Especial
Paleontología

Tierra y Tecnología

REVISTA DE ACTUALIDAD E INFORMACION GEOLOGICA

NUMERO 11 750 PTAS.

Micropaleontología aplicada

Bioestratigrafía

Los fósiles, patrimonio cultural

El Cerro de los Batallones



TERCER TRIMESTRE. 1995



BANCO POPULAR ESPAÑOL

¡Solicite su tarjeta!

LLENAS DE VENTAJAS

***Identificativa del colectivo de geólogos.**

***Seguros especiales de hasta 100 millones de Ptas.**

***Descuentos en cadenas hoteleras y de alquiler de coches.**

***Responsabilidad limitada por uso indebido.**

***Rápida reposición en caso de pérdida o robo.**

***Sin cobro de emisión durante el primer año.**

BANCO POPULAR ESPAÑOL · BANCO DE ANDALUCIA · BANCO DE CASTILLA · BANCO DE CREDITO BALEAR · BANCO DE GALICIA · BANCO DE VASCONIA

SOLICITELAS EN LAS SUCURSALES DEL GRUPO BANCO POPULAR

Recorte y envíe este cupón para solicitar la VISA GEOLOGO, (para Vd. o para su cónyuge), o para solicitar información de la **"CUENTA GEOLOGO"** a la DIRECCION COMERCIAL DEL GRUPO BANCO POPULAR. Apartado de Correos 53 F.D. 28080 MADRID. Si lo prefiere envíe copia por fax al 91-576 36 64.

✂----------

Nombre _____ Primer apellido _____ Segundo apellido _____

Fecha de nacimiento _____ Estado civil ☐ C ☐ S ☐ V ☐ D/S N.º hijos _____ D.N.I. _____ N.º Colegiado _____

Domicilio particular (calle o plaza) _____ N.º _____ C.P. _____ Localidad _____

Lugar de trabajo (empresa, consultoría, universidad, etc.) _____

Domicilio del lugar de trabajo (calle o plaza) _____ N.º _____ C.P. _____ Localidad _____

Teléfono de contacto _____ Horas de llamada: Mañana. De a h. Tarde. De a h.

¿Cliente del Grupo Banco Popular Español? ☐ SI ☐ NO BANCO _____ SUCURSAL _____ N.º CUENTA _____

Deseo información de la cuenta GEOLOGO ☐ Deseo información de la VISA GEOLOGO ☐ Deseo información del PLAN DE PENSIONES DEL COLEGIO DE GEOLOGOS ☐

Tierra y Tecnología
REVISTA DE ACTUALIDAD E INFORMACION GEOLOGICA

SUMARIO

Editorial 5

paleontología
«Las réplicas en Paleontología»,
Eleuterio Baeza Chico 7

microfósiles vegetales
«Tipos e interés paleontológico de los microfósiles vegetales»,
Eduardo Barrón López 15

micropaleontología aplicada
«Micropaleontología aplicada: Historia de una fructífera colaboración»,
Eustoquio Molina Martínez 21

paleoicnología
«¿Icnitas de dinosaurio?»,
Félix Pérez-Lorente 29

bioestratigrafía
«Bioestratigrafía: Aspectos conceptuales e interés biocronológico de los ammonoideos»,
José Sandoval 35

el cerro de los batallones
«El cerro de los batallones (Torrejón de Velasco, Madrid) uno de los yacimientos más extraordinarios del Terciario de España»,
Javier Capitán Valluey, Jorge Morales Romero y *José Pedro Calvo* 43

paleoherpetología
«Parque Triásico»,
Luis Sebastián Alafont 49

patrimonio natural
«Los fósiles, patrimonio natural»,
Nieves López Martínez 54

museología
«Un museo de investigación: El Museo Geológico del Seminario de Barcelona»,
Sebastián Calzada 59

tecnologías de la información
«Multimedia aplicada a las ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente»,
Carlos Busón Buesa 62
«Informática» 69

legislación geológica
«La competencia profesional en las aguas subterráneas»,
Luis E. Suárez Ordóñez 72

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

EDITA
Ilustre Colegio Oficial de Geólogos

ADMINISTRACION Y REDACCION
Avda. de Reina Victoria, 8-4.º B
28003 MADRID
Teléfono 91-5532403

DIRECTOR
Manuel Rolandi Sánchez-Solís

SUBDIRECTOR
José Casas Ruiz

MARKETING
Enrique Pampliega Higueras

PUBLICIDAD
Fátima Camacho Serna

COMITE EDITORIAL
José Casas Ruiz,
Juan José Durán Valsero,
Manuel Regueiro y González-Barros
Jesús Rodríguez Jurado,
Manuel Rolandi Sánchez-Solís
Peter F. Wouters
Michael Van Der Meer

COLABORADORES
Eleuterio Baeza Chico
Eduardo Barrón López
Eustoquio Molina Martínez
Félix Pérez-Lorente
José Sandoval
Javier Capitán Valluey
Jorge Morales Romero
José Pedro Calvo
Luis Sebastián Alafont
Nieves López Martínez
Sebastián Calzada
Carlos Busón Buesa
Luis E. Suárez Ordóñez

FOTOCOMPOSICION E IMPRESION
Gráficas Summa, S. A.

EN PORTADA
Vértebra dorsal de un notosaurio, procedente de la Riba de Santiuste (Guadalajara). Triásico Medio.
Foto: E. Martín

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

NORMAS EDITORIALES PARA «TIERRA Y TECNOLOGIA»

– La **temática de los artículos** deberá estar relacionada, en cuanto a contenido, con las Ciencias y Tecnologías de la Tierra, en el sentido amplio de la palabra; considerando incluibles campos como las Ciencias Medioambientales, la Ordenación del Territorio, la Informática aplicada, la Teledetección, etc. Así mismo, serían aceptables todas aquellas contribuciones de temática no específicamente geológica, pero que incorporen elementos propios de la Geología o cuyo desarrollo pueda aportar conocimientos de interés para ésta, tales como la Arqueología, la Ecología, la conservación del medio ambiente y del patrimonio natural, histórico y artístico, la Ingeniería Civil, etc. Igualmente, sería posible la incorporación de artículos de carácter histórico, geográfico, humanístico, etc., de aplicación no eminentemente práctica, pero que puedan suscitar interés entre el colectivo de geólogos y otros profesionales con los que mantenemos estrechas relaciones.

– La **extensión** no era superior, siempre que sea posible, a 8 hojas DIN A-4 mecanografiados a doble espacio por una sola cara (equivalente a unas 3.500 palabras) y enumeradas correlativamente. Debe incluirse un breve curriculum del autor o autores, indicando además: nombre y dos apellidos, titulación, empresa u organismo que representa (cuando no se haga a título particular) y cargo desempeñado.

– Se incluirá, con el artículo, un breve **resumen** del contenido del mismo en un máximo de 10 líneas en castellano e inglés, si es posible.

– Se seleccionarán unos **4 párrafos entresacados** del texto, que resaltarán los aspectos más significativos del artículo adjuntándolos en una hoja aparte y numerados por orden.

– Las **figuras** ilustrativas del contenido del artículo (fotografías, gráficos, esquemas, mapas, etc.) se entregarán preferiblemente en forma de diapositiva o como copia de papel lo más nítido posible, evitando una coloración en base a lápices de colores. Las ilustraciones irán numeradas por orden y con su correspondiente texto explicativo. Igualmente en el texto de éste se indicará la figura o gráfico que corresponda.

– El artículo deberá ser **inédito,** es decir, no haber sido publicado en España o en extranjero, excepto en aquellos casos que así se acuerde.

– Es conveniente que se facilite un índice previo del artículo a elaborar, con el fin de conocer el contenido y así poder evaluar el interés del mismo para su publicación. El trabajo definitivo deberá contar con la **aprobación del Comité Editorial** de la Revista, trámite imprescindible para su publicación.

– Los artículos se entregarán en **copia de papel** y, siempre que sea posible, en **diskette.**

EDITORIAL



Luis Sebastián Alafont

Licenciado en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid en 1985. Participó (1988) en la elaboración de la Carta Paleontológica de la Comunidad de Madrid. Desde 1989 trabaja como Analista-GIS en proyectos de Geología en EPTISA.

Con el estreno de la película *Parque Jurásico,* los estadounidenses exportaron la dinomanía al resto del mundo. Hoy no es raro encontrarse a un niño que se sepa el nombre de algunos de los dinosaurios más llamativos. Esta moda por los dinosaurios se ha contagiado al resto de los fósiles y hoy en día hay un interés general por la Paleontología. La proyección de la película no ha sido el único factor en nuestro país; a ello habría que añadir el descubrimiento y divulgación tanto de nuevos yacimientos paleontológicos como la aparición de nuevos ejemplares en los ya conocidos como los de La Rioja, Las Hoyas, Atapuerca, Orce, El Montsech, Tremp y un largo etcétera. Prácticamente cada semana nos encontramos en los periódicos y revistas con algún artículo sobre estos nuevos hallazgos o recientes investigaciones. Cada año aparecen nuevos museos dedicados a la Paleontología, y los antiguos están siendo reformados y ampliados. Hay un interés por conocer, conservar y divulgar el patrimonio natural y cultural no sólo por parte de la administración central o autonómica sino también en el ámbito local y particular. Como ejemplo, este verano, el autor de esta editorial tuvo la grata sorpresa de de encontrarse en una aldea (Llamazares) de las montañas leonesas un modesto museo paleontológico cuya inauguración fue ampliamente comentada en la prensa provincial.

También las nuevas generaciones de paleontólogos que han ido asimilando las nuevas tendencias o disciplinas dentro de esta ciencia (Tafonomía, Paleoecología,...) han dado a la Geología, aparte del soporte clásico biocronoestratigráfico, nuevos servicios en el conocimiento y reconstrucción de los ambientes del pasado, climatología, mecanismos de sedimentación, diagénesis de rocas sedimentarias, etc.

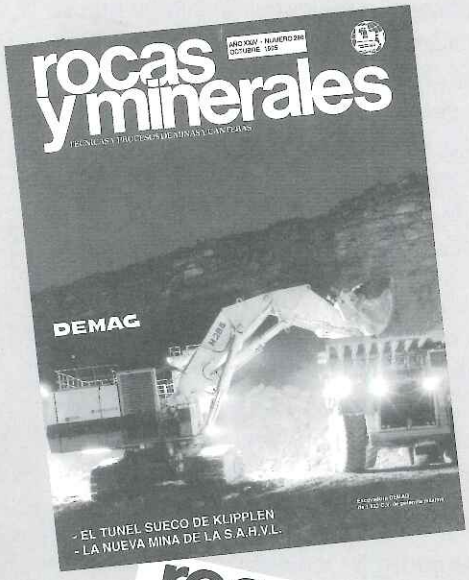
En una reciente entrevista a los alumnos de Geológicas publicada en el boletín de nuestro Colegio «EL GEÓLOGO» (marzo, 1993), se extrajo un dato preocupante para muchos de los paleontólogos: casi un 8 % de dichos alumnos suprimiría la Paleontología de los planes de estudios. Quizás este dato se deba a la concepción exclusivamente biológica que se ha dado a la enseñanza de los fósiles por parte de algunos profesores. La nueva forma de entender la Paleontología ya se ha traducido en un cambio en la docencia universitaria de la misma. Así, en los nuevos planes de estudio, nos encontramos con la asignatura de Paleontología Aplicada que sustituye a la tradicional Paleontología General. Esta nueva asignatura intentará que los alumnos asimilen la mayor información posible que pueden suministrar los fósiles, en vez de obligarlos a memorizar un prolijo número de taxones con sus distribuciones espacio-temporales.

Hemos querido con este número especial dedicado a la Paleontología dar una pequeña visión de ejemplos actuales sobre las aplicaciones de esta ciencia; de los problemas planteados con la consideración de los fósiles como patrimonio geológico; de las nuevas herramientas con que cuenta la Paleontología (réplicas, informática...). Agradecemos a todos los colaboradores en este número el interés mostrado dedicándonos parte de su escasísimo tiempo libre. Queremos animar a ese importante número de buenos profesionales dedicados a la investigación paleontológica que con su esfuerzo han conseguido elevar nuestro prestigio internacional en esta ciencia, a continuar en el camino que vienen marcando a las futuras generaciones de geólogos y paleontólogos, y esperamos que, como ha ocurrido recientemente, no tengan que seguir luchando contra un peligro peor que los que tuvieron el doctor Grant y la doctora Ellie en la película: la burocracia.

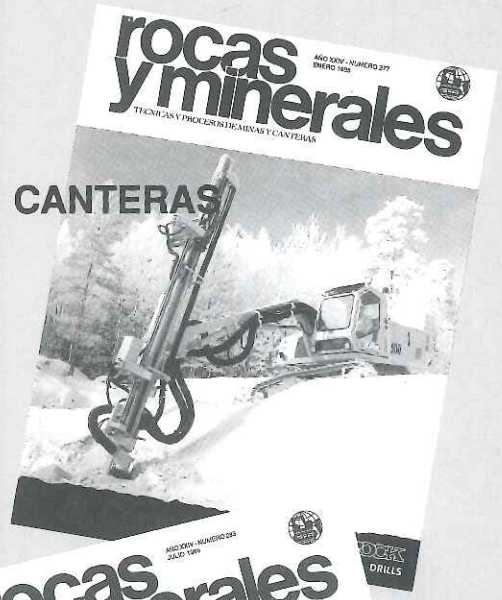
TODA LA ACTUALIDAD MINERA EN UNA SOLA PUBLICACION MENSUAL

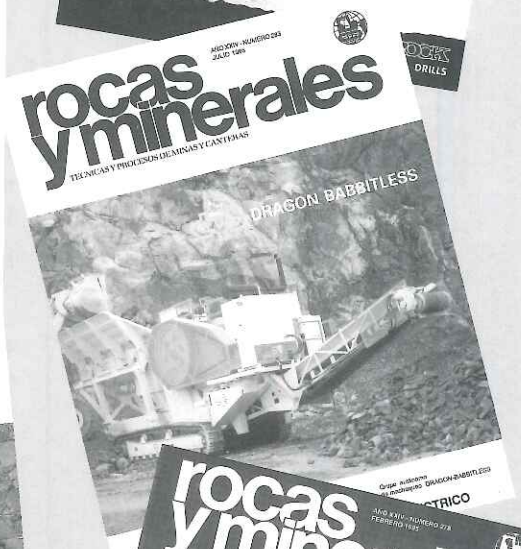
rocas y minerales

REVISTA DE TECNICAS Y PROCESO DE MINAS Y CANTERAS

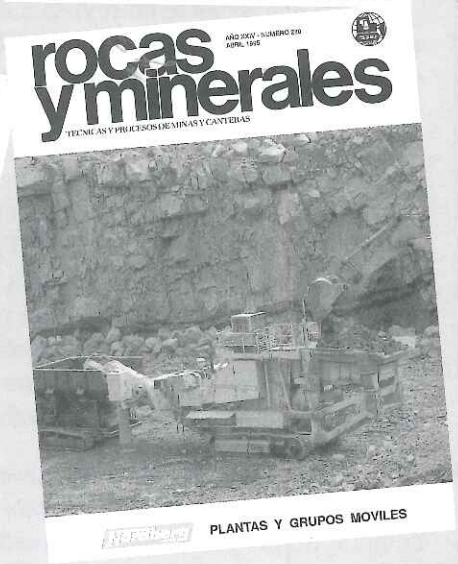


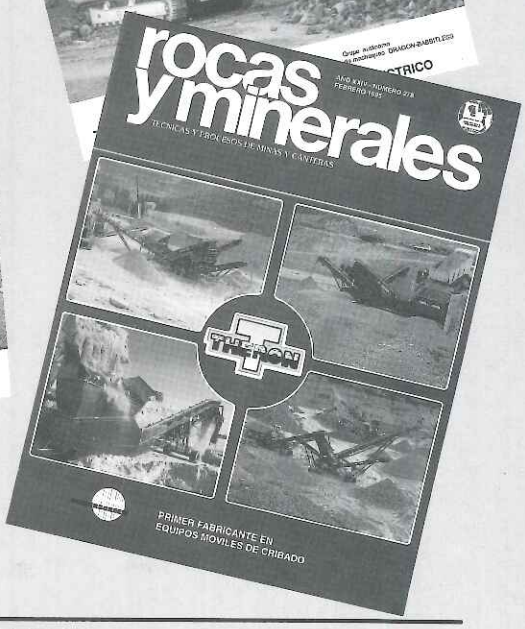








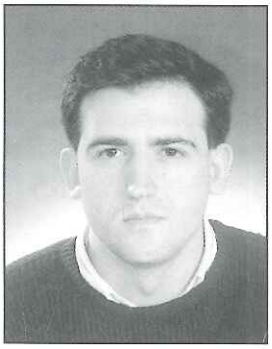




rocas y minerales

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

LAS REPLICAS EN PALEONTOLOGIA



Eleuterio Baeza Chico

Licenciado en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid en el año 1983. Diplomado en Ingeniería Geológica, y Medio Ambiente por el IUCA. Ha trabajado en Tecnature y realizado estudios sobre Conservación y Degradación del Patrimonio. Actualmente cursa estudios en la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

En este artículo se analiza, de forma resumida, el papel de las réplicas en paleontología, desde enfoques diversos. Se describen los materiales más adecuados, tanto para la confección de moldes como de réplica, así como las nuevas tecnologías en la fabricación de los mismos.

This article briefly discusses the role of models in paleontology from different viewpoints. The most adequate materials are described for both the making of the molds. In addition, it mentions the latest technology in this area.

Necesidad del uso de réplicas

La reproducción de copias o réplicas, mediante moldes, es una técnica actualmente muy utilizada en paleontología y de suma utilidad, ya que con frecuencia se estudian holotipos, ejemplares valiosos o partes de los mismos, haciendo conveniente la confección y estudio de réplicas a fin de evitar roturas y posibles deterioros del original durante su manipulación.

Por otra parte, cada vez está más extendido el afán coleccionista y de intercambio entre diversas instituciones y centros de investigación. Las reproducciones permiten la difusión y el intercambio de la pieza, que puede ser manipulada, medida y estudiada. De otro modo en la mayoría de las ocasiones habría que contentarse con los dibujos y fotografías de las publicaciones.

En trabajos de Investigación es clara, por tanto, la necesidad de réplicas y en la práctica se utilizan con frecuencia, si bien no existen modelos o manuales lo suficientemente claros a los que los paleontólogos puedan recurrir, sino que cada investigador utiliza las técnicas que estima más apropiadas, en función de sus conocimientos. Las distinta problemática planteada por cada fósil, en virtud de sus características químicas y estado de conservación deberían ser estudiadas y valoradas por un conservador o restaurador especializado.

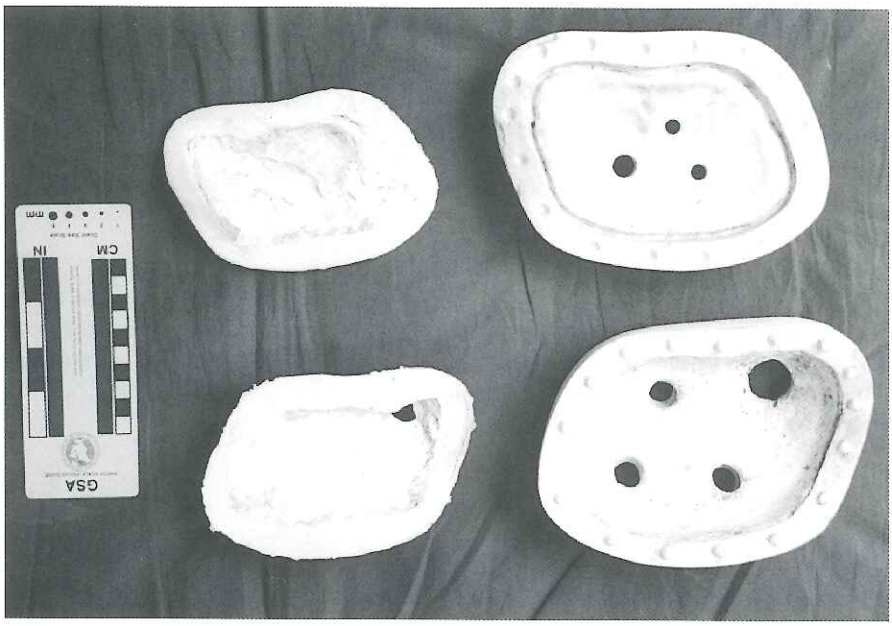
En Museística es básica la realización de réplicas. Muchos de los ejemplares son excesivamente raros o valiosos, de forma que deben ser guardados en lugares estanco con las condiciones de conservación y seguridad apropiadas. Por otra parte la calidad final actualmente alcanzada en las reproducciones es tal que a menudo impiden conocer la naturaleza del original desde el exterior de la vitrina.

En Docencia y divulgación, una buena colección de réplicas, facilitaría la posibilidad de manejar un mayor número de ejemplares, que de otro modo no serían fáciles de conseguir, ni en ocasiones conveniente su extracción. Muchos ejemplares están restringidos a unos pocos yacimientos y localizados en áreas geográficas determinadas, además de ser objeto permanente de estudio. La posibilidad de su replicado posibilitaría una difusión amplia, que de otro modo sería inviable, obligando a consultar revistas especializadas. Por otro lado, un gran número de resinas poseen la dureza y durabilidad suficientes como para garantizar su perfecta conservación frente a golpes, arañazos, etc.

En cuanto a la fidelidad de las reproduciones, las copias destinadas a la investigación no suelen patinarse, ya enmascararían parte de los detalles objeto de estudio. Las réplicas destinadas a docencia, divulgación y museística se tiñen o patinan, pudiendo acercarse al original pero siempre con cuidado de no imitarlas en exceso, de manera que puedan llegar a confundirse con éste.

Tratamientos previos

Antes de proceder a la realización de un molde, es necesaria su protección, preservándolo de la manera más conveniente, ya que de otro modo el



Molde «en capas» de dos piezas, realizado en escayola y silicona (repr. de Ectillaenus giganteus BURMEISTER 1843).

