» para el año 1998. Las fotografías seleccionadas serán premiadas con un lote de material fotográfico. Asimismo durante el mes de diciembre se realizará una exposición de las fotografías más destacadas.

## BASES

- 1.–Podrán participar en el presente certamen, tanto aficionados como profesionales de la fotografía y de las ciencias de la Tierra.
- 2.–El número de originales a presentar por participante es ilimitado.
- 3.–El formato de las obras podrá ser en B/N o color, en diapositivas o en papel (min. 20 x 24). Todas las obras en papel se enviarán montadas sobre cartulina rígida de 40 x 50 indicando al dorso el título y nombre del autor.
- 4.–Las fotografías se acompañarán de una ficha técnica en la que se indicará el nombre de la obra, lugar de realización, autor y técnica empleada.
- 5.–El plazo de presentación de originales comenzará desde la publicación de este anuncio hasta el día 1 de diciembre de 1997.
- 6.–Las fotografías se enviarán a «T & T» a la siguiente dirección:  
I Certamen Nacional de Fotografía Geológica «Emilio Elizaga»  
Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España  
Av. Reina Victoria, 8, 4.º B  
28003-Madrid  
Incluyendo además los siguientes datos: Nombre, apellidos, DNI, dirección y teléfono.
- 7.–Las fotografías enviadas al certamen permanecerán a disposición de T & T durante todo el año 1997, pudiendo ser publicadas en el medio que considere oportuno, cediendo los autores todos los derechos de su publicación.
- 8.–Las fotografías premiadas quedarán en propiedad de T & T. Los autores de las fotografías declaradas finalistas así como las premiadas ceden todos los derechos de reproducción y comercialización a T & T.
- 9.–Las fotografías no premiadas se podrán recoger durante el mes siguiente al fallo del certamen que será en diciembre de 1997. Pasado dicho plazo quedan en propiedad de T & T.
- 10.–El Jurado estará compuesto por personalidades de reconocido prestigio en el mundo de la fotografía y de las Cc. de la Tierra.
- 11.–El fallo del Jurado tendrá lugar en el mes de diciembre de 1997 y los ganadores se darán a conocer durante la cena que el ICOG celebrará a final del año, donde se procederá a la entrega de los premios.
- 12.–El fallo del Jurado será inapelable.
- 13.–La participación en este concurso implica la total aceptación de estas bases.

Con la colaboración de:

 **Kodak**