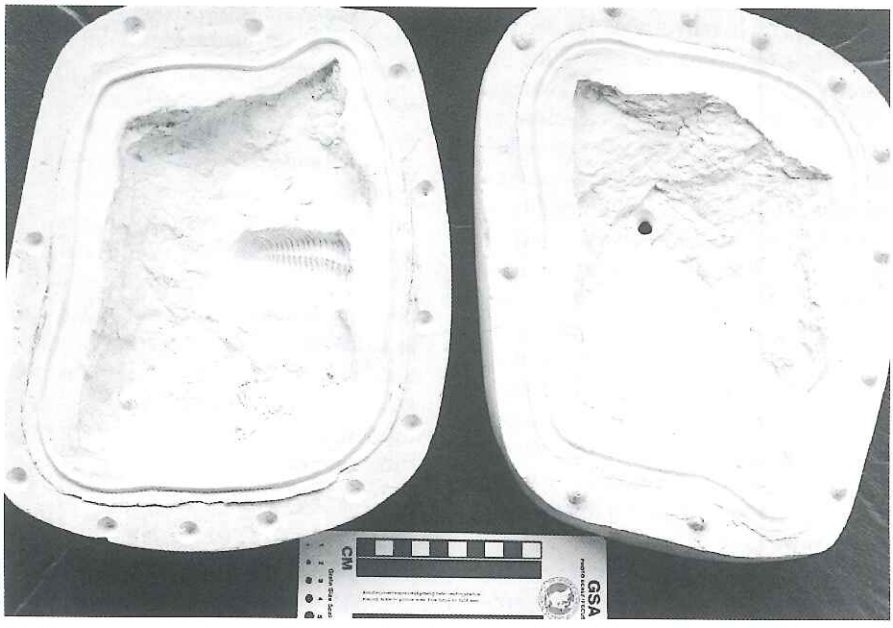
original podría verse alterado de muy diversas maneras, en función de la naturaleza y el estado de conservación, así como de las técnicas y materiales empleados durante el proceso de moldeo.

Independientemente de la naturaleza del fósil, antes de proceder al moldeo éste deberá presentar buena resistencia mecánica y una perfecta limpieza (por lo general habrá sufrido alguno de los diversos tratamientos efectuados por el restaurador antes, durante y/o después de la extracción).

En cualquier caso será necesario tener en cuenta la naturaleza, estado de conservación y morfología del fósil, para una vez establecido estos, comprobar la inocuidad y reversibilidad de los tratamientos previos a la realización del molde. En cualquier caso, y con excepción de las nuevas técnicas desarrolladas muy recientemente, que comentaremos más adelante, los productos de moldeo entrarán necesariamente en contacto con el original, o en su defecto, con los desmoldeantes o sustancias protectoras que le apliquemos.

Es importante tener en cuenta estas pequeñas modificaciones o interelaciones de naturaleza química entre el original y los productos extraños por nosotros introducidos, especialmente en aquellos casos en los que se deseen efectuar analíticas posteriores.

Conocer el comportamiento entre los materiales que forman el fósil y los productos aplicados en los tratamientos, su compatibilidad y reversibilidad, es básico para garantizar la integridad del original. Para ello deberán hacerse las pruebas de solubilidad y compatibilidad químicas necesarias, tanto en las intervenciones o protecciones previas, como en el proceso de fabricación del molde.



Molde «en capas» de dos piezas, realizado en scayola y silicona. (repr. de Neseuretus tristani DESMAREST 1817)

Tipos de fósiles susceptibles de replicado

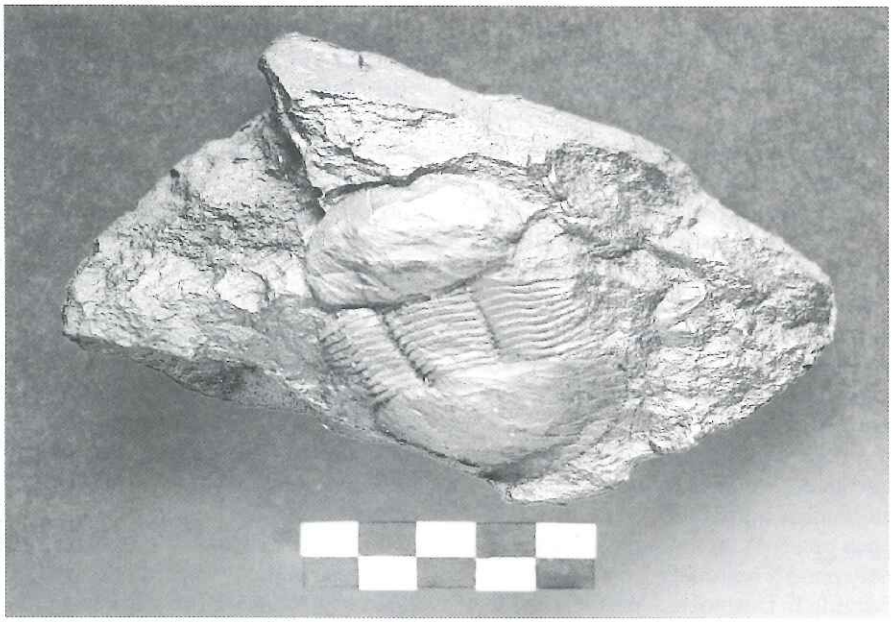
La mayor parte de los fósiles son susceptibles de replicado, desde microfósiles incluídos en un material duro, como ostrácodos, hasta fósiles de gran tamaño como los enormes huesos de dinosaurio, ignitas, etc. Lógicamente la fidelidad exigida exigida al material de reproducción deberá ser distinta.Lo más importante será la naturaleza del fósil y el material donde está incluído, así como su objeto de estudio, ya que en función de estas premisas habrán que utilizarse unas técnicas y materiales concretos.

En ocasiones solamente disponemos de un molde externo, en cuyo caso resulta extremadamente útil poder obtener un vaciado o contramolde. En otros casos puede interesar obtener vaciados de estructuras internas, no visibles desde el exterior o simplemente realizar una réplica de calidad, con la que llevar a cabo parte de los estudios.

Por otro lado, la dificultad técnica y el tiempo empleado en una reproducción pueden ser enormemente variables. La morfología del fósil a reproducir es fundamental, más que su tamaño. Así, la reproducción de una forma plana fosilizada en un material poco reactivo, puede llevar solo unos minutos, mientras que un cráneo hueco de pequeño tamaño y estructura frágil, puede llevar algunos días. Tanto la técnica como los materiales empleados serán muy distintos.

Materiales de moldeo y reproducción

A lo largo de la historia se han empleado como materiales de moldeo ceras y resinas naturales, gelatinas, ar-



Réplica en Exopy de Ectillaenus giganteus.

cilla, yeso, etc. pero todos estos materiales fueron rápidamente sustituidos con las primeras siliconas y resinas artificiales termoendurecibles, que permitían moldeo y vaciado, de un gran número de ejemplares a partir de un solo molde, además de presentar mejores propiedades mecánicas y una mayor durabilidad. En la actualidad se tiende a utilizar elastómeros, dotados de gran flexibilidad y, a veces, de una fidelidad de reproducción extraordinaria.

Actualmente existen en el mercado muchos productos de moldeo e infinidad de productos de vaciado, que permiten una excelente resolución de la textura, forma y dimensiones, así como una alta durabilidad y resistencia.

El color, si bien no suele ser tan importante como otras características, también puede conseguirse adicionado los pigmentos al propio material de vaciado, o bien mediante pátinas y diversos tratamientos pictóricos (perfectamente tratados por Pardo Juez, A.)

Permanentemente están apareciendo nuevos productos y marcas en el mercado, que suponen un importante avance en la aplicación de modelos y replicados paleontológicos, facilitando en tiempo y calidad la ejecución de réplicas, pero esto conlleva una dificultad añadida de actualización.

Por otro lado, es importante resaltar la escasa bibliografía existente en torno a técnicas de replicado, máxime en aquellas aplicadas a paleontogía, si bien poco a poco se va llenando este vacío gracias al afán y enorme interés demostrado por algunos paleontólogos y restauradores, que lejos de guardar celosamente los conocimientos y experiencias propias, intercambian resultados e información, conscientes de la utilidad de esta herramienta y el enorme avance en el estudio que supone el conocimiento de nuevos materiales y técnicas.

Tipos de moldes

Los moldes más frecuentemente utilizados en paleontología se caracterizan por utilizar elastómeros diversos (siliconas, látex, alginato, etc.) como material reproductor de la superficie original. Son los siguientes:

«En barco»: molde elástico, utilizado cuando el original tiene forma sencilla y el material de moldeo, usado en forma de líquido, recubre el original (hasta alcanzar la horizontal), previamente introducido en un compartimento estanco. Puede presentar una sola cara (1 pieza) o dos caras (cuando se reproduce la forma original en su totalidad. Posteriormente pueden reforzarse con una carcasa rígida.

Son de realización muy rápida y fácil ejecución, aunque conllevan un gasto importante de elastómero.

«En capas»: El original, una vez protegido, es recubierto por una sustancia (plastelina, arcilla, etc.). Se realiza la carcasa y a continuación se reemplaza aquella por el elastómero. Puede ser de una, dos o múltiples piezas.

Es uno de los tipos de moldes más usados para reproducir la totalidad del original, incluso en aquellos muy complicados. Se consigue un gran ahorro de elastómero y permite obtener un gran número de copias, además de evitar deformaciones en las mismas. Tiene el inconveniente de ser lento de realizar.

«Por estampación»: Se usan cuando la forma del original es relativamente plana, aún con entrantes (llaves), tales como grabados rupestres, ignitas, etc. Una vez protegido, se le aplican capas sucesivas de elastómero tixotrópico y se recubre finalmente con una carcasa rígida.

Permite un gran ahorro de elastómero y la reproducción de grandes superficies.



Detalle de réplica en látex y polvo de magnesio.

Por tanto, en todos los tipos de moldes el elemento básico es el elastómero, cuya calidad nos proporcionará copias más o menos fieles al original y en mayor o menor cantidad. En la mayoría de los casos es necesario además, la realización de una carcasa, a fin de reproducir, con exactitud, las dimensiones del original.

Materiales de moldeo

La utilización de materiales de moldeo estará en función del coste, grado de fidelidad requerida, rapidez y facilidad de fabricación, morfología del original, antiadherencia y resistencia térmica, además de la capacidad para producir un número determinado de piezas.

En la actualidad como material más común de moldeo se usan siliconas RTV (room temperature vulcanizing) armadas con poliester y fibra de vidrio, escayola o elementos plásticos rígidos o metálicos que garanticen la indeformabilidad de la silicona mientras de desarrolla el vaciado. El uso del poliester y la fibra de vidrio en las carcasas de los moldes es más recomendable que la escayola, ya que permite un gran ahorro de silicona, evitando, además la rotura accidental del armazón de escayola.

Entre los materiales actualmente empleados como materiales de moldeo pueden citarse los siguientes:

Escayolas: existen varios tipos, de diversa dureza y tamaño de grano, además de sustancias endurecedoras que mejoran las propiedades mecánicas. Actualmente es un material poco utilizado debido al peso, fragilidad e higroscopicidad.

Alginatos: es un material orgánico que se presenta en forma de polvo, y en muchas variedades. Mezclado con agua presenta un tiempo de fraguado muy corto y reproduce los detalles con fidelidad. Desmoldea perfectamente pero tiene el inconveniente de volverse rígido en unas pocas horas, por lo que resulta idóneo para realizar reproducciones de originales de los que sólo podamos disponer por un corto espacio de tiempo. Pueden encontrarse otros productos de similares características y resolución aceptable capaces de alargar el tiempo de uso hasta una semana, como el *impresil*.

Látex: Es un líquido procedente de la savia del «hevea brasiliensis», en suspensión estable de amoniaco que evita su endurecimiento, mientras no entre en contacto con el aire. Sufre contracción al secar, que puede minimizarse con el empleo de «pelo» de fibra de vidrio, que además aumenta la resistencia mecánica. Tiene la ventaja de su bajo coste y el incoveniente de no ser excesivamente duradero, ya que sufre procesos de bioalteración.

Siliconas: Son en la actualidad, los materiales más utilizados debido a su alta fidelidad, elasticidad, resistencia química, antiadherencia y durabilidad que justifican su elevado precio.

Las siliconas más frecuentemente utilizadas en la fabricación de moldes están englobadas en los cauchos de silicona, que provienen del monómero siloxano, obteniéndose el curado, tanto por condensación (puede sufrir una contracción lineal cercana al 1,5 %) como por poliadición (los más usados al tener una contracción insignificante, ser estables a la luz, y frente a contaminantes, hidrólisis, etc.).

Actualmente existen en el mercado un gran número de cauchos de sili-

«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 GEOLOGICOS.
- MAPAS DE CULTIVOS Y APROV.
- MAPAS AGROLOGICOS.
- MAPAS DE ROCAS INDUSTRIALES.
- MAPAS GEOTECTONICOS.
- MAPAS METALOGENETICOS.
- MAPAS TEMATICOS.
- PLANOS DE CIUDADES.
- MAPAS DE CARRETERAS.
- MAPAS MUNDIS.
- MAPAS RURALES.
- MAPAS MONTADOS EN BASTIDORES.
- FOTOGRAFIAS AEREAS.
- CARTAS NAUTICAS.
- GUIAS EXCURSIONISTAS.
- GUIAS TURISTICAS.
- MAPAS MONTAÑEROS.

«VENTA DIRECTA Y POR CORRESPONDENCIA»
«SOLICITE CATALOGO»

cona, algunos de muy alto precio pero excelente resolución. Pueden utilizarse líquidas (por colada) o de forma tixotrópica, sobre superficies verticales sin que descuelguen, o de alta resistencia a la temperatura, que permiten el vaciado de resinas de reacción fuertemente exotérmica. Pero la principal ventaja de las últimas siliconas líquidas aparecidas, es su gran fidelidad de reproducción, elasticidad y una alta estabilidad, además de permitir la elaboración de un altísimo número de copias.

RTV	Antes de la reticulación		
	Color	Viscosidad a 20 °C cPo	Densidad a 20 °C
831	blanco/gris	25.000	1,25
832	blanco	35.000	1,09
835	rojo	50.000	1,5
846	beige	20.000	1,52
847	beige	50.000	1,18
862	beige	80.000	1,27
863	beige	70.000	1,18
893	blanco	tixo.	1,5

Después de la reticulación				
Dureza Shore A	Carga de rotura	Alargamiento a la rotura %	Resistencia al desgarro	Contracción lineal
10	20	350	3	0,3
40	30	150	5	0,5
55	60	110	5	0,8
75	45	60	4	0,3
10	38	500	13	0,5
25	40	350	18	0,5
25	50	350	23	0,1
35	15	350	4	0,3

Resinas de Poliester y Poliuretano: Por tratarse de materiales rígidos se usan como armazón (carcasa) de diversos elastómeros, conservando la formas en éstos y abaratando la cantidad empleada, como en el caso de las siliconas.

Materiales de reproducción

En cuanto a los materiales de reproducción o vaciado, la elección deberá estar en función de un buen número de parámetros, desde el coste económico a la forma y dificultad de extracción del original, pero sobre todo al uso al que esté destinada dicha reproducción. En un pasado se utilizó con profusión la escayola, en sus múltiples variedades. En la actualidad se usa muy poco debido a sus propiedades, como peso, falta de dureza, cambio de volumen, higroscopicidad, etc., si bien en algún caso puede ser interesante su aplicación.

En relación al precio, una escayola de dureza media presenta un precio extremadamente bajo frente a otros materiales como algunas resinas sintéticas, que pueden llegar a ser tan caras, que tienen un uso casi restringido a las odontologías. Sin embargo, en algunos casos donde la calidad, trasparencia y fidelidad lo exijan, estará más que justificado su uso. Por lo general se utilizan resinas de coste medio, cargadas con diversos materiales que confieren un aspecto muy real a la reproducción. El uso de cargas (hasta un 400 % del peso en resina, además de conseguir los efectos cromáticos y de textura deseados, abaratan los costes de forma muy notable.

Hace dos décadas, **E.N.O.S.A.** ya realizaba reproducciones en resina con fines didácticos, logrando gran perfección en la textura y color de las mismas.

En cualquier caso, en un futuro próximo las técnicas de moldeo pueden sufrir grandes avances. Se logrará una mayor resolución pero, sobre todo, van a permitir que la intervención sobre el original sea mínima e incluso nula.

En la actualidad es ya posible, no sólo la reconstrucción computerizada por ordenador de partes deterioradas o perdidas de un fósil, sino la propia confección de moldes en resina trasparente, gracias a un sistema digital acoplado al mismo, capaz de restaurar y copiar los originales sin necesidad de manipularlos.

Esta nueva técnica de digitalización y reproducción en moldes, desarrollada en la Universidad de Zurich (Suiza) por Robert Martin y otros colaboradores, está siendo empleada en el estudio del Hombre de Similaun, en colaboración con la Universidad Complutense, en la que por otro lado, en esta misma Universidad, y dentro del equipo de Juan Luis Arsuaga, se ha comenzado a utilizar dicha técnica en los ya famosos fósiles del yacimiento paleoantropológico de Atapuerca (Burgos).

Por tanto, el estudio y reproducción de réplicas paleontológicas usadas en trabajos de investigación, en un futuro inmediato tendrá necesariamente que basarse en sistemas computerizados. Estos, acoplados a sistemas digitales de confección de moldes y a otras técnicas modernas, junto al desarrollo de nuevos materiales más estables y con las propiedades adecuadas aportarán una fiabilidad volumétrica y definición suficiente para poder ser intercambiados entre distintos científicos y obtener de ellos gran parte de la información sin tener que manipular el holotipo o escasos y valiosos ejemplares.

Entre los materiales de vaciado más empleados podemos enumerar los siguientes:

Escayola: la escayola convencional tiene los defectos anteriormente aludidos en los materiales de moldeo y no resulta por tanto aconsejable su utilización, a pesar de su bajo coste. Existen sin embargo escayolas especiales de alto grado de dureza como las marcas comerciales *moldurex* (empleada en odontología y francamente dura), y otros productos de similares características como el *Giluform* (de composición desconocida, alta dureza, aspecto nacarado y excelente calidad de reproducción).



Réplica en poliester y original de Ectillaenus giganteus.

Látex: además de usarse como material de moldeo en paleontología, es utilizado con frecuencia como material de vaciado, debido a la buena calidad de las reproducciones y la rapidez y limpieza de las mismas. Tiene además un bajo coste, si bien es un material elástico bioalterable que a medio plazo sufre procesos oxidativos perdiendo sus propiedades y dimensiones.

Algunos investigadores, como J.C. Gutiérrez lo vienen utilizando desde antiguo con gran éxito para fotografía de publicación, reproduciendo positivos, previamente teñidos con tinta china y sometidos a vapores de magnesio que proporcionan gran contraste y nitidez, observandose detalles poco visibles a simple vista.

Pero los materiales de vaciado más empleados en la actualidad, son sin duda las resinas sintéticas termoendurecibles.

Las resinas sintéticas termoendurecibles se presentan en general, en forma de pasta o líquido viscoso (prepolímero), al que se añade un agente endurecedor, que puede ser un líquido o polvo fino. En algunos casos, además, es necesario añadir un catalizador para aumentar y controlar la velocidad de reacción, que por lo general es fuertemente exotérmica.

El resultado es una red tridimensional generada a partir de la formación de enlaces transversales con entrecruzamiento generalizado, que da lugar a una estructura tridimensional.

Tienen la ventaja de admitir cargas y conseguir resultados francamente buenos, sin embargo la mayor parte pueden sufrir diferentes mecanismos de degradación (térmica, hidrolítica, fotoquímica u oxidativa) que intentan minimizarse con diversos tipos de aditivos (estabilizantes, antioxidantes, anti-UV, etc.).

Resinas de poliester: están formadas por una resina base, un activador, que puede venir incorporado, y un catalizador que permite el curado. Se producen reacciones de policondensación con pérdida de moléculas de bajo peso molecular (agua, ácido clorhídrico, etc) lo que da lugar a una contracción de hasta el 8 % que deberemos tener en cuenta.

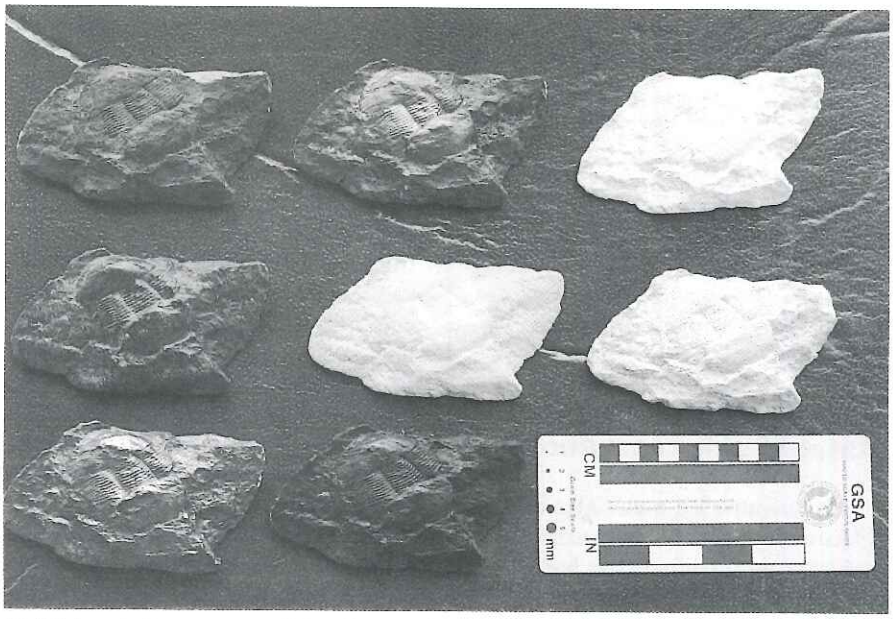
Es necesario que el original esté completamente desprovisto de humedad. Además, el contacto con oxígeno y algunos disolventes pueden impedir la reacción de curado, por lo que suelen venir adicionados con cera o parafina.

Tienen la ventaja de unas buenas propiedades mecánicas y un coste moderado, si bien es necesario tomar precauciones durante su manipulación. Por otra parte admiten una amplia variedad de cargas (sulfato de bario, polvo de mármol, sílice, grafito, sulfato de calcio, caolín, aerosil, micromix, etc.) y pigmentos que permiten obtener el peso, aspecto y tonos deseados, con gran facilidad. La calidad de reproducción es muy buena.

Resinas epoxídicas: son resinas obtenidas en dos etapas. Una primera etapa por condensación (a partir de la epiclorhidrina y bisfenol, con desprendimiento de ácido clorhídrico) y otra segunda etapa de poliadición, por lo que la pérdida de volumen es inferior al 5%.

Al igual que en los poliésteres, es necesario tomar una serie de precauciones durante su manipulación, pues durante su curado se produce una gran cantidad de calor y en grandes volumenes podría terminar ardiendo.

También admiten gran cantidad de cargas y pueden aplicarse, además, con cierto grado de humedad, presentando una gran resistencia a las alteraciones, que las hacen especialmente indicadas



Multiples réplicas en materiales diversos (original, epoxy, escayola, poliester, giluform, cemento, Paladur y poliuretano) de Ectillaenus giganteus.



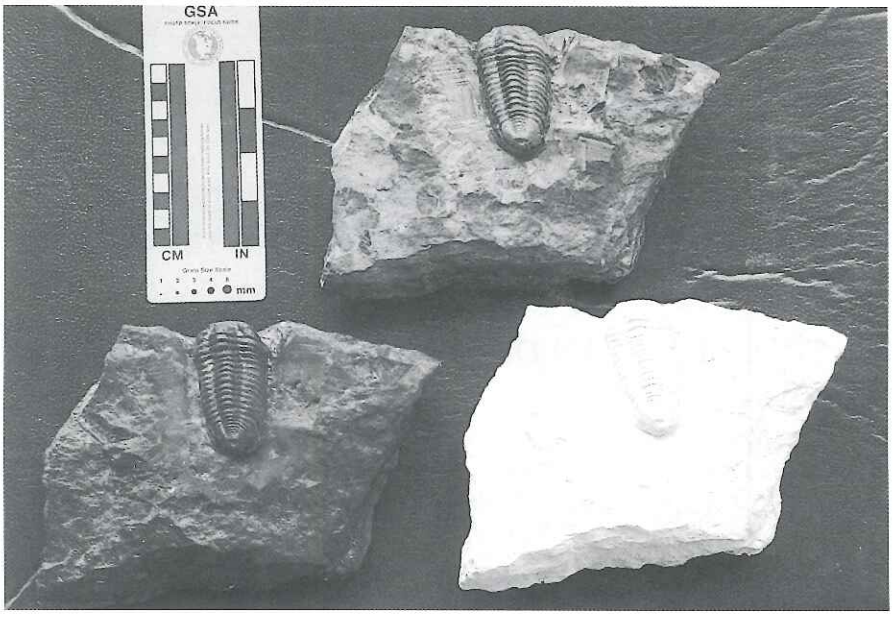
Molde y copias de Ectillaenus giganteus.

para vaciados de larga duración. Existe una amplia gama de resinas con distintas propiedades mecánicas y variaciones importantes en los tiempos de curado. La calidad de las reproducciones es muy buena.

Resinas de poliuretano: La gama de productos englobados bajo esta denominación es enorme, y su aplicación por tanto, es muy amplia. Algunas espumas rígidas y de alta densidad logran reproducciones de extraordinaria calidad en cortos tiempos de curado. Otras son de tipo espumoso y menor resistencia mecánica, pero en general son materiales de una estabilidad química muy alta, ya que tanto la oxidación térmica y fotolíticas, propias del compuesto, se minimizan de forma muy importante incorporando absorbentes y estabilizantes.

El coste de estos productos es similar a las resinas epoxídicas y sensiblemente mayor que los poliésteres.

Tanto en las resinas epoxy como en las de poliuretano, el curado se produce por poliadición, de forma que se unen moléculas sin pérdida de sustancias volátiles (si bien en algunas espumas de curado por humedad hay desprendimiento de anhídrido carbónico que suele quedar incorporado a la masa). Este tipo de curado nos garantiza unas retracciones poco importantes.



Original (pizarra) y réplicas de Neseuretus tristani, realizadas en Poliester y escayola.

Resinas de fenol-formaldehído: Son compuestos obtenidos por policondensación, (de tipo polihidroximetílico) con fuerte desprendimiento de agua. Se usaron mucho en los años 60 pero actualmente son poco usadas, ya que son quebradizas y tienen tendencia a amarillear, a pesar de presentar una dureza considerable.

Nota: Los dos moldes reproducidos en el presente trabajo fueron realizados en la Escuela Superior de Conservación y Restauración de Bienes Culturales por Isabel Blasco, Monserrat Cruz y Eleuterio Baeza, bajo la dirección de los profesores Mª. José García Alonso y Rafael Bejarano. ■

Bibliografía:

ARNOLD, Z. M. (1965): *The use of plastics in Paleontology in Kummel & Kaup D. Handbook of paleontological tecnics*. Freeman et Cie edit. London, pp. 420-422.

C.E.D. (1993): *Curso de especialista en la fabricación de moldes en caucho de silicona y resina termoestable reforzada con fibra de vidrio para inyección a baja presión*. Madrid.

DAVID, R. (1986): *Utilisation des techiques de moulage en Paléntologie humanie et Préistoire*. Dipl. d.Estude Doct.

GARCIA, M. (1979): *Les silicones élastomeres RTV appliqués aux relevés de vestiges préhistoriques (art-empreintes humaines et animales)*. L'Antropologie, t. 83 nº 1, p. 5-42 t., n.º 2, pp. 189-222.

GILBERT DELCROIX Y OTROS (1985): *Produits syntetiques pour la Conservation Science Teaching Series*. Book 3, London.

GUTIERREZ DEL SOLAR, P. GOMEZ-ALONSO, B. (1994): *Curso: Restauración y conservación de vertebrados fósiles. Técnicas de moldeo*. C.S.I.C. Madrid.

HAMILTON, W. P. (1983): *A review of the moulding and casting techniques in use at the Paeontology, laboratory, British Museum (Natural History)* The Conservator, n.º 7, pp. 37-43.

HOWIE, F. M. P. (1983): *Fossil conservation and problems of mineral stability*. Science Technology, 7, pp. 24-28.

IRVING SKEIST, (1990): *Ph. D. Handbook of Adhesives*. Third Edition. Van Nostrand Reinold. New York.

KOOBS, S.(1984): *The consolidants of archaeological bone*. IIC Adhesives and consolidants. Preprints of the Contributions rto the Paris Congress 2-8 98-102.

LAGUNA, J., GUTIERREZ DEL SOLAR, P., CIFUENTES, A., GOMEZ-ALONSO, B., RODRIGUEZ, J. L., ZENTENO, J. *Recuperación y conservación de restos paleontológicos en Yuncos*. Toledo. Informes y trabajos del I.C.R. N.º 12, pp. 45-50.

PARDO, A. *Técnicas de replicado para piezas paleontológicas*. P.U. Zaragoza.

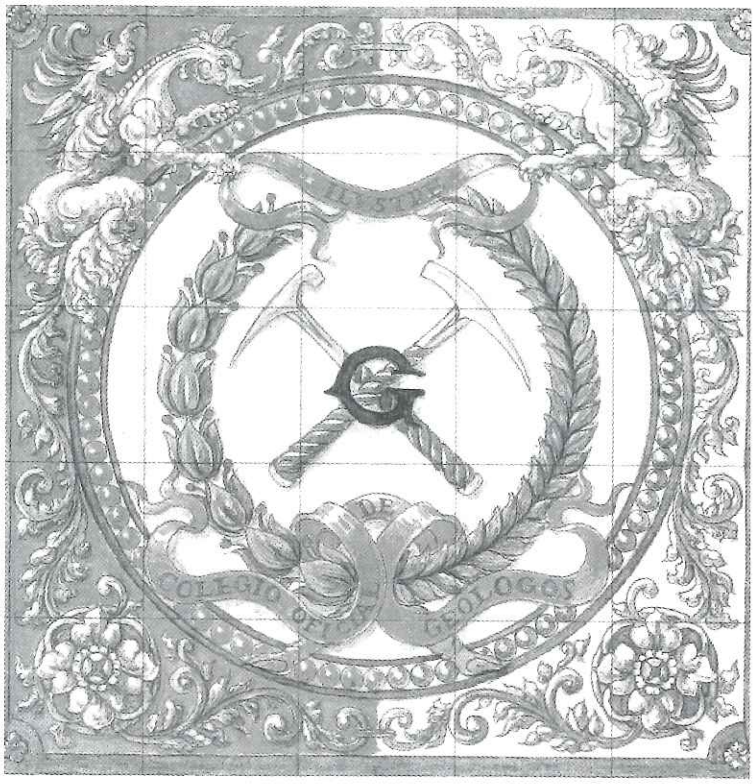
QUINN, J. H. (1957): *Mud matrix for rubber molds*. Soc. Vert. Paleont. News Bull., n.º 49, p. 31

R. C .M. (1994): *Guía de productos y sustancias pláticas*. Barcelona.

UNESCO (1979): *La conservación de los bienes culturales*. París.

WERNER, A. E. (1979): *Cuero, madera, hueso y marfil, materiales de archivo, en La conservación de los Bienes Culturales*. Col. Museos y Monumentos XI UNESCO. París (2.ª ed.).

PLAN DE PENSIONES DE LOS GEOLOGOS



ESTAS SON ALGUNAS DE SUS VENTAJAS:

* Le ayudará a mantener su nivel de vida cuando se jubile
* Las aportaciones efectuadas son fiscalmente deducibles
* Por ser exclusivo para los geólogos, el Plan tiene una reducción de gastos, de este modo su ahorro es más rentable
* El Plan está gobernado por los geólogos

- SI USTED YA TIENE UN PLAN DE PENSIONES INDIVIDUAL, PUEDE TRASPASARLO AL PLAN DE LOS GEOLOGOS Y BENEFICIARSE ASI DE SUS VENTAJAS.
- SI USTED TODAVIA NO TIENE UN PLAN DE PENSIONES, ESTA ES UNA VENTAJOSA OPORTUNIDAD.

Para ampliar información sobre alguno de estos servicios, diríjase al Colegio Oficial de Geólogos o bien a cualquier sucursal del Grupo Banco Popular.

tu futuro, nuestro futuro

TIPOS E INTERES PALEONTOLOGICO DE LOS MICROFOSILES VEGETALES

Eduardo Barrón López

Licenciado en Ciencias Biológicas (modalidad Botánica UCM-1987). En la actualidad se encuentra finalizando su Tesis Doctoral en el Dpto. de Paleontología de la Fac. de Cc. Geológicas de la UCM, sobre Palinología y Paleobotánica de una Cuenca Neógena pirenaica.

En el presente artículo se hace una revisión de los principales microfósiles vegetales exponiendo su distribución en el registro geológico, y explicando brevemente su importancia desde un punto de vista geológico.

This article reviews the principal plant microfossils in terms of their distribution in the geological timeline and their geological importance.

Introducción

La Paleobotánica engloba el estudio de los vegetales que se desarrollaron a lo largo de los tiempo geológicos. Este estudio es múltiple, ya que como explica Font Quer (1985), el término vegetal carece de una significación científica precisa, pues como vegetales se han denominado tanto organismos procariontes como eucariontes que no presentan ninguna proximidad desde un punto de vista taxonómico. Además, dentro del grupo de los eucariontes se consideran vegetales a un grupo heterogéneo de organismos tanto heterótrofos como autótrofos incluidos en los reinos Protoctista, Fungi y Plantae.

Podemos imaginar entonces que el tipo de estudios que deben realizarse para cada tipo de microfósil es diferente, encontrándose organismos tal y como eran cuando vivían, partes de ellos, células reproductivas sexuales o asexuales que denotan la existencia de ciertos organismos como pueden ser plantas y hongos, o señales de su actividad vital.

Por otra parte, es común dividir al conjunto de los fósiles en macro y microfósiles, no desde un punto de vista taxonómico, sino según la metodología que se siga para su colecta, preparación y estudio. Esta distinción es bastante arbitraria y normalmente se considera microfósil al que requiere ser estudiado con lupa binocular o microscopio.

El estudio de los microfósiles se denomina micropaleontología. Sin embargo, hay una tendencia a restringir este término a los que poseen una pared celular mineral, distinguiéndolos de los que tienen una pared orgánica, cuyo estudio se denomina Palinología (Brasier, 1985).

Nosotros en este trabajo vamos a considerar todos los restos vegetales microscópicos sin hacer distinción entre Micropaleontología y Palinología.

En la actualidad el estudio de los microfósiles vegetales ha experimentado un gran auge debido a la importancia que poseen para la detección de combustibles fósiles.

Tipos de microfósiles vegetales

En este trabajo no queremos realizar un listado taxonómico, sino indicar cuáles son los principales microfósiles vegetales que se van a hallar en diferentes sedimentos. Se han considerado cuatro tipos fundamentales que pasamos a desarrollar a continuación:

**** Organismos microscópicos que se encuentran con su morfología original, aunque sus estructuras hayan sufrido alteraciones de tipo tafonómico.***

1.–**Cianobacterias:** son organismos procariontes incluidos en el Reino Monera, es decir, no tienen núcleo. Presentan una pared celular complicada compuesta por 4 capas de mureína (polímero de la n-metil glucosamina), hidratos de carbono (manosa, glucosa y xilosa), lípidos y aminoácidos. Esta composición química confiere a estos microorganismos poca resistencia a la fosilización lo cual hace que el hallazgo de éstos sea extraordinario, aunque se encuentren, con relativa frecuencia, restos de su actividad (estromatolitos, oncolitos).

Su distribución en el registro geológico va desde el Precámbrico hasta la actualidad. Hoy en día ocupan todos los medios acuáticos y algunas de ellas son terrestres.

Su importancia desde el punto de vista geológico es reducida, debido al complicado proceso de obtención. Sin embargo, presentan un gran interés para el conocimiento del origen de la vida durante el Precámbrico.

2.–**Dinoflagelados:** son eucariontes que forman parte del reino Protoctista, incluyéndose dentro de la división *Pyrrophyta*. La mayoría de sus representantes son fotosintéticos aunque algunos como *Noctiluca* han perdido esta particularidad. Estos organismos presentan una serie de placas de composición celulósica en el interior de vacuolas denominadas tonoplastos, luego no presentan una pared celular como tal.

Los dinoflagelados se enquistan produciendo cistes de gran resistencia con composición esporopolenínica, que son los que normalmente se encuentran en estado fósil. La esporopolenina es un copolímero de carotenos, xantofilas y ácidos grasos que posee una gran resistencia ante los procesos diagenéticos. El registro de los dinoflagelados va desde el Silúrico hasta la actualidad.

Este grupo presenta valor biostratigráfico en sedimentos mesozoicos y cenozoicos. Los dinoflagelados también se utilizan como indicadores climáticos en estudios del Cuaternario.

Dinoflagelados y acritarcos reelaborados pueden ser utilizados para indicar su procedencia y la dirección del transporte de los materiales en donde se encontraban. Además, existen diferentes especies que indican proximidades y lejanías a zonas costeras.

3.–**Acritarcos:** como en el caso de los dinoflagelados, también forman parte del reino Protoctista. Poseen muy distintas formas y estructuras apareciendo en muchos casos con gran cantidad y variedad de desarrollos (estructuras parecidas a espinas). El principal componente de su pared celular, como en el caso de los quistes de los dinoflagelados, es la esporopolenina.

Los acritarcos se conocen desde el Proterozoico hasta el Holoceno, y algunos autores los han reunido en un grupo aparte. Pudiera ser que los estuviéramos considerando de una forma errónea como vegetales, ya que pudieran ser referidos a organismos heterótrofos. Es posible que parte de los acritarcos deban referirse a quistes de dinoflagelados, distintos tipos de algas unicelulares, polen y esporas, quitinozoos e incluso a microforaminíferos.

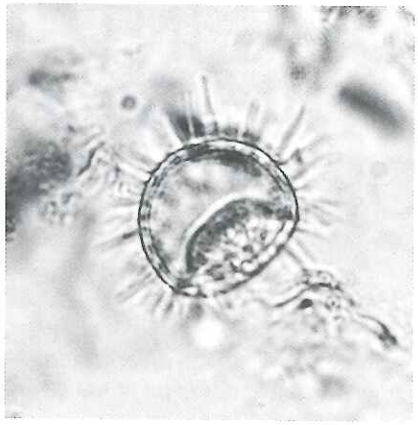


Fig. 1. Ciste de dinoflagelado de agua dulce. Neógeno, x 1.250.

Se utilizan para correlacionar rocas del Precámbrico superior y Paleozoico inferior, sobre todo cuando éstas no contienen ningún otro fósil.

Del mismo modo que los dinoflagelados, los distintos grupos nos permiten distinguir zonas cercanas o lejanas a las costas.

4.–**Cistes de crisomonas:** las crisomonas se engloban dentro del reino Protoctista en la división *Chrysophyta*. Este tipo de organismos pasa por etapas de resistencia encerrados en quistes (estatosporas) celulósicos con impregnaciones silícicas. Presentan una forma subesférica con un poro que se presenta obturado por un tapón celulósico.

Son conocidos desde el Cretácico tardío, aunque estructuras parecidas a éstas ya se encuentran en el Precámbrico.

Se encuentran poco estudiados y parece ser que podrían usarse como fósiles guía en estratos correspondientes a mares profundos.

5.–**Diatomeas:** pertenecientes al reino Protoctista, se incluyen en la división *Bacillariphyta*. Se trata de organismos unicelulares, que a veces se reúnen formando filamentos con una pared celular silícica (frústulo) formada por dos tecas (epiteca e hipoteca). Las tecas poseen muy diferentes ornamentaciones que permiten la identificación taxonómica de sus distintas especies.

Los primeros restos de las diatomeas datan del Jurásico, llegando hasta la actualidad. Se distribuyen por todas las aguas del globo, tanto marinas como dulces.

Las diatomeas producen depósitos que se denominan diatomitas. Éstos presentan un notable valor industrial, ya que las diatomitas se utilizan por ejemplo para construir filtros, refinar azúcar, en polvos abrasivos, pastas dentríficas, etc...

Estos microfósiles se utilizan como indicadores zonales en sucesiones cretácicas y terciarias, tanto en secuencias terrestres como marinas. Además, tienen valor paleoecológico en el Plioceno y el Pleistoceno, ya que evidencian enfriamientos climáticos y cambios en las tasas de sedimentación. En

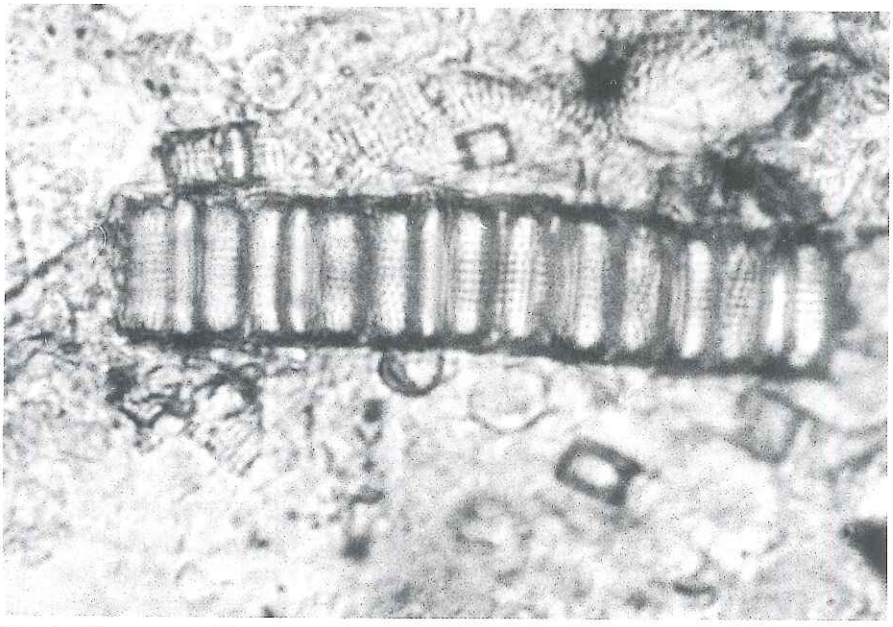


Fig. 2. Filamento de diatomeas centrales. Neógeno, x 312.

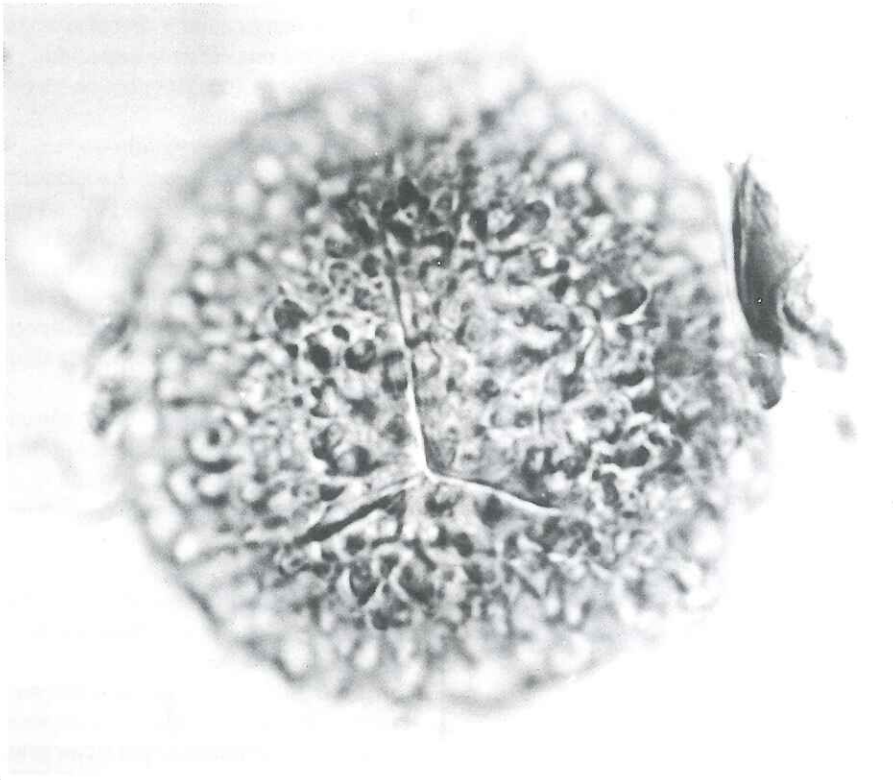


Fig. 3. Espora de pteridofita, Neógeno, x 1.250.

depósitos cuaternarios, los isótopos 18O y 16O de la sílice de los frústulos pueden ser usados para indicar los niveles de temperatura absoluta.

Las diatomeas de agua dulce han sido utilizadas para estudiar el desarrollo histórico de los lagos, ya que durante las glaciaciones cuaternarias se revela un efecto sobre el agua de éstos debido a cambios de acidez y de clima. Del mismo modo se utilizan en la actualidad para medir el grado de contaminación de las aguas provocado por acciones antrópicas.

6.–**Algas:** bajo esta denominación se incluyen un amplio grupo de organismos que forman parte del reino Protoctista dentro de tres divisiones: *Phaeophyta, Rhodophyta* y *Chlorophyta.*

Dentro de estas divisiones hay seres unicelulares, coloniales y pluricelulares. Entre los unicelulares, el estudio de algas como *Botryococcaceae* (con pared esporopolenínica) presenta gran importancia al relacionarse con la formación de hidrocarburos.

Las algas pluricelulares, normalmente fosilizan gracias a la presencia en sus tejidos de sílice o carbonato cálcico. Debemos destacar el grupo de las *Corallinaceae* (Rhodophyta) por su gran capacidad de fosilización (tienen gran cantidad de carbonato cálcico en sus tejidos y presentan hábito incrustante).

Las algas aparecen por primera vez en el Precámbrico llegando hasta la actualidad.

El mayor valor de las algas es paleoambiental, aunque algunas algas coloniales pueden auxiliar en la correlación de rocas carbonáticas.

7.–**Hongos:** organismos no fotosintéticos que se incluyen en el reino Fungi. Poseen una pared celular compuesta por quitina y células sifonadas. También existen hongos unicelulares como las levaduras. Fundamentalmente, dentro de este grupo se encuentran organismos saprófitos y parásitos, aunque existen algunos hongos que forman asociaciones simbióticas con algas, formando líquenes.

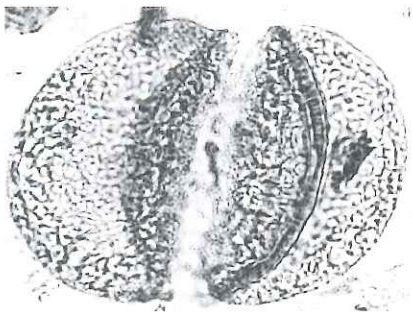


Fig. 4. Grano de polen de Pinaceae. Neógeno, x 1.250.

Desde un punto de vista paleontológico, los hongos se encuentran escasamente estudiados, apareciendo en los albores del Paleozoico y llegando a la actualidad.

Estos organismos no presentan, por el momento, utilidad desde un punto de vista geológico, aunque sí lo tienen desde uno paleobiológico y filogenético.

*** Restos esqueléticos.**

1.–**Ebridianos:** organismos unicelulares monadoameboides pertenecientes al reino Protoctista y a la división *Ebriophyta.* Poseen un esqueleto interno de sílice con varios ejes que forman una especie de enrejado.

Su posición taxonómica es incierta, algunos autores los relacionan con las Euglenas, protozoos fotosintéticos, otros con los dinoflagelados. Su registro fósil va desde el Paleoceno hasta la actualidad, apareciendo exclusivamente en sedimentos marinos.

El valor geológico de lo ebridianos es poco conocido, aunque han sido utilizados exitosamente junto con los silicoflagelados para realizar esquemas biozonales en el Terciario del Pacífico Norte.

2.–**Silicoflagelados:** se encuentran englobados en el reino Protoctista y en la división *Chrysophyta.* Son organismos unicelulares y monadoameboides con un esqueleto interno de sílice muy complicado y de muy diferentes morfologías. Éstos seres son exclusivos de aguas marinas muy frías.

Su distribución a lo largo de los tiempos geológicos va desde el Cretácico Inferior hasta la actualidad.

Los silicoflagelados se utilizan como indicadores paleoclimáticos, especialmente para establecer diferencias entre períodos de aguas fría y cálidas; y como ya hemos explicado en el caso de los ebridianos, para establecer esquemas biozonales.

3.–**Cocolitofóridos:** como en el caso de los grupos anteriores también se encuentran incluidos dentro del reino Protoctista, aunque pertenecen a la división *Haptophyta.*

Estos organismos son unicelulares y forman placas de carbonato cálcico con formas complicadas en vesículas del interior de su citoplasma. Estas placas después se expulsan al exterior de la célula quedando el organismo recubierto por todo un conjunto de estructuras con aspecto de escudo.

Son seres exclusivamente marinos

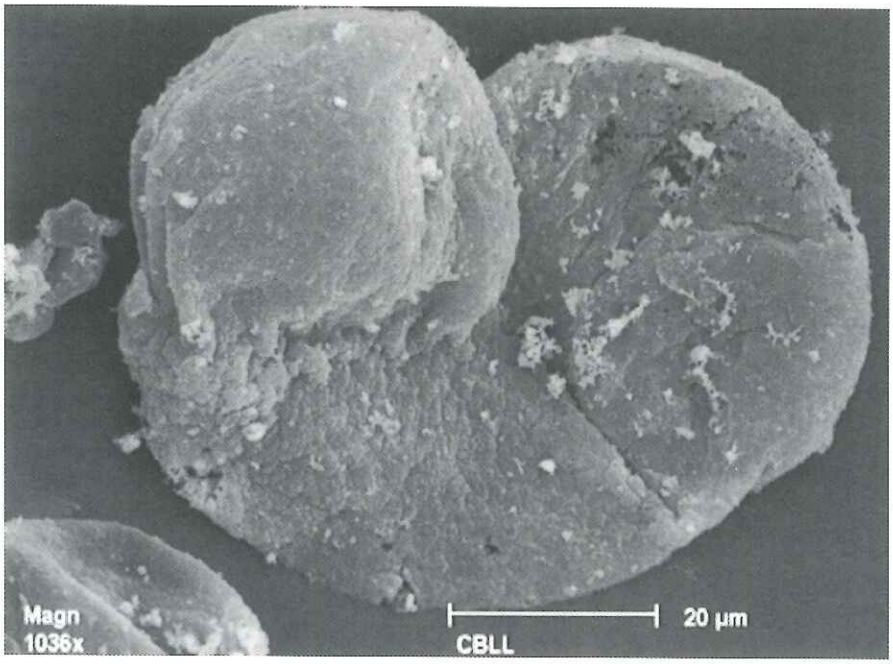


Fig. 5. Grano de polen de Pinaceae al M.E.B. Neógeno.

que ocupan tanto mares fríos como tropicales. Los primeros fósiles asignables a este grupo se han encontrado en rocas de edad triásica.

Los cocolitofóridos poseen valor bioestratigráfico en el Mesozoico y Cenozoico, habiéndose descrito biozonas a partir de éstos.

El estudio de estos organismos también ha permitido estimar cambios en tasas de sedimentación a lo largo del tiempo. Además, han sido usados para estimar cambios de paleotemperaturas a través del Cenozoico tardío.

4.–**Fitolitos:** se trata de corpúsculos de sílice producidos por plantas vasculares (reino plantae). Éstos normalmente aparecen dispersos por los sedimentos. Se forman en distintos lugares de la planta como pueden ser las hojas y los vasos conductores. Presentan formas, tamaños y ornamentaciones diferentes según la planta de donde procedan, el lugar de formación y su disposición final en la planta, es decir existen fitolitos que quedan englobados en los tejidos vegetales y otros que se excretan al exterior.

Hasta la fecha el único valor que poseen los fitolitos es paleobiológico.

*** Estructuras de reproducción**

1.–**Girogonitos:** se trata de los oogonios de las caráceas. Éstas son algas que aunque se encuentran estrechamente relacionadas con la división *Chlorophyta,* en los últimos tiempos, dadas sus características anatómicas y reproductivas, se incluyen en una división aparte: la *Charophyta.*

Estas algas presentan sus talos cubiertos por gran cantidad de carbonato cálcico, encontrándose particularmente sus oogonios (lugar en donde se aloja la ovocélula) recubiertos por una estructura espiral fuertemente impregnada por carbonato cálcico. Por causa de esto, los oogonios presentan una gran resistencia, y disociados del talo poseen una elevada capacidad de fosilización. A los oogonios se les denomina girogonitos.

Los primeros girogonitos aparecen en sedimentos devónicos. La caráceas llegan hasta la actualidad. Hoy en día habitan en aguas dulces y salobres.

Los girogonitos posen valor estratigrafico, fundamentalmente en el Mesozoico y Cenozoico; también sirven para realizar reconstrucciones paleoambientales.

2.–**Esporas y polen:** dentro de este grupo incluimos un heterogéneo conjunto de estructuras reproductivas que pertenecen a organismos del reino Plantae.

Las esporas son producidas por musgos y helechos, mientras que los granos de polen lo son por las gimnospermas y angiospermas.

Las esporas y granos de polen presentan una pared celular de composición esporopolenínica que tiene gran resistencia ante los procesos diagenéticos. Esta misma composición química provoca que se hable de granos de polen y esporas de una forma general, aludiéndose al término palinomorfos.

Existen muchos tipos de palinomorfos que se diferencian por sus características morfológicas: tamaño, forma, tipo de aperturas y ornamentación. Las esporas se encuentran desde el Silúrico inferior hasta el presente y los granos de polen desde el Devónico

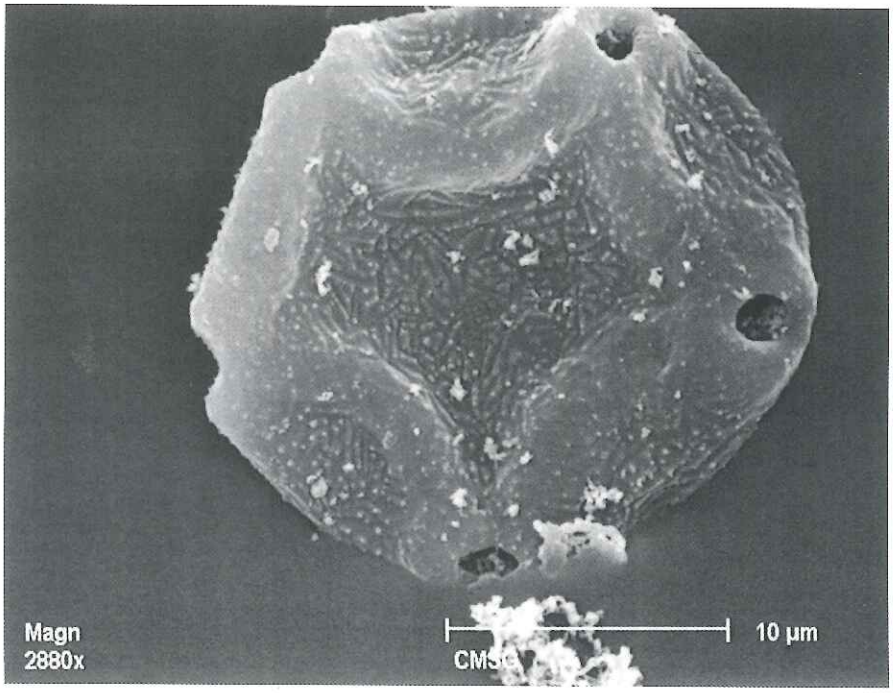


Fig. 6. Grano de polen de aliso (Género Alnus) al M.E.B. Neógeno.

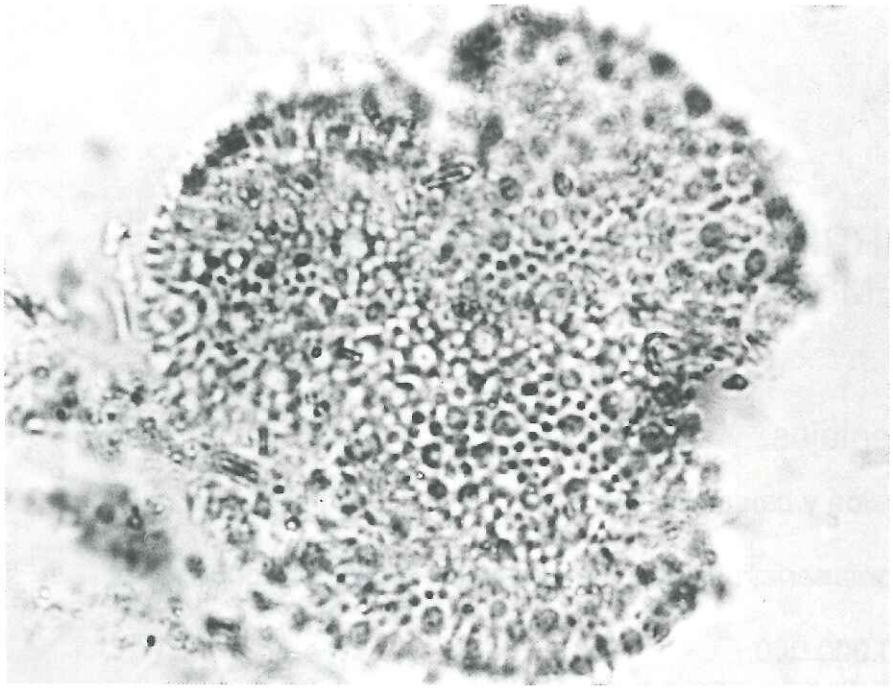


Fig. 7. Grano de polen de lino (Género Linum), Neógeno, x 1.250.

hasta la actualidad. La aparición de estos microfósiles es importante ya que denotan zonas continentales.

Polen y esporas son utilizados como marcadores bioestratigráficos en sedimentos terrestres, lacustres, fluviales y deltaicos, ayudando a correlacionar sedimentos marinos y continentales.

En el Cuaternario se han descrito pisos a partir de granos de polen, por otra parte, ayudan a correlacionar depósitos interglaciares en una escala local.

En el Cenozoico se utilizan para detectar eventos paleoclimáticos. En períodos más antiguos, estos cambios paleoclimáticos no son tan observables debido a que los taxa que se encuentran no pueden, en muchos casos, relacionarse con los actuales, pero se pueden reconocer sucesiones y biofacies en el Jurásico, Cretácico y Carbonífero.

Polen y esporas puede ayudar a los sedimentólogos a descubrir la procedencia de sedimentos de grano fino utilizándose posteriormente para estimar la tasa de sedimentación o de reelaboración.

Además, este tipo de microfósiles posee un interés arqueológico, ya que gracias a ellos se detectan acciones antrópicas.

3.–**Esporas fúngicas:** los hongos producen gran cantidad y tipos de esporas debido a que normalmente presentan historias biológicas complicadas. Existen por lo tanto muchos tipos de esporas fúngicas: conidiosporas, ascosporas, basidiosporas, etc... Algunas son producidas sexualmente y otras asexualmente, siendo unas unicelulares y otras pluricelulares. La pared celular de las esporas está compuesta básicamente por quitina.

Por el momento no se han encontrado interés geológico a estos microfósiles.

*** Estructuras de actividad**

1.–**Oncolitos:** formados por cianobacterias. Estos vegetales son epilíticos, es decir, recubren en medios acuáticos caparazones de moluscos, piedras, granos de arena, etc..., y son grandes consumidoras de dióxido de carbono. La utilización de este gas y la producción de oxígeno provoca una reacción química que tiene como resultado el depósito de carbonato cálcico alrededor de las mismas cianobacterias que acaban muriendo enterradas bajo esta sustancia. Posteriomente, nuevas cianofíceas crecen sobre esta depósito de carbonato, repitiéndose sucesivamente el proceso. Como resultado, se forman estructuras semicirculares y esféricas que se denominan oncolitos y que si se cortan muestran una disposición concéntrica de capas de carbonato cálcico alrededor de un núcleo que, como ya hemos indicado, puede ser de diversa naturaleza.

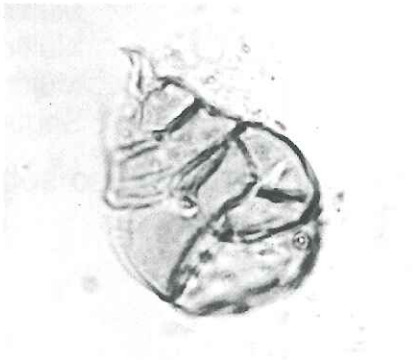


Fig. 8. Esporas fúngicas, Neógeno, x 1.250.

Los oncolitos indican aguas dulces y tranquilas y a veces se producen en gran cantidad formándose calizas oncolíticas.

2.–**Estromatolitos:** se forman por un proceso químico idéntico al de los oncolitos, siendo propios de zonas intermareales y submareales. En este caso, las cianobacterias suelen formar colonias filamentosas y no se agrupan sobre granos de arena y conchas sino sobre masas aplanadas. Como resultado, se forman estructuras grandes en muchos casos con forma de cojín.

Se han encontrado en Sudáfrica estromatolitos con 3 billones de años de antigüedad. Durante el Paleozoico formaron arrecifes.

Los estromatolitos tienen importancia para el conocimiento del origen de la vida durante el Precámbrico. Algunos tipos de estromatolitos se encuentran restringidos en el tiempo, y ayudan a correlacionar continentes entre sí. También permiten reconstruir las condiciones ambientales de la zona, como pueden ser: iluminación, aporte de aguas dulces, etc...

Finalmente, han sido utilizados para conocer el número de días que presentaba el año en tiempos remotos. ■

Bibliografía

BRASIER, M. D. (1985): *Microfossils,* 4 th. impression. George Allen & Unwin (Publishers). Ltd. London, 19 págs.

FONT QUER, P. (1985): *Diccionario de Botánica.* 9.ª reimpresión. Editorial Labor, S. A. Barcelona, 1244 págs.

LIPPS, J. H. (ed.) (1993): *Fossil Prokaryotes and Protists.* Blackwell Scientific Publications, London, 342 págs.

MOORE, P. D., WEBB, J. A. & COLLINSON, M. E. (1991): *Pollen analysis.* Second edition. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 216 págs.

SAENZ DE RIVAS, C. (1978): *Polen y esporas (introducción a la Palinología y vocabulario palinológico).* Ed. H. Blume, 219 págs.

TRAVERSE, A. (1988): *Paleopalynology.* Unwin Hyman, Boston, 600 págs.

Correduría de Seguros
Descalzo & Asociados, S. L.

D & A
Correduría

SEGURO MULTIRRIESGO DEL HOGAR ESPECIAL MIEMBROS DEL I.C.O.G.

Estas son algunas de sus ventajas:

* Incendio, explosión, autoexplosión y caída del rayo.
* Daños eléctricos.
* Daños por agua (albañilería, fontanería, pintura), sin aplicación de regla proporcional.
* Daños estéticos.
* Responsabilidad Civil hasta 50.000.000.
* Atraco en la calle con la cobertura más amplia del mercado.
* Asistencia en el hogar con servicio de urgencias 24 horas.
* Claridad en la redacción.
* Primas altamente competitivas a las que añadimos una bonificación especial para los miembros del I.C.O.G.
* Asesoramiento especializado y atención personal y esmerada por autenticos profesionales del Seguro.

EJEMPLO:
Piso vivienda habitual con los siguientes capitales:

Continente	5.000.000
Contenido	3.000.000
TOTAL AÑO	12.352

Compañía aseguradora Bàloise Pastor Seguros y Reaseguros, S. A.
Para información y contratación dirigirse a Correduría de Seguros Descalzo & Asociados, S. L. en los teléfonos 715 79 79 y 351 27 31 en horario de 8 de la mañana a 8 de la tarde.

OTROS SERVICIOS

* Seguros de Vida y Ahorro.
* Jubilación.
* Accidentes.
* Automóviles.
* Multirriesgo de Comercios.
* Multirriesgo de Oficinas.
* Multirriesgo de Pymes.
* Seguros de Salud.

Le asesoramos gratuitamente y sin compromiso sobre los seguros que tenga contratados.

Correduría de Seguros Descalzo & Asociados, S. L.
Noria de la Paz, 15
28223 POZUELO DE ALARCON. MADRID
Tfnos: 451 27 31 / 715 79 79 - Fax: 715 79 79

Desde 1983 colaborando con el Ilustre Colegio Oficial de Geólogos.

MICROPALEONTOLOGIA APLICADA: HISTORIA DE UNA FRUCTIFERA COLABORACION



Eustoquio Molina Martínez

Profesor Titular de Paleontología en la Universidad de Zaragoza, imparte la asignatura de Micropaleontología aplicada en la Licenciatura de Ciencias Geológicas. Doctor por la Universidad de Granada en 1979 con una tesis sobre Foraminíferos planctónicos, grupo en el que investiga sobre problemas bioestratigráficos, paleoecológicos y evolutivos.

La Micropaleontología es la disciplina paleontológica que tiene un carácter más aplicado. La gran utilidad bioestratigráfica y paleoecológica de los microfósiles ha permitido resolver importantes problemas geológicos, controlando sondeos de todo tipo, –principalmente para la industria petrolera–, datando y reconstruyendo los medios ambientes del pasado, y perfeccionando las cartografías. En la actualidad, la Magnetoestratigrafía y la Geoquímica isotópica dependen en gran medida de las aplicaciones micropaleontológicas. La creciente precisión que cada día requieren la mayoría de los estudios geológicos puede ser aportada por el excelente registro de los microfósiles, y su aplicación obtiene los mejores resultados en el marco de proyectos multidisciplinares.

Micropaleontology is the paleontological discipline with a more applied character. The biostratigraphical and paleoecological utility of the microfossils has allowed to solve important geological problems, controlling boreholes, –mainly for the oil industry–, dating and reconstructing paleoenvironments, and improving cartography. At present, Magnetostratigraphy and Isotope Geochemistry strongly depend on the micropaleontological applications. The increasing precision that now requires most of the geological studies can be provided by the excellent microfossil record, and its application obtains the best results in the framework of multidisciplinary projects.

Introducción

El carácter aplicado de la Micropaleontología ha sido una constante desde su nacimiento, pues el francés d'Orbigny –que puede ser considerado como su fundador– ya puso de manifiesto el potencial valor bioestratigráfico de los microfósiles. En este sentido, el punto de partida como ciencia aplicada se inicia hacia 1823 cuando por primera vez se utilizaron estratigráficamente los Nummulites. Poco después, en 1850 se propuso la primera zonación basada en Ostrácodos. Las primeras aplicaciones del estudio de los microfósiles a los sondeos se realizaron en 1874 cuando se dató como Turoniense una formación sondeada en Alemania, y en 1877 cuando se determinó pertenecían al Mioceno –basándose en Foraminíferos– las rocas atravesadas en sondeos hidrogeológicos en la región de Viena. Ahora bien, la primera aplicación de la investigación micropaleontológica a la prospección petrolífera se realizó en Polonia en 1897.

Sin embargo, el desarrollo de la Micropaleontología aplicada se produjo durante la década de 1920 en los EE.UU. cuando se generalizó el uso de los microfósiles para determinar la edad de los testigos de sondeos de la industria petrolera. Las principales compañías petroleras establecieron sus propios laboratorios micropaleontológicos y, por otra parte, desde entonces también se han formado consultores que han estudiado muestras micropaleontológicas. Así se han establecido escalas bioestratigráficas para las cuencas petrolíferas y se han realizado importantes avances en la reconstrucción de los medios ambientes. Además, actualmente disciplinas como la Magnetoestratigrafía dependen de dataciones tan precisas –para poder identificar con seguridad los distintos crones–, que deben hacerse con microfósiles. Por otra parte, la Geoquímica de isótopos del Oxígeno y Carbono obtiene sus mejores resultados cuando se analizan las conchas de los microfósiles. En consecuencia, según Civis *et al.* (1989) la Micropaleontología es considerada la rama de la Paleontología con una mayor potencialidad desde el punto de vista práctico en la Geología aplicada, y según Jenkins (1993) ha llegado a ser de una gran ayuda en la ingeniería geológica y geología económica.

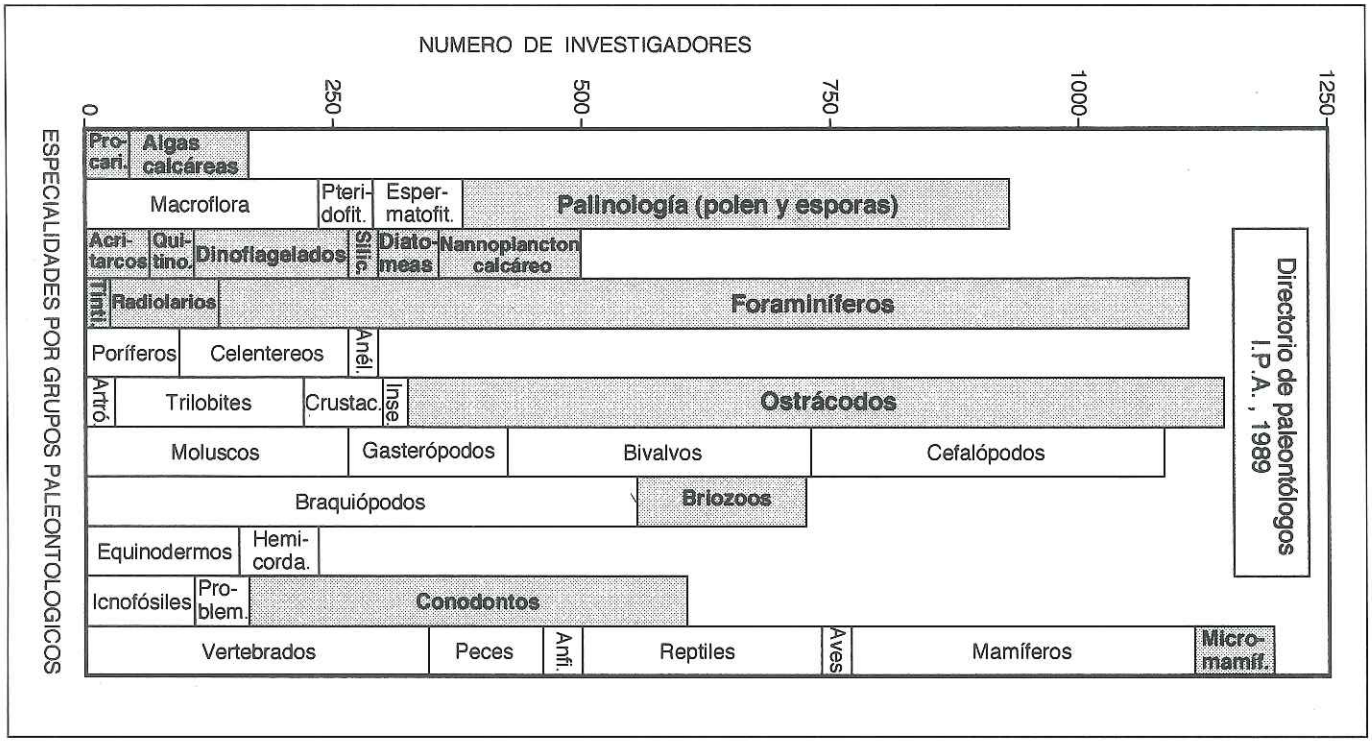


Figura 1. Número de investigadores especialistas en los distintos grupos paleontológicos según la especialidad declarada en el directorio de paleontólogos. En gris se indican los principales grupos objeto de estudio de la Micropaleontología.

Así pues, tradicionalmente lo que más ha caracterizado y unificado a la Micropaleontología ha sido su fructífera colaboración en la resolución de problemas geológicos, debido a la gran utilidad bioestratigráfica de los microfósiles, ya que presentan numerosas ventajas por su pequeño tamaño, gran abundancia y amplia distribución. Además, ha llegado a ser la más estudiada como lo demuestra el gran número de publicaciones y de especialistas que trabajan en ella, lo cual se aprecia al consultar bibliografía y cualquier directorio reciente de paleontólogos. Así, el grupo de los Foraminíferos es con gran diferencia el que cuenta con más especialistas, seguido por otros grupos también micropaleontológicos, tales como Ostrácodos, Polen y Esporas (**Fig. 1**).

La Paleontología se puede dividir atendiendo a criterios taxonómicos en Paleobotánica, Paleontología de invertebrados y Paleontología de vertebrados. En este sentido, la Micropaleontología estudia grupos incluidos en las tres ramas citadas, y por razones técnicas y su carácter aplicado, ha mantenido una entidad diferenciada. La Micropaleontología aporta una serie de datos muy interesantes, principalmente de tipo evolutivo, paleoecológico y bioestratigráfico. Ahora bien, tradicionalmente ha sido el aspecto utilitario de los microfósiles en la industria petrolera, lo que ha desarrollado en gran medida las aplicaciones bioestratigráficas, basadas en una taxonomía no siempre rigurosa. Pero en la actualidad, el mayor estudio de la Micropaleontología en las Universidades y otros centros de investigación, está desarrollando también los aspectos teóricos y superando la etapa descriptiva, aportando una mayor base conceptual, al considerar más conscientemente los aspectos tafonómicos y paleobiológicos.

«El desarrollo de la Micropaleontología aplicada se produjo durante la década de 1920 en los EE.UU. cuando se generalizó el uso de los microfósiles para determinar la edad de los testigos de sondeos de la industria petrolera»

Definición y principales aplicaciones

La Micropaleontología es la disciplina que estudia los fósiles de pequeño tamaño, para lo cual se emplean técnicas especiales de muestreo, preparación y observación con el microscopio. Se trata de una especialización muy reciente de la Paleontología que se define principalmente por razones de índole técnica, práctica y aplicada, ya que los principios científicos son los mismos. Cuando se intenta delimitar la Micropaleontología se percibe que no tiene fronteras bien trazadas, pues realmente el microscopio se utiliza también para la observación de detalles estructurales en el estudio de los fósiles más grandes. Además, la separación de los organismos en macro y microfósiles es a veces bastante arbitraria.

Generalmente el micropaleontólogo tiende a estudiar y considerar como microfósil todos aquellos restos de organismos que encuentra en sus preparaciones: lámina delgada, frotis y levigado. Algunos de esos restos son fragmentos de metazoos cuya inclusión en la Micropaleontología puede parecer problemática, ya que con frecuencia son partes de organismos de mayor tamaño que son objeto de estudio de la Paleobotánica, Paleontología de invertebrados y Paleontología de

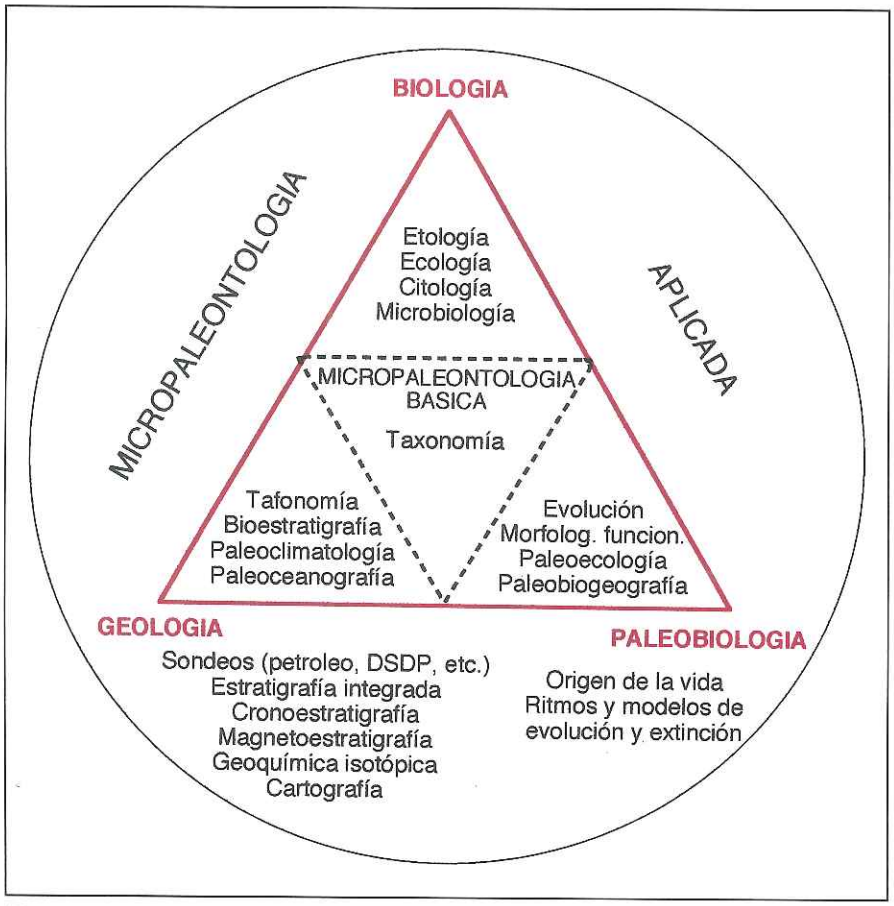


Figura 2. Campo de aplicación de la Micropaleontología en relación con otras disciplinas de las ciencias geológicas y biológicas.

vertebrados. Sin embargo, las Algas calcáreas, el Polen y Esporas y los Conodontos se consideran generalmente microfósiles. Además, entre los metazoos existen grupos de pequeño tamaño que son normalmente incluidos en la Micropaleontología. Entre éstos se encuentran los Ostrácodos, Pterópodos, etc. Sin embargo, otros grupos tales como los Briozoos, y especialmente los Micromamíferos, han sido incluidos menos frecuentemente.

Pero los microfósiles más típicos son los organismos unicelulares Procariotas y Protistas; tanto los más primitivos: Bacterias, Cianofíceas y Flagelados, como los más evolucionados: Rizoflagelados, Actinópodos y Ciliados. Se les suele denominar nanofósiles a los de tamaño inferior a 50 micras, y microfósiles al resto que no suelen sobrepasar 1 milímetro. Los grupos más conocidos son los Dinoflagelados, Silicoflagelados, Diatomeas, Cocolitofóridos, Tintínidos, Radiolarios y especialmente los Foraminíferos **(Fig. 3)**.

La Micropaleontología, como disciplina paleontológica, ocupa un lugar de intersección entre las ciencias geológicas y biológicas, relacionándose en mayor o menor grado con una serie de

BOSCH & VENTAYOL
GEO SERVEIS

SONDEOS GEOTÉCNICOS.
SONDEOS EN SUELOS CONTAMINADOS.
INGENIERÍA GEOLÓGICA. GEOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE.
HIDROGEOLOGÍA. PIEZÓMETROS.
RECONOCIMIENTOS GEOLÓGICOS.

C/ Rocafort, 261, ático 2.ª - 08029 Barcelona.
Tel. (93) 778 08 16. Fax (93) 439 25 90

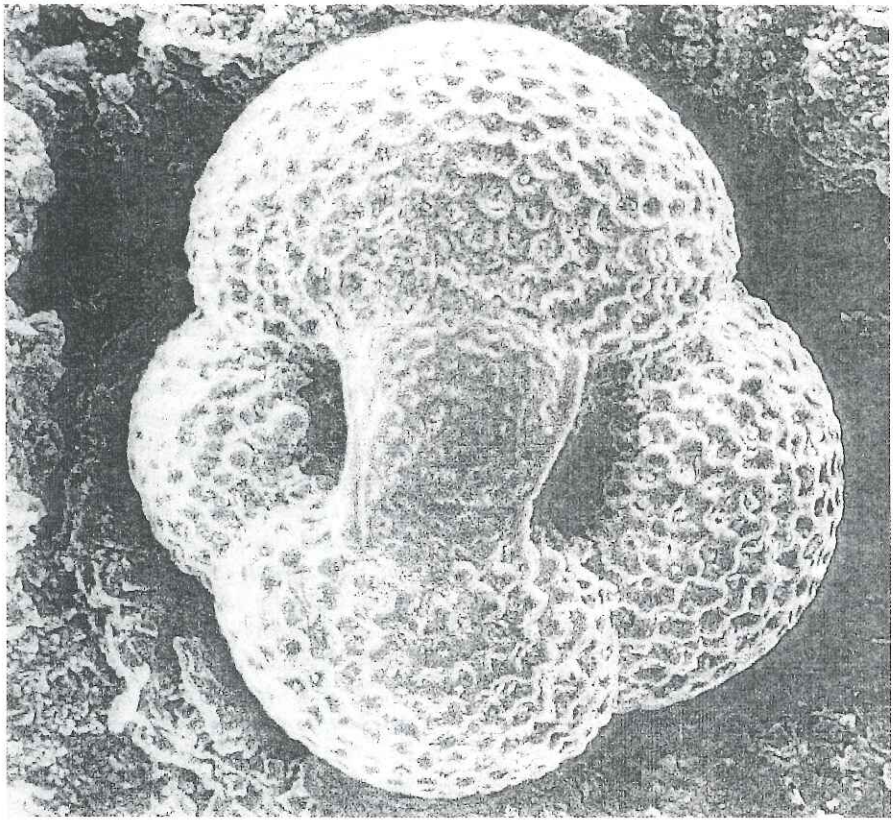


Figura 3. Foto con microscopio electrónico de *Catapsydrax dissimilis* (Cushman y Bermúdez). Foraminífero planctónico del Oligoceno de las Cordilleras Béticas.

disciplinas **(Fig. 2)**. Como puede observarse, el conocimiento taxonómico de los distintos grupos de microorganismos constituye el núcleo de la Micropaleontología básica. Ahora bien, participa de forma interdisciplinar en distintas áreas, en las que es de gran interés debido a las ventajas de los microfósiles, colaborando de una forma importante a la solución de problemas muy diversos, constituyendo así la Micropaleontología aplicada.

El campo de las ciencias geológicas ha sido donde históricamente se ha desarrollado la aplicación más conocida, al poder realizar dataciones con pequeñas muestras de los testigos de sondeos. La Bioestratigrafía detallada de los sondeos y de otros estudios geológicos, durante las últimas cuatro décadas se ha realizado fundamentalmente con Foraminíferos planctónicos. En el último cuarto de siglo el desarrollo del proyecto *Deep Sea Drilling Project,* actualmente denominado *Ocean Drilling Program,* ha potenciado también la bioestratigrafía con Nanofósiles y Radiolarios, al ser estudiados los testigos de los sondeos oceánicos realizados por los barcos: *Glomar Challenger* y *Joides Resolution*. **(Fig. 4).**

El programa de perforación de los océanos ha estimulado grandemente otros tipos de estudios, tales como los Paleogeográficos y Paleoclimáticos. Así, en gran medida las reconstrucciones paleoambientales se han basado en el análisis de isótopos estables del Oxígeno y Carbono de los esqueletos de los microfósiles. Asimismo, los microfósiles bentónicos están teniendo un papel destacado para la reconstrucción de los antiguos medios ambientes en el tiempo y en el espacio, ya que son excelentes indicadores ecobioestratigráficos y eventoestratigráficos. Además, ha sido importante la contribución de la Micropaleontología, en el marco multidisciplinar del D.S.D.P., al conocimiento paleoceanográfico y a la comprobación de la Tectónica de Placas.

El pequeño tamaño de este tipo de fósiles y la continuidad de su registro fósil, permite realizar muestreos detallados a escala centimétrica, realizando Bioestratigrafía de alta resolución, lo cual es muy importante para la resolución de problemas en Cronoestratigrafía. Actualmente se están definiendo Estratotipos de límite entre los Pisos sucesivos y la precisión que aporta la Bioestratigrafía integrada de microfósiles con otros datos, está siendo fundamental. El grado de resolución alcanzado en el límite Cretácico / Terciario es bien conocido y da una idea de las grandes posibilidades en este campo. Los microfósiles –especialmente los Foraminíferos planctónicos– permiten establecer biozonas de alta resolución, que han permitido identificar en el corte de Caravaca, en la base del Terciario por debajo de la Biozona de *P. eugubina,* otra biozona de tan sólo 10 centímetros de potencia **(Fig. 5).**

La Magnetoestratigrafía depende de dataciones muy precisas que fundamentalmente se hacen con los microfósiles, ya que no se pueden identificar los distintos crones sin establecer una detallada bioestratigrafía. Además, la gran abundancia de los microfósiles permite realizar estudios cuantitativos cada vez más sofisticados, que aportan una base objetiva a las investigaciones de todo tipo y especialmente de Paleoecología. Asimismo, la Tafonomía está siendo desarrollada de una forma más consciente, al estudiar los procesos que los microorganismos sufren desde que mueren hasta que son encontrados: transporte, disolución, etc.

Con frecuencia se ha tildado a la Micropaleontología de servir exclusivamente a la Geología, olvidando los aspectos biológicos, pero esto no es exacto, pues el ámbito de la Micropaleontología no se reduce a la aplicación a la industria petrolera. Muchos investigadores desde los tiempos de d´Orbigny y Brady han estudiado los microorganismos actuales, desarrollando sus aspectos biológicos e incluso definiendo los nuevos taxones en las publicaciones micropaleontológicas. Las observaciones ecológicas y etológicas en los microorganismos actuales, así como los estudios de morfología funcional, son metodologías muy utilizadas para deducir la Paleoecología y la Paleoetología de los microfósiles. El estudio del origen de la vida en el Precámbrico es un tema interdisciplinar en el que los microfósiles más primitivos tienen una gran importancia. Además, el excelente registro de muchos grupos de microfósiles, con una gran distribución temporal y espacial, proporciona datos muy continuos de líneas evolutivas, permitiendo establecer los ritmos y modelos de evolución y extinción. En este sentido, los microfósiles están siendo de una importancia capital pa-

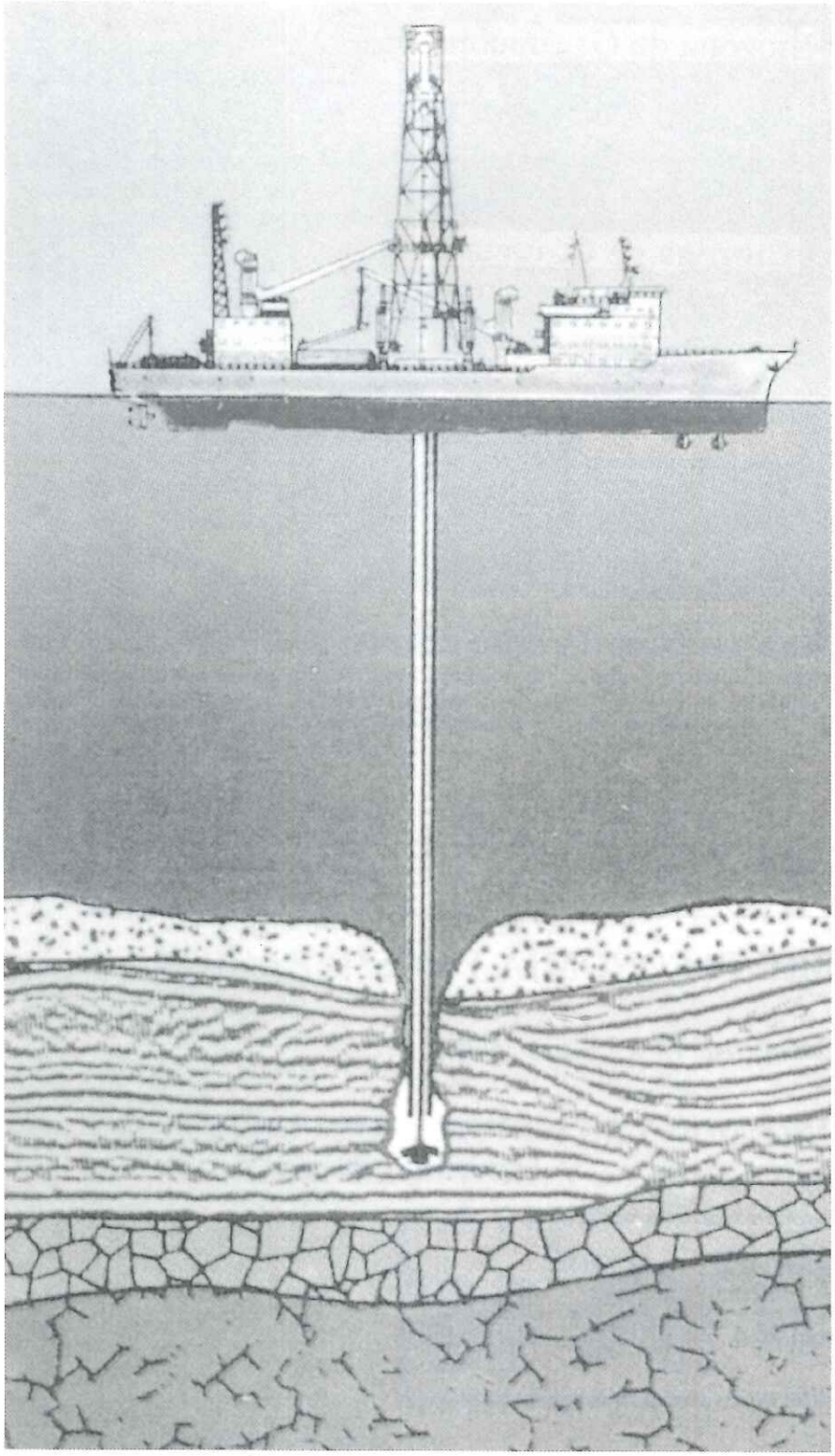


Figura 4. Barco de perforación oceánica que desarrolla campañas científicas en las cuales la Micropaleontología aplicada desempeña –dentro de un programa multidisciplinar– un papel muy destacado.

ra establecer los modelos de extinción y las causas de las mismas, siendo el evento del límite Cretácico / Terciaro un buen ejemplo que ilustra del destacado papel de la Micropaleontología aplicada a la resolución de un problema multidisciplinar.

Desarrollo histórico

El acontecimiento fundamental para el nacimiento de la Micropaleontología fue la invención del microscopio por Leeuwenhoek a mediados del siglo XVII, lo cual permitió a Hooke en 1667 describir e ilustrar un microforaminífero, afirmando que se trataba de un pequeño caracol acuático petrificado. Durante siglo y medio continuaron estas observaciones, principalmente de Foraminíferos, siendo atribuidos a pequeños moluscos, corales, gusanos y otros animales. Hay que destacar las observaciones y descripciones, durante el siglo XVIII, de Beccari, Bianchi, Gualtieri y Ledermuller. Algunos de los microfósiles figurados por estos naturalistas, recibieron formalmente nomenclatura binomial en la 12ª edición (1766-67) de la obra *Systema Naturae* de Linneo.

La labor de estos naturalistas europeos fue continuada por otros famosos a lo largo del siglo XIX. Así, Lamarck (1812) definió algunos géneros

«Ha sido importante la contribución de la Micropaleontología, en el marco multidisciplinar del D.S.D.P., al conocimiento paleoceanográfico y a la comprobación de la Tectónica de Placas»

con nombres que hoy todavía se usan. Pero el que más destacó en el estudio de los microorganismos fue el francés d´Orbigny, quien es ahora generalmente considerado como el fundador de la Micropaleontología. Entre 1826 y 1857 publicó numerosos trabajos, sobresaliendo los realizados sobre la morfología, distribución y clasificación de los Foraminíferos; tanto actuales recogidos en su viaje por América meridional, Cuba y las islas Canarias (1839), como fósiles de la cuenca de Viena (1846). D´Orbigny describió cientos de especies y puso de manifiesto su potencial valor bioestratigráfico. Lamentablemente, fue acusado de definir demasiadas especies, siendo atacado y ridiculizado por los paleontólogos ingleses; así como, por su teoría de las creaciones sucesivas que fue duramente combatida por los evolucionistas.

Los estudios de d´Orbigny fueron continuados en Austria por Reuss, geó-

logo y paleontólogo, que trabajó sobre los Ostrácodos y los Foraminíferos. En 1862 propuso la primera clasificación moderna de los Foraminíferos basada en los caracteres de la concha: existencia de perforaciones y naturaleza de la pared. Durante el siglo XIX predominó la labor taxonómica teniendo como resultado la descripción de numerosas especies. En Inglaterra Brady, entre 1863 y 1890 publicó varios trabajos, entre ellos destacan: un Catálogo de Foraminíferos actuales (1865), una monografía sobre los Foraminíferos del Carbonífero y Pérmico (1876) y especialmente el informe sobre los Foraminíferos dragados en la expedición *Challenger*. Pero sus ideas sobre la exagerada variabilidad de los microfósiles retrasaron el desarrollo de la aplicación estratigráfica. Asimismo, Haeckel (1887) en su informe sobre los Radiolarios del *Challenger*, oscureció la validez bioestratigráfica de estos microfósiles durante mucho tiempo, ya que consideró todos los Radiolarios que estudió como actuales, aunque muchos de ellos eran fósiles, hasta del Cretácico. Sin embargo, su taxonomía es aún válida para las grandes subdivisiones.

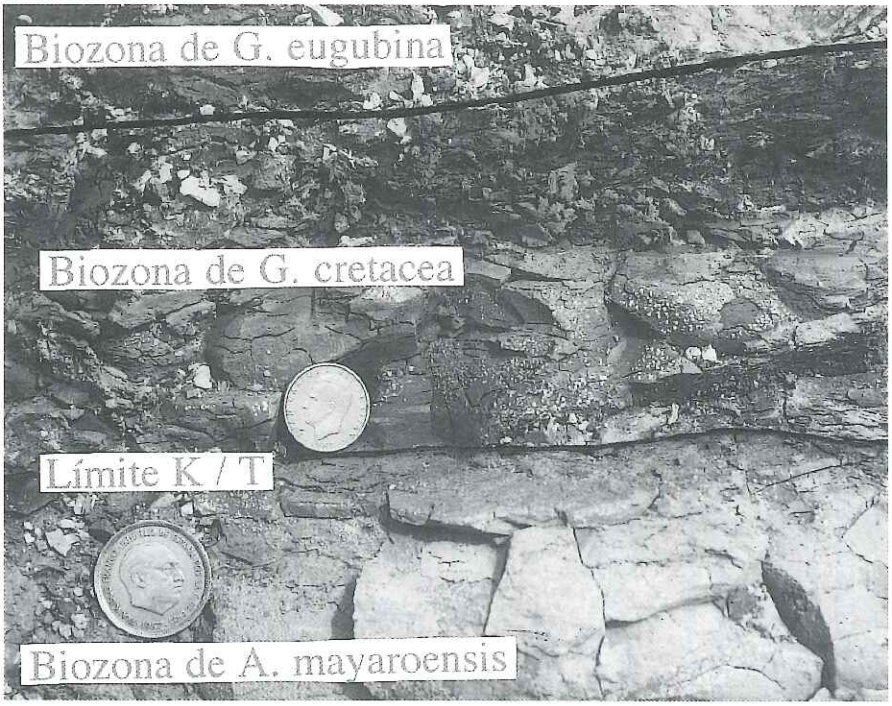


Figura 5. Bioestratigrafía de alta resolución con Foraminíferos planctónicos del tránsito Cretácico / Terciario en el corte de Caravaca. Obsérvese la excasa potencia de la Biozona de G. cretacea (Paleoceno basal) y la lámina roja de impacto del límite Cretácico / Terciario.

El perfeccionamiento de los microscopios ópticos en el siglo XIX permitió el estudio de los grupos de menor tamaño tales como los palinomorfos. Así, el alemán Goeppert pudo dibujar y describir por primera vez po-

II REUNION SOBRE TAFONOMIA Y FOSILIZACION

(Zaragoza, 13-15 junio 1996)

«EL ANALISIS TAFONOMICO Y SU PROYECCION SOBRE LAS DISCIPLINAS GEOLOGICAS Y ARQUEOLOGICAS»

TAFOS'96

Entidades patrocinadoras:

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PALEONTOLOGIA

SOCIEDAD GEOLOGICA DE ESPAÑA

EUROPEAN PALAEONTOLOGICAL ASSOCIATION

PARA MAS INFORMACION:

Guillermo Meléndez
Secretaría de la II Reunión de Tafonomía y Fosilización
Departamento de Geología (Paleontología)
Universidad de Zaragoza
50009 Zaragoza. España
Fax: (976) 761088
Tel.: (976) 761076

len y esporas fósiles, y Reinsch publicar en 1884 la primera fotografía de una espora fósil.

El primero en separar la Micropaleontología de otras disciplinas fue el alemán Ehrenberg, quien utilizó el término "Microgeología" como título de un libro publicado en 1854, con un sentido similar al que tiene hoy la Micropaleontología; término que fue usado por primera vez por Ford en 1883 en un trabajo sobre Briozoos.

La utilidad estratigráfica de los microfósiles se comenzó a poner de manifiesto en el siglo XIX; en este sentido, Brongniart (1823) utilizó los *Nummulites* y Forbes (1850) propuso una zonación basada en Ostrácodos. Los pioneros en la aplicación del estudio de los microfósiles a los sondeos fueron: Dames y Bornemann (1874) que dataron como Turoniense una formación sondeada en Alemania, y Karrer (1877) que determinó pertenecían al Mioceno las rocas atravesadas, en sondeos hidrogeológicos, en la región de Viena. Pero el primero en aplicar la investigación micropaleontológica a la prospección petrolífera fue Grzybowski (1897), quien en Polonia estudió diversas muestras de un sondeo, estableciendo varias zonas y horizontes, demostrando así que el análisis de la microfauna podía ser muy valioso para la industria del petroleo; sin embargo, su trabajo pasó inicialmente desapercibido por estar escrito en polaco. Su obra ha vuelto a ser recientemente divulgada en inglés en un libro editado por Kaminski *et al.* eds. (1993).

La Micropaleontología nació en Europa pero fue en América donde se desarrolló fuertemente, debido a la aplicación de los microfósiles a la datación y correlación de los sondeos petrolíferos. El más importante de los pioneros en EE.UU. fue Cushman, quien comenzó sus estudios en Botánica, pero pronto cambió y realizó su Tesis doctoral en Foraminíferos, finalizándola en 1905. Su dedicación al estudio de este grupo, sobre el que se concentró, publicando importantes artículos y libros, es la razón para que se le pueda considerar como el primer especialista en ser propiamente denominado micropaleontólogo. Los trabajos de Cushman y la actividad de Udden, quien había estudiado muestras de sondeos en Tejas hacia 1914, sirvieron para formar los primeros especialistas y convencer a las Empresas y Universidades del interés de los microfósiles.

En este sentido, con la intensificación de la prospección petrolífera en EE.UU. a partir de la primera guerra mundial, la Micropaleontología se desarrolló de tal forma, que las Compañías petroleras contrataron especialistas y crearon sus propios laboratorios. Asimismo, trabajando para el *U.S. Geological Survey*, Cushman creó en Massachussetts, en 1923, el famoso Laboratorio para la investigación de Foraminíferos que lleva su nombre. Además, dos años más tarde inició la publicación de su propia Revista: *Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research*, que fue la primera dedicada exclusivamente a la Micropaleontología, que por aquellos tiempos estaba prácticamente restringida a los Foraminíferos.

«El excelente registro de muchos grupos de microfósiles, con una gran distribución temporal y espacial, proporciona datos muy continuos de líneas evolutivas, permitiendo establecer los ritmos y modelos de evolución y extinción»

Las Universidades se dedicaron a formar especialistas, inicialmente dentro de los cursos de Paleontología, y a partir de 1923 como disciplina separada. El primer curso formal de Micropaleontología fue impartido por Galloway en Columbia University, enseñando Ostrácodos y Briozoos junto a los Foraminíferos, y publicando sobre estos últimos un interesante Manual en 1933. Al mismo tiempo, otro curso se comenzó a impartir en Stanford University por Schenck en 1924, publicando además su *Micropaleontology Bulletin* desde 1926 a 1933. De este modo se formaron numerosos especialistas, algunos se dedicaron a la enseñanza e investigación en las Universidades, pero la mayor parte fueron contratados por las Empresas, desempeñando una actividad aplicada al servicio de la Geología.

Algo similar ocurrió en los países industrializados a partir de 1925, desarrollándose los aspectos taxonómicos –estudiándose otros grupos de microfósiles además de los Foraminíferos–, y aplicando su estudio a la resolución de problemas geológicos. El desarrollo a nivel mundial fue más lento y tardío que en EE.UU., pero surgieron una serie de investigadores cuya enumeración sería muy extensa.

El rápido desarrollo de la Micropaleontología ha culminado hacia mediados de este siglo, con la publicación de una serie de Revistas, Catálogos, Manuales y Tratados. Así como de numerosas monografías cuya enumeración resultaría muy extensa. Las Revistas que siguieron a las dos anteriormente citadas son las siguientes: *Micropaleontology*, U.S.A. (1955-); *Voprosy Mikropaleontologii*, U.R.S.S. (1956-); *Revue de Micropaléontologie*, Francia (1958-); *Cahiers de Micropaléontologie*, Francia (1965-); *Revista Española de Micropaleontología*, España (1969-); *Utrecht Micropaleontological Bulletins*, Holanda (1969-); *Marine Micropaleontology*, Holanda (1976-); *Journal of Micropaleontology*, Inglaterra (1982-) y *Acta Micropaleontologica Sinica*, China (1984-). Además, existen otras más específicas para distintos grupos de microfósiles, así como revistas de carácter más general que publican numerosos artículos micropaleontológicos.

Los aspectos taxonómicos han sido principalmente desarrollados con la publicación de una serie de catálogos sobre distintos grupos. El más voluminoso ha sido el Catálogo de Foraminíferos recopilado por Ellis y Messina desde 1941. Asimismo estos autores han publicado otro Catálogo sobre Ostrácodos (1953-) y últimamente otro sobre Diatomeas (1984-). Además existen diversos catálogos publicados por otros autores sobre Nanofósiles, Conodontos, Polen y Esporas fósiles, etc. Por otra parte, los Tratados de Paleontología suelen incluir amplios capítulos descriptivos de los principales grupos de microfósiles, pero los aspectos teóricos han sido principalmente sintetizados en varios Manuales de Micropaleontología (ver bibliografía), los cuales han contribuido a sentar las bases conceptuales de la Micropaleontología.

La invención del Microscopio Electrónico de Barrido ha permitido, en las tres últimas décadas, revolucio-

nar y casi completar la etapa descriptiva, al hacer posible la observación de detalles inapreciables con los microscopios ópticos. Actualmente la Micropaleontología ya no está dominada por la aplicación petrolífera –campo en el que ha desempeñado un brillante papel mutuamente beneficioso–, pues hoy en día el mayor número de especialistas realiza su trabajo en las Universidades y están menos condicionados por la necesidad de la aplicación. En consecuencia, se ha iniciado una etapa en que los aspectos bioestratigráficos y taxonómicos están perdiendo interés –aunque queda bastante por hacer–, en beneficio de aspectos tafonómicos, paleoecológicos y evolutivos.

La Micropaleontología en España

La introducción de la Micropaleontología en España se inicia en la segunda mitad del siglo XIX (Molina, 1982), cuando algunos investigadores extranjeros, principalmente franceses, en sus trabajos sobre nuestro país señalan y describen microfósiles. Por esa época Vilanova y Piera en su Manual de Geología aplicada (1861) desarrolla un apartado para Foraminíferos y otro para Infusorios. Posteriormente, Azpeitia (1911) y Azpeitia y Caballero (1920) publicaron interesantes trabajos sobre Diatomeas, y Jiménez de Cisneros describió gran cantidad de afloramientos con microfósiles. Ahora bien, el primero que se dedicó a la realización de estudios micropaleontológicos de gran rigor científico fue Gómez Llueca, quien inició el estudio sistemático de los Foraminíferos fósiles, publicando varios artículos y una monografía exhaustiva sobre los Nummulítidos de España (1929). Esta constituye una obra de obligada consulta para cualquier investigador que trabaje con macroforaminíferos. Por esta época se inician las publicaciones de Colom y puede considerarse a ambos como los fundadores de la Micropaleontología española. Colom se ha dedicado a la investigación durante más de 60 años, trabajando como consultor en Mallorca, su isla natal. Con una formación básicamente autodidacta ha publicado unos 200 trabajos, de los cuales más de la mitad son de Micropaleontología. Su primera publicación data de 1926 y desde entonces ha estudiado el grupo de los Tintínidos y los Nannoconus sobre los que ha realizado valiosas aportaciones. También ha sido mundialmente conocido por sus estudios sobre los Foraminíferos, publicando en 1946 el primer tratado en español sobre los microforaminíferos fósiles. Sin duda fue el más internacional de nuestros micropaleontólogos y desde hace varias décadas es citado en las reseñas históricas, habiendo pasado en 1993 a formar parte de la historia definitivamente.

La creación de las Secciones de Geología en la década de 1950, empezándose a enseñar la Micropaleontología –bien como asignatura o dentro de la Paleontología general–, produce la formación de las actuales generaciones de micropaleontólogos. Casi simultáneamente se desarrollan los aspectos aplicados debido a la exploración petrolera y minera, fundándose laboratorios micropaleontológicos por las principales Empresas (CIEPSA, 1953; ENADIMSA, 1957). Asimismo, la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, publica desde 1969 la Revista Española de Micropaleontología, que pronto alcanza una gran difusión a nivel mundial. Desde la década de 1970, la puesta en marcha por el Instituto Geológico y Minero de España del proyecto MAGNA, ha supuesto un avance importante para la Micropaleontología estratigráfica, ante la necesidad de datar los terrenos en la realización de la cartografía geológica (Ramírez del Pozo, 1992). En la actualidad existen en España cerca de 30 centros de trabajo donde realizan investigaciones micropaleontológicas más de medio centenar de especialistas. Más de la mitad de los centros, especialmente los de mayor número de investigadores, dependen de las Universidad, algunos del CSIC y muy pocos de Empresas. Cuando estos datos se comparan con los de otros países, como EE.UU. donde el 42 % de los micropaleontólogos trabajan en Empresas, se evidencia que la iniciativa privada en España ha subestimado el interés de la Micropaleontología aplicada.

Conclusión

Los microfósiles tienen numerosas ventajas debido a su pequeño tamaño, gran abundancia y amplia distribución, habiendo permitido el desarrollo de la Micropaleontología aplicada, la cual ha colaborado a la solución de importantes problemas geológicos (bioestratigráficos y paleoecológicos) y paleobiológicos (evolución y extinción). La creciente precisión que actualmente requieren los estudios de este tipo hacen cada día más necesarios los datos aportados por el excelente registro de los microfósiles, y los mejores resultados se obtienen en el marco de proyectos multidisciplinares. ■

Bibliografía

BIGNOT, G. (1982): *Los microfósiles*. (traduc. 1988). Ed. Paraninfo. 284 págs.

BRASIER, M. D. (1980): *Microfossils*. Ed. George Allen & Unwin. 193 págs.

CITA, M. B. (1956): *Micropaleontología* (reedit. 1960, 1964). Ed. Cisalpino-Goliardica. 458 págs.

CIVIS, J., SIERRO, F. J. y FLORES, J. A. (1989): Nuevas tendencias de la micropaleontología. In: *Paleontología. Nuevas tendencias* (Ed. E. Aguirre). Ed. CSIC. 341-358.

COLOM, G. (1946): *Introducción al estudio de los microforaminíferos fósiles*. Ed. CSIC. 376 págs.

CUSHMAN, J. A. (1940): *Foraminifera. Their classification and economic use* (reedi. 1948, 1955). Ed. Harvard University. 605 págs.

EHRENBERG, C. G. (1854): *Mikrogeologie*. Ed. Voss. 374 págs.

GALLOWAY, J. J. (1933): *A Manual of Foraminifera*. Ed. Principia. 483 págs.

GLAESSNER, M. F. (1945, 1963): *Principles of Micropaleontology*. Ed. Hafner. 297 págs.

HAQ, B. U. & BOERSMA, A. eds. (1978): *Introduction to Marine Micropaleontology*. Ed. Elsevier. 376 págs.

JENKINS, D. G. ed. (1993): *Applied Micropaleontology*. Ed. Kluwer. 269 págs.

JONES, D. J. (1956): *Introduction to microfossils*. Ed. Harper. 406 págs.

KAMINSKI, M. A., GEROCH, S. y KAMINSKI, D. G. eds. (1993): *The Origins of Applied Micropaleontology: The School of Józef Grzybowski*. Ed. Alden. 336 págs.

LIPPS, J. H. (1981): What, if anything, is micropaleontology? *Paleobiology*. 7 (2), 167-199.

LIPPS, J. H. (1992): *Fossil Prokaryotes and Protists*. Ed. Blackwell. 36 págs.

MOLINA, E. (1982): Introducción de la Micropaleontología en España. *Actas II Congreso de la S.E.H.C.* Jaca. 2, 249-261.

POKORNY, V. (1954): *Principles of Zoological Micropaleontology* (reedit. 1958, 1963). Ed. Pergamon. v. 1, 652 págs, v. 2, 465 págs.

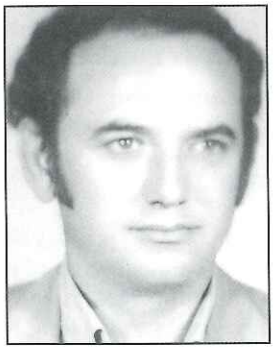
RAMIREZ DEL POZO, J. (1992): Micropaleontología en España: situación actual y perspectivas. *Actas VI Jornadas de Paleontología*. Granada. 19-34.

RAMSAY, A. T. S. ed. (1977): *Oceanic Micropaleontology*. Ed. Academic. 2 vol., 1453 págs.

RIVERO, F. Ch. y BERMUDEZ, P. J. (1963): *Micropaleontología general*. Ed. Gea. 808 págs.

TAPPAN, H. (1980). *The Paleobiology of Plant Protists*. Ed. Freeman. 1.028 págs.

¿ICNITAS DE DINOSAURIO?



Félix Pérez-Lorente

Geólogo. Colegiado n.º 580.

He pretendido ofrecer una visión subjetiva de un tema paleontológico que se debate entre el cientifismo y la pseudociencia, entre la investigación y la propaganda. Al hacerlo intento reclamar la atención de mis compañeros y escribir algo asequible sin demasiado esfuerzo para cualquier lector, en donde se indique la metodología, conclusiones y problemas que surgen en este campo.

Have tried to offer a subjective vision of a palaeontological subject wich discuss from scientifism to seudoscience, from research to blather. This is aimed to carch my colleague's attention and also to write something understandable by every body. Methodology, conclusions and problems of this subject will be explained.

A manera de introducción

Es normal escuchar el término icnita referido a huella de dinosaurio, aunque tal concepto tenga un sentido más amplio. Una icnita es un resto fósil debido a la actividad vital de un organismo. En La Rioja estudiamos algunas icnitas de dinosaurio puesto que investigamos sobre las marcas impresas en el barro por tales animales. Las marcas que quedan grabadas responden a las señales dejadas al andar, nadar, arrastrar el rabo, u otras no determinadas.

Sí se admite como general: que las rocas más antiguas, por su origen, composición y efectos que han sufrido, son distintas a las más modernas; que los afloramientos de rocas continentales paleozoicas y precámbricas son menores tanto en número como en extensión ocupada; que la deformación y el metamorfismo son de mayor grado en las rocas más antiguas; que los fósiles característicos (al menos los vertebrados) son más abundantes y diversificados en las rocas más modernas; se ha de concluir que trabajar en terrenos continentales mesozoicos y cenozoicos es, en muchas ramas de la geología, muy diferente a hacerlo en rocas más viejas. Una de las observaciones comunes es la de las marcas primarias del techo de los estratos en las áreas en las que el tipo de sedimentación permite que se conserven (medios de baja energía). El hábito de trabajar en estas zonas hace que seamos capaces de ver con facilidad las huellas, o sus impresiones más leves.

Si en un lugar aparece una marca en el techo de un estrato que corresponde a una pisada, incluso siendo todas las condiciones favorables para que el hecho sea cierto, si está aislada y sola en un paraje externo, es posible que nadie ose atribuirla a una huella de un animal, a no ser que el número de detalles conducentes a tal interpretación sea abrumador. No es ese el caso de La Rioja en donde nuestro grupo de trabajo lleva más de 3.000 pisadas estudiadas. En contraposición a los afloramientos de estratos en los que es prácticamente imposible ver una señal de un vertebrado, en Los Cameros, es prácticamente imposible no ver una señal de un dinosaurio en una capa aflorante de varios metros cuadrados si el techo de la misma no ha sido erosionado o meteorizado. ¿Qué pasaba pues? Al estar en esta región no puede dejarse uno preguntar que ocurrió en el Cretácico inferior para que fosilizaran tantísimas marcas dejadas por dinosaurios al andar, correr o nadar, dinosaurios que iban solitarios, o en grupos y manadas.

La edad de las rocas de Los Cameros no está bien determinada, aunque hay puntos en los que las dataciones parecen muy precisas. Se han usado varios tipos de fósiles para definir la edad. Los más empleados han sido los ostrácodos (Schudack, Salomon, Brenner) también se han hecho determinaciones con gasterópodos (Calzada, Viera), con caráceas (Martí Closas) y, recientemente con microfauna marina (Mas y Alonso). Parece que la datación más precisa es la última porque la



distribución de los fósiles marinos es más universal. Los ostrácodos y gasterópodos son discutidos porque se supone que tienen dificultades para que su distribución sea universal y por lo tanto su datación será más problemática. Si se considera correcta la edad encontrada por los últimos investigadores, tendremos que asignar al Aptiense los puntos en donde han aparecido tales fósiles.

Estudio de las pisadas

El estudio de las pisadas de dinosaurio necesita que la persona que los realiza adquiera cierta soltura en varios campos que no están relacionados directamente con la geología. El primero de ellos es el menos alejado ya que es puramente paleontológico. No es necesario conocer todos los dinosaurios que existieron ni las bases de su clasificación, aunque conocer una selección amplia de ellos no sólo es útil sino recomendable. Bastaría conocer la anatomía de sus extremidades, ya que el estudio de las huellas implica, no sólo el de la pisada, sino además el de los rastros o secuencias de pisadas. Lo anterior quiere decir que no sólo es necesario conocer la disposición de los huesos del pie sino también los del conjunto de la extremidad y los de su cintura.

La forma de una huella depende además de las condiciones del suelo sobre el que se pisa, fundamentalmente de la viscosidad, adherencia y cohesión del fango. De la viscosidad que permite que el pie se hunda más o menos; de la adherencia que condiciona que quede más o menos pegado al pie cuando sale del barro; de la cohesión que hace que las formas y señales queden mejor o peor impresas, o que tras la marca de la huella, los bordes se mantengan.

La marcha de un animal se clasifica en andar, trotar y correr. La similitud con el movimiento humano evita la definición. Existen, además otras diferencias significativas en el movimiento, y que en animales bípedos los voy a ejemplarizar con lo que llamaré: el andar androide (humano) y el andar anadeante (patos). En los animales cuadrúpedos, el ejemplo de formas de andar sería con un lagarto (alternante primitivo), un caballo (alternante evolucionado) y con un elefante (amblar). Esta última clasificación se basa en los apoyos de las extremidades: el primero si apoya las dos alternas y levanta las otras dos; el segundo con tres apoyadas en el suelo; el tercero si apoya dos del mismo lado y avanza las otras dos. No es clara la interdependencia entre el rastro que deja un animal y su forma de marcha.

Finalmente es necesario investigar el comportamiento de los animales, su conducta. La disposición de huellas agrupadas, del mismo o de distinto tipo de dinosaurios, en un lugar concreto se puede deber al azar o no. El hallazgo de un rastro aislado debe considerarse en función de la extensión del afloramiento antes de postular que lo produjo un dinosaurio solitario, porque es muy probable que tal rastro forme parte de un grupo cuyas icnitas, aunque vecinas, están soterradas.

En resumen hay que considerar: las huellas, su disposición y secuencia; la longitud y función durante la marcha (cinemática) de los segmentos que componen la extremidad de un dinosaurio; el tipo de marcha, incluida la velocidad. Los resultados del estudio son: taxonómicos (de las icnitas aisladas); biométricos, taxonómicos y de tipo de marcha (de las secuencias de icnitas, rastros o rastrilladas); comportamiento (de las asociaciones de rastrilladas).

El contexto

Yacimientos de pisadas de dinosaurios existen muchos en el mundo. Los hay muy importantes en Estados Unidos, Australia, Argentina, Nigeria, etc. En España hay icnitas de dinosaurio en Asturias, Huesca, Lérida, Teruel, Soria, Burgos y La Rioja, y existen huellas fósiles de vertebrados en muchas otras provincias. En La Rioja, los yacimientos se encuentran en casi todos los términos municipales de Los Cameros. A medida que pasa el tiempo, es mayor el número de puntos encontrados y resulta difícil nombrar una localidad por delante de otras al considerar la cantidad, calidad o variedad de las improntas.

Recientemente se aprobó el Plan Especial de Protección de Icnitas de los términos municipales de Cornago, Enciso e Igea. Este Plan no implica que solamente están protegidas las pisadas fósiles que se hallan dentro de esos términos, sino que en las áreas mencionadas la protección alcanza a las obras de construcción, explotación o de cualquier tipo de estructura que afecte a tales entornos. Las huellas de dinosaurio de La Rioja están bajo la cautela de la Comisión de Patrimonio dependiente de la Consejería de Cultura, Deportes y Juventud del Gobierno Autónomo. En el Plan mencionado se tiene en cuenta la creación de zonas de expansión, itinerarios de interés y otras consideraciones con respecto a la programación de su protección y promoción.

No sé si en otras zonas con yacimientos se está trabajando con la misma intensidad que en ésta, de manera que no puedo comparar su potencial relativo. Actualmente, La Rioja, con un número de huellas descritas que ronda las 6.000 es un yacimiento de enorme envergadura. Las posibilidades

BESEL

*** ESTUDIOS GEOTECTONICOS * IMPACTO AMBIENTAL Y RESTAURACION DEL MEDIO NATURAL * RIESGOS NATURALES * MEDIO AMBIENTE INDUSTRIAL * ORDENACION DEL TERRITORIO Y PLANES ESPECIALES**

Otras áreas de actividad de BESEL, S. A.

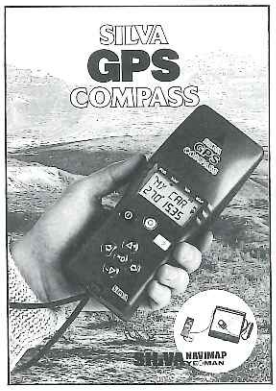
- Estudios energéticos
- Ingeniería de servicios financieros

Ríos Rosas, 32, 2.º izqda. 28003 MADRID
Tels.: 91/4425833-44. Fax 91/4427075

Espíritu Santo, 9, 1.º B. 47006 VALLADOLID
Tel. 983/355466. Fax 983/3559886

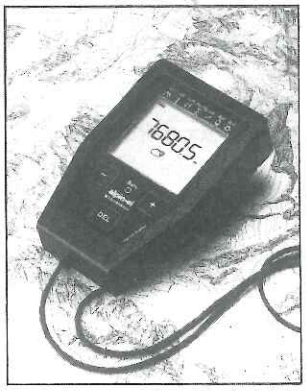
EQUIPO GPS SATELITE

¡¡NUEVO!!



- Memoria interna de 1.000 posiciones.
- Indica en pantalla: coordenadas geográficas y UTM.
- Opera con 5 satélites simultáneos.
- Brújula digital interna.
- Salida RS232 para ordenador.
- Opcionales: batería recargable, plotter,... etc.
- Precio: **98.500 + IVA**

ALTIMETRO PRECISION



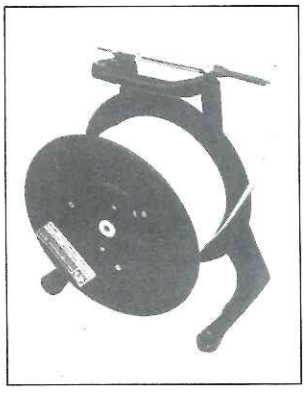
- Alta precisión: 50 centímetros (muy útil en hidrología, cuaternario, etc...).
- Rango: —500 a + 10.000 m.
- Indica: altura, alarmas sonoras programables en altura, presión absoluta y relativa, tendencia de tiempo, etc...
- Tamaño: 9 x 5 cm.
- Precio: 48.000 + I.V.A.

ANALIZADOR AGUAS PORTATIL



- Indica las ppm de cada elemento en el agua.
- Válido para: Al, Br, Cl, I, Cr, Cu, Fe, F, Mn, Mo, N, Nitratos, Nitritos, Ozono, Fosfatos, K, Sulfatos, Sulfuros, Zn, pH, Oxig. dis., etc...
- Salida RS232 para ordenador.
- Automático: no precisa cambiar de filtros.
- Portátil para campo.
- Precio: 199.500 + I.V.A.

HIDRONIVEL PARA POZOS



- Alarma sonora al tocar el agua.
- Fabricación alemana, con cable de acero reforzado.
- Opcional: sensor para fondo de pozo, botella tomamuestras de agua (1/2 litro) acoplable.
- Disponible en longitudes: 30, 100, 200, 300 y 500 metros.
- Precios:
  30 m.: 48.800 + I.V.A.
  100 m.: 83.300 »
  200 m.: 127.975 »

GEONATURA
C/. García de Paredes, 20 - 28010 MADRID
Tels. (91) 593 06 34 - 593 03 71 - Fax 446 76 92

... y cientos de artículos para Geología e Ingeniería (martillos, brújulas, estereoscopios, etc...)



de nuevos hallazgos, o de ampliación de los ya conocidos, hace pensar en un número total de icnitas del orden de 10.000.

Equipo y forma de trabajo

A cada huella se le toman, si está completa, un mínimo de 10 medidas lineales y angulares; si pertenece a un rastro, el número aumenta con más de seis. De estas medidas se deducen el tamaño de la extremidad y la velocidad (como más importantes). Es necesario además hacer el análisis morfológico de la impronta. Para el estudio de los rastros y de sus asociaciones hay que hacer una buena representación, a escala, del total de icnitas para visualizar y analizar su situación relativa.

El trabajo, una vez elegido el lugar, comienza con la limpieza (muy pocas veces excavación) del yacimiento para poderlo reproducir. El sistema que se utiliza para su cartografía ha de tener en cuenta que se trata de superficies que no son horizontales, que su inclinación no es siempre la misma ni hacia el mismo lado, y que no son superficies planas sino alabeadas y con otras irregularidades. Hay que precisar qué superficie se reproduce, o mejor dicho, cuál es el plano sobre el que se reproduce la superficie del yacimiento. Nuestro equipo, que se ha enfrentado a lisos de unos 1.200 m^2, establece primero sobre la capa unos puntos tomados mediante teodolito que marcan un reticulado ortogonal de 3 × 3 m en un plano tangente al afloramiento. Las perpendiculares coinciden con una horizontal del estrato (elegida teniendo en cuenta la mayor dimensión y las irregularidades del descubierto) sus perpendiculares y sus paralelas. Sobre cada uno de los cuadros de 3 × 3 se hace un reticulado menor de 30 × 30 cm, y finalmente sobre esos cuadros menores se superpone un bastidor metálico que tiene una malla de hilo blanco de luz 5 × 5 cm. Este reticulado permite situar, en un sistema de coordenadas, todas las huellas en su posición correcta. Si las irregularidades son grandes, se establecen dominios separados.

Hecha una diapositiva a cada huella, con el bastidor superpuesto, se está en condiciones de reproducirla a escala en el gabinete. En el campo se toman muchas medidas, pero la labor se simplifica tras la representación a escala del yacimiento entero.

Es lógico que para la limpieza y toma de datos en el campo se necesite o mucho tiempo o mucha gente preparada. El primer caso no permite obtener descripciones rápidas ni conclusiones concretas. Para conseguir resultados se ha creado un tipo de campos de trabajo a los que se convoca a estudiantes universitarios preferiblemente de geología o biología. Asisten cincuenta alumnos por año en dos turnos de 15 días (25 por turno) que realizan las labores de limpieza y ayudan en la toma de datos. Para preparar y compensar a los alumnos de manera que les sirva el tiempo empleado, se imparte a la vez un curso sobre paleoiconología de dinosaurios, programado por la Universidad de La Rioja, en el que se les enseña a trabajar además con los datos obtenidos. Los que participan en uno de estos campos reciben las enseñanzas teóricas y prácticas básicas para programar, conducir una excavación de este tipo y analizar los resultados obtenidos. También, y para mantener una línea acorde con los investigadores del resto de España y de otros países, se realiza un ciclo de conferencias, que organiza y subvenciona el Instituto de Estudios Riojanos, sobre dinosaurios y sus huellas. Los conferenciantes invitados, especialistas, visitan los yacimientos y con ellos se intercambian ideas, puntos de vista y opiniones.

En estos últimos años, el número de icnitas catalogado es muy alto (del orden de 500 por año). Para el análisis de los datos hay un equipo humano compuesto por seis personas incluidas a la vez en centros y asociaciones de trabajo, de categorías diferentes, que son: Instituto de Paleontología M. Crusafont, Colectivo Arqueológico-Paleontológico Salense,

Universidad de La Rioja e Instituto de Estudios Riojanos. A estas seis personas se añaden en ocasiones otros investigadores, bien cuando participan activamente en la labor normal de análisis de datos, o bien cuando las conclusiones precisan de su aportación (por ejemplo matemáticos).

Interés geológico

No soy el primero que escribe sobre el interés geológico del estudio de las huellas fósiles, y a fuer de no ser reiterativo, indicaré algunas aplicadas directamente por nosotros. El estudio de las icnitas ayuda en mucha medida a deducir las condiciones paleoambientales y paleogeográficas del lugar en donde se encuentran, tanto si se trata de sólo un afloramiento dentro de una zona extensa o si son muchos como ocurre en Los Cameros. En general, las huellas de dinosaurios se suelen encontrar en llanuras de inundación, zonas pantanosas, marismales o costeras. En la mayor parte de ellas los sedimentos son de colores rojos y pardos, hay capas bioturbadas por raíces de plantas, y se encuentran depósitos asociados a canales fluviales. Suelen verse xilópalos, escamas de peces de agua dulce, y otros fósiles asociados. En Los Cameros, el color de los sedimentos es oscuro, casi no hay xilópalos (aunque sí restos de plantas) y el resto de fósiles coincide. La asociación de todos los caracteres permite deducirlas con mucho detalle algunas características del hábitat. Se supone que



para que queden fosilizadas tantas huellas, el medio de sedimentación era de energía muy baja, incapaz de erosionar el techo de los estratos sobre los que se depositaban nuevos sedimentos. En el grupo con mayor número de huellas se dispone de capas de gran continuidad lateral con pisadas de dinosaurio.

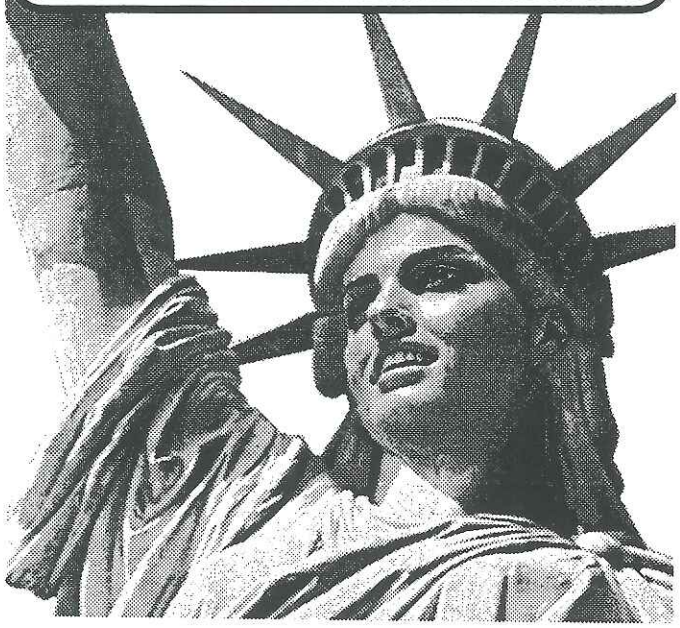
Por ahora, las icnitas de dinosaurio no son un material excelente para establecer la edad de las rocas que las contienen. Existen ciertas tendencias generales de las pisadas que sirven para conocer en qué parte del mesozoico afloran dado que hay ciertas incompatibilidades. El problema fundamental está en la dificultad de establecer la taxonomía de unos restos en los que influyen no sólo el tipo y edad del dinosaurio que los produce, sino también su comportamiento y el estado del suelo en donde se marcaron.

En La Rioja hemos adoptado un sistema de clasificación no comprometido, morfológico y numérico, y nos enfrentamos desde hace tiempo con el estudio de la adaptación de la estadística a la sistemática; con el estudio del comportamiento; y con el de la relación entre las pistas, la anatomía y el tipo de andar de los dinosaurios.

Otro problema que tenemos presente es el de los iluminados. Resulta posiblemente poco prudente hablar de ello porque quizá yo mismo, al elucubrar sobre el comportamiento de los dinosaurios por ejemplo, sea un iluminado más. Nosotros tenemos muy en consideración tanto la conclusión de que en Venus debe haber muy buenas fábricas de paño, como el principio de la parsimonia. Muchas de las personas que estudian una ciencia son conscientes de sus limitaciones y muchas también somos capaces de reconocer públicamente que nos hemos equivocado. Temerosos al error latente, enunciamos nuestras hipótesis sabiendo que nos vamos a encontrar frente a personas, capaces de dar voces tonantes, que campan por sus respetos asumiendo papeles salvadores y correctores. Estas personas, sin más educación científica que las migas que llenan sus barrigas y sus hermosos, deduzco, ombligos, se dedican a arreglar las icnitas pintándolas de hermosos colores, a hablar de protección de patrimonio e imponer ideas y a ser curanderos de nuestros males. Afortunadamente hasta ahora, estas cosas se van superando en La Rioja. ■



Para dominar el inglés escoge la libertad !



Escoge WALL STREET

* **LIBERTAD DE HORARIO** (A conveniencia del alumno).
* **LIBERTAD DE RITMO** (Ritmo de estudio personalizado).
* **LIBERTAD DE ASISTENCIA** (Las mismas clases se repiten cada semana).

Porque a más libertad, más perseverancia y más éxito,
GARANTIZAMOS LOS RESULTADOS POR ESCRITO

Descuento Colegiados: 15 % ó 10 % descuento + 1 mes gratis

Inglés WALL STREET: Cada día más cerca

ALCALA DE HENARES
Teléf.: 883 63 41/42
CUATRO CAMINOS
Teléf.: 553 65 67
LA MORALEJA
Teléf.: 650 76 02
SEVILLA
Teléf.: (95) 492 12 85

ALCOBENDAS
Teléf.: 652 84 22
CUZCO-AZCA
Teléf.: 571 82 22
LAS ROZAS
Teléf.: 636 02 48
JEREZ
Teléf.: (956) 33 23 53

ALONSO MARTINEZ
Teléf.: 319 08 98
CHAMARTIN
Teléf.: 519 47 92
VAGUADA
Teléf.: 323 38 20/47 87
VALENCIA
Teléf.: (96) 395 71 71

ARGÜELLES
Teléf.: 543 29 67
LEGANES
Teléf.: 686 03 33
VELAZQUEZ
Teléf.: 435 18 38
BILBAO
(Próxima apertura)

WALL STREET INSTITUTE
SCHOOL OF ENGLISH

MAS DE 100 CENTROS EN EUROPA

BIOESTRATIGRAFIA: ASPECTOS CONCEPTUALES E INTERES BIOCRONOLOGICO DE LOS AMMONOIDEOS



José Sandoval

Doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad de Granada desde 1983. Postdoctoral Fellow, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canadá, 1984-1985. Profesor Titular de Paleontología en el Departamento de Estratigrafía y Paleontología de la Universidad de Granada desde 1986. Aproximadamente 60 artículos y capítulos de libros publicados tanto en revistas nacionales y extranjeras.

En este artículo se analizan algunos aspectos conceptuales sobre bioestratigrafía. Se observan las relaciones existentes entre unidades litoestratigráficas (masas de rocas caracterizadas por su litología), *unidades bioestratigráficas* (masas de rocas definidas por su contenido fósil) *y unidades cronoestratigráficas* (masas de rocas separadas por líneas isocronas). *Aunque sólo las unidades bioestratigráficas se definen únicamente por medio de su contenido fósil, los fósiles son también de gran interés en el reconocimiento, caracterización, definición y jerarquización de los otros dos tipos de unidades. Para todo el Mesozóico las escalas zonales establecidas por medio de ammonoideos permiten divisiones temporales más precisas que las obtenidas con ningún otro método.*

In this paper some biostratigraphic concepts are analyzed. Relationships existing between lithostratigraphic units (bodies of rocks characterized by its lithology), *biostratigraphic units* (bodies of rocks defined by its fossil content) *and chronostratigraphic units* (sheeets of rocks bounded by instantaneous time-planes) *are analyzed. Though only the biostratigraphic units are defined according to its fossil content, fossils are very important for definition, characterization, identification and hierarchization of other stratigraphic units. For the Mesozoic, the zonal scales stablished by menas of ammonoids allow a more precise time-divisions than those obtained for the other methods.*

Palabras clave: Bioestratigrafía, cronoestratigrafía, ammonoideos, Bajociense, Cordillera Bética.

1.-Introducción

Cuando los geólogos realizamos trabajos de campo estamos generalmente habituados a utilizar términos referentes a varios tipos de unidades estratigráficas cuyo significado es, por lo general, correctamente utilizado pero cuyo concepto no siempre tenemos lo suficientemente claro. La definición, jerarquización y ordenación de las unidades estratigráficas ha sido uno de los objetivos prioritarios de Unión de Ciencias Geológicas a través de la Comisión Internacional de Nomenclatura Estratigráfica. La Guía Estratigráfica Internacional (GEI), primera edición inglesa 1976, (traducida al castellano en 1980), y la nueva edición de la misma de reciente publicación constituyen los elementos oficiales sobre esta nomenclatura (Vera 1994, cap. 19). En cuanto a las unidades bioestratigráficas y su relación con otras unidades estratigráficas (en especial cronoestratigráficas) se han publicado gran número de trabajos durante los últimos años (Holland 1978, 1992; Johnson 1979; 1981; Callomon 1985; Fernández-López 1986, 1988; etc.). En el desarrollo de este trabajo abordaré el significado conceptual de algunas de estas unidades a la vez que resaltaré la importancia que tiene el registro fósil en la definición, jerarquización y reconocimiento de las mismas.

2.-Unidades estratigráficas

2.1.–Unidades litoestratigráficas

Al utilizar términos tales como grupo, formación, miembro, etc. nos estamos refiriendo a unidades litoestratigráficas, las cuales son unidades observables y cartografiables definidas a partir de la litología y cuyos límites tanto horizontales (geográficos) como verticales o temporales (muro y techo) vienen marcados por cambios litológicos. Por ejemplo, cuando en el ámbito de la Cordillera Bética hablamos de la Formación Gavilán hacemos referencia al conjunto de materiales carbonatados del Lías inferior que aparecen en la Subbética o cuando dentro del mismo ámbito hablamos de la Formación

Miravetes nos referimos al conjunto de sedimentos margosos y margocalizos que aparecen en el Cretácico inferior de la región de Cehegín y Caravaca (prov. de Murcia). Dos o más unidades litoestratigráficas del mismo rango y con los mismos o muy parecidos caracteres litológicos pueden aparecer superpuestas ocupando las mismas o muy parecidas áreas geo(paleogeo)gráficas siempre que entre ambas se intercalen materiales con litología diferente. En el mismo contexto de la Cordillera Bética, es frecuente hablar de Ammonitico Rosso inferior y Ammonítico Rosso superior para referirse a materiales con este tipo de facies que, especialmente en el Subbético Externo, aparecen normalmente en las mismas áreas geográficas, pero que pertenecen al Lías superior y Jurásico medio-superior (Molina Cámara, 1987).

2.2.–Unidades cronoestratigráficas

Con igual o mayor frecuencia que en el caso de las unidades litoestratigráficas los geólogos utilizamos términos tales como Mesozoico, Jurásico, Dogger, Bajociense, Zona (Cronozona) Humphriesianum. En tal caso nos referimos a otro tipo de unidades estratigráficas cuyo concepto, generalmente menos claro que el en el caso anterior, ya que se trata de unidades no observables sino deducibles, aunque también necesitan de masas de rocas para su definición. Nos referimos a las **unidades cronoestratigráficas** las cuales podemos definir como masas o cuerpos de rocas cuyos límites vienen marcados por planos temporales instantáneos establecidos a partir de un conjunto de criterios discutidos y aceptados previamente por la comunidad científica internacional. Cuando hablamos del sistema Jurásico hacemos referencia al conjunto de rocas que se formaron durante ese periodo de tiempo (aproximadamente desde hace 210 hasta 134 Ma.) o cuando nos referimos al Dogger como serie estamos incluyendo aquellas rocas que se formaron durante esta época (entre 179 y 152 Ma) (Vera 1994, pp. 82-83). Para poder hablar de una **unidad cronoestratigráfica** es necesario la presencia física de unos materiales (rocas) independientemente de los caracteres físicos (litología) y del contenido fósil de las mismos. Una vez definidas, este tipo de unidades utilizadas en el marco de cualquier trabajo geológico, se nos plantea la siguiente pregunta. ¿Es posible reconocer una unidad cuyos límites son independientes de sus características físicas? La respuesta inmediata sería negativa, si no existen criterios físicos de diferenciación no hay reconocimiento posible. Pero dejemos momentáneamente aparcado este problema, el cual abordaremos posteriormente, y pasemos a otra cuestión.

2.3.–Unidades bioestratigráficas

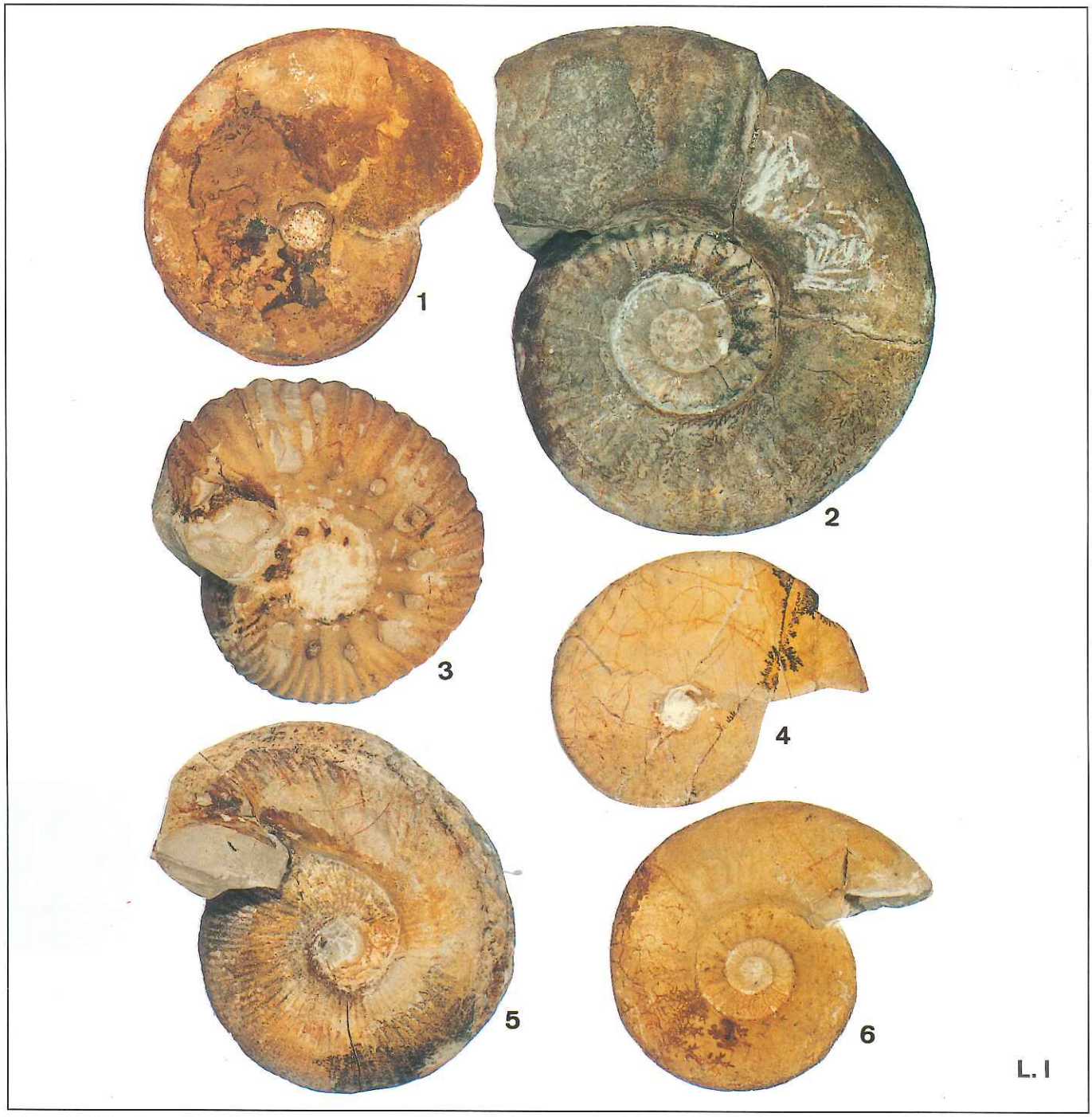
Los geólogos (especialmente paleontólogos y estratígrafos) utilizamos el término biozona (ejem. biozona de *Stephanoceras humphriesianum*) para nominar otro tipo de unidades estratigráficas. Conceptualmente, al utilizar el término «biozona de» estamos haciendo referencia a una masa de rocas que está caracterizada por su contenido fósil y cuyos límites, horizontal (geográfico) y vertical dependen del fósil o conjunto de fósiles que la definen. En este caso, (como en los anteriores), hacemos referencia a masas de rocas, por tanto a algo con correlato real, físicamente detectable, y reconocible por su contenido fósil, pero conceptualmente no hacemos referencia a la litología ni a cualquier otro carácter físico de las rocas, ni tampoco al intervalo temporal durante el cual se formaron.

Aunque de acuerdo con su definición el concepto de **unidad bioestratigráfica** está muy claro, en la práctica las unidades bioestratigráficas presentan diversos problemas. Baste recordar los diversos tipos de biozonas que normalmente utilizamos: biozona de asociación, biozona de apogeo, filozona, biozona de extensión (biozona de extensión de un taxón, biozona de extensión coincidente, oppelzone), y los diversos tipos de biozonas de intervalo (Vera, 1994, pp. 336-337) para ver que no todas ellas se adaptan exactamente al concepto de unidad bioestratigráfica. Las biozonas de apogeo hacen referencia a masas de rocas donde un taxón (que la nomina) es más abundante que en otras rocas donde también puede aparecer; lo mismo es válido para las zonas de asociación. En el caso de cualquiera de los tres tipos de biozonas de intervalo, el rango de distribución de alguna(s) de las especies que la definen puede tener mayor extensión que la masa de rocas por ellas definida. Incluso en el caso de las zonas de extensión total de o un taxón de extensión coincidente, cuyos límites vertical y geográfico vienen dados por la distribución del fósil o de los fósiles que la definen, tampoco esto es completamente cierto puesto que entre capas que contengan la(s) especie(s) índice pueden existir otras sin ella(s) e indudablemente también pertenecerían a la misma unidad. Teóricamente una biozona de este tipo abarcaría todas, y sólo aquellas, rocas existentes a lo largo y ancho del globo que contuvieran el taxón que la define, sin mencionar las litologías y el momento de formación de las mismas, pero en la realidad habrán gran cantidad de rocas pertenecientes a dicha biozona que no contengan este taxón.

3.–Importancia de los fósiles en la definición y reconocimiento de las unidades estratigráficas

Hasta aquí hemos considerado tres tipos de unidades estratigráficas, ambas referentes a masas o cuerpos rocosos pero las tres definidas por criterios muy diferentes (litología, tiempo y contenido fósil) y por tanto teóricamente muy fáciles de diferenciar entre sí. Dos de ellas se basan en criterios directamente observables: litología y contenido fósil, aunque para las segundas existe la limitación de poderse aplicar solamente a materiales que contengan fósiles. Las unidades cronoestratigráficas se basan en criterios no observables sino deducibles, como es el reconocimiento de una línea de igualdad de tiempo (isocrona) a partir de criterios indirectos (correlación, fósiles, magnetoestratigrafía, etc.). Como fácilmente se desprende, sólo las unidades bioestratigráficas, posiblemente las menos utilizadas por los geólogos, están basadas (por definición) en su contenido su fósil y por tanto en criterios paleontológicos. Sin embargo, en la mayor parte de los casos, para el reconocimiento práctico y para cualquier tipo de jerarquización (división) de los diferentes tipos de unidades estratigráficas (sobre todo cuando nos referimos a rocas sedimentarias) tenemos que recurrir al contenido fósil de las mismas, con las limitaciones anteriormente comentadas.

Si retomamos las **unidades litoestratigráficas** (definidas por su litogía) se puede comprobar que en muchos casos los caracteres físicos que diferencian a las distintas unidades e in-



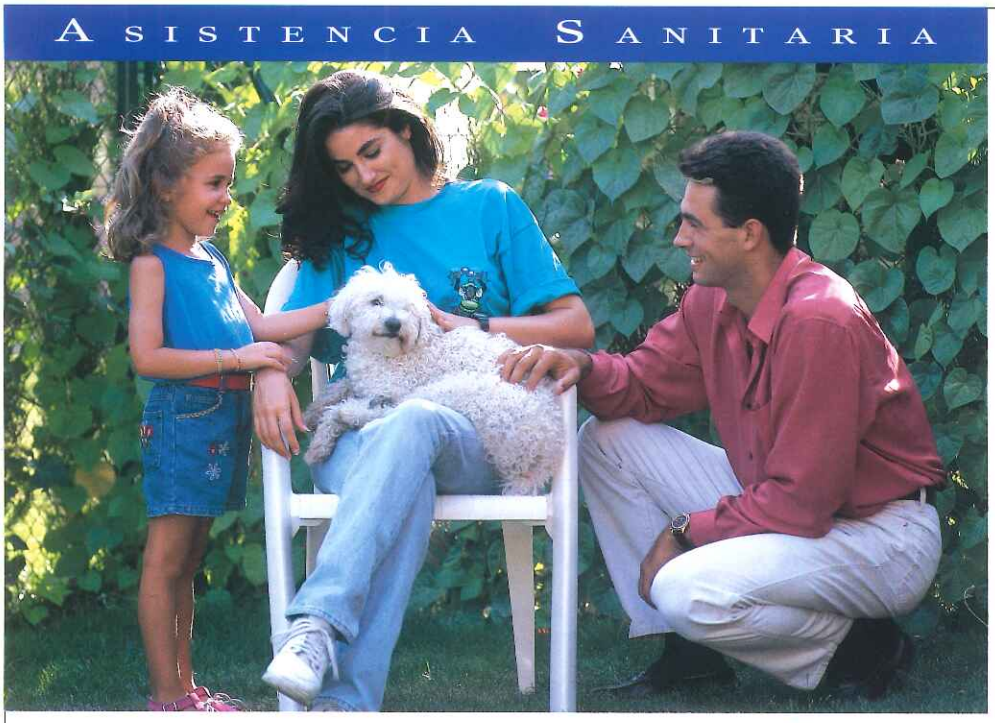
LAMINA I. 1.–*Hyperlioceras sp.* Bajociense inferior, Zona de Discites; Bradford Abbas, Dorset. X1. 2.–*Euhoploceras dominans* (BUCKMAN). Bajociense inferior, Zona de Discites, área de Campillo de Arenas, prov. de Jaén. X1. 3.–*Otoites* «gr.» *sauzei* (D'Orbigny). Bajociense inferior, Zona de Sauzei, La Torquilla, Noalejo, prov. de Jaén. X1.4. 4.–*Bradfordia praeradiata* (DOUVILLE). Bajociense inferor, Zona de Laeviuscula, Subzona de Ovalis, La Torquilla, Noalejo, prov. de Jaén. X1. 5.–*Labyrinthoceras meniscum* (WAAGEN). Bajociense inferior, Zona de Sauzei, Subzona de Hebridica, Barranco de la Jaropa, Campillo de Arenas, prov. de Jaén. X0.8. 6.–*Witchellia romanoides* (DOUVILLE). Bajociense inferior, Zona de Sauzei, Subzona de Sauzei, La Torquilla, Noalejo, prov. de Jaén. X1.

cluso en algunos casos aquellos caracteres que utilizamos para definirlas dependen directa o indirectamente del contenido fósil de la roca. Por ejemplo, si suponemos una formación constituida por diferentes miembros, unos carbonatados y otros margocalizos, las diferencias litológicas entre ellos pueden ser debidas simplemente al diferente contenido de nannoplancton calcáreo existente en cada uno de ellos. En otros casos, caracterizamos y definimos unidades litoestratigráficas que aún teniendo la misma, o muy similar, litología se diferencian, al menos parcialmente, por la identificación de su contenido fósil; será pues posible separar los diferentes miembros de una formación margosa (e incluso diversas formaciones pertenecientes a un mismo grupo) porque aún teniendo una misma litología cada tramo contiene diferentes tipos de fósiles. Unos tramos que contengan abundantes ammonites se podrán separar de otros donde abunden los braquiópodos, o de otros donde dominen los bivalvos, etc. En

opinión de Holland 1992 «el uso de los fósiles en litoestratigrafía está claro en aquellos casos donde pueden ser elementos mayoritarios de la roca y su presencia permite el reconocimiento litológico de la misma». Ejemplos de unidades litoestratigráficas basadas en su contenido fósil pueden ser aquellas formadas por arrecifes de corales, capas de ostréidos, capas de carbón, etc.

Si ahora retomamos las **unidades cronoestratigráficas** (eonotema, eratema, sistema, serie, piso y cronozona), masas de rocas definidas por las isocronas que las limitan, se nos plantea el problema de cómo datar tales isocronas. Para medir la edad absoluta de estas isocronas, es decir calcular el tiempo que hace que se formaron las rocas que se encierran entre ellas necesitamos utilizar cronómetros o relojes que pueden ser de diversa índole. Los métodos **radiométricos** basados en la medida del grado de descomposición de diversos minerales radioactivos formados simultáneamente a la roca son de gran utilidad para determinar la edad absoluta o tiempo que hace que se formó una determinada masa de rocas. Pero este tipo de relojes presentan numerosos problemas, fundamentalmente dependientes de su escasez (pocas rocas, especialmente sedimentarias, contienen minerales radioactivos que permitan buenas dataciones absolutas, sobre todo aquellos que son útiles para grandes lapsus de tiempo) y de la complejidad de su utilización y manejo. Por tanto se nos hace necesario la utilización de otro tipo de cronómetros, éstos pueden ser las inversiones de los polos magnéticos las cuales quedan reflejadas en la orientación de ciertos minerales, los cambios climáticos globales, o cualquier otro evento que sea detectable a nivel global (mundial). Todos estos cronómetros, los cuales pueden ser muy útiles en el futuro, no miden tiempos absolutos sino tiempos relativos y además presentan enormes problemas para su utilización (en especial para el geólogo de campo) a pesar del enorme avance que han experimentado algunos de ellos durante los últimos años.

La mayor parte de rocas sedimentarias, sin embargo, contienen fósiles, los cuales representan a restos y/o señales de organismos que vivieron en tiempos pretéritos. Los organismos, de acuerdo con la **teoría evolutiva**, son sistemas que pueden evolucionar, es decir son susceptibles de sufrir modificaciones las cuales pueden transmitir a sus descendientes. Estas modificaciones o cambios evolutivos de los organismos permiten diferenciarlos (a sus restos fósiles) de los que les preceden o suceden en el tiempo, lo que nos permitirá hacer divisiones de las rocas basadas en los restos de estos (fósiles) que contengan. Los restos orgánicos, como los métodos anteriores, sólo permiten establecer escalas temporales relativas. Así podremos decir que el taxón spA es más antiguo que el taxón spB y que éste a su vez es más antiguo que el taxón spC, pero difícilmente podremos conocer la cantidad de millones de años que persistió cada taxón, ni tampoco el tiempo que hace que aparecieron o que se extinguieron cada uno de ellos. Sólo comparando las edades relativas de estos taxones con escalas absolutas podríamos conocer el tiempo que vivió cada uno de ellos y así establecer escalas biocronológicas válidas a nivel universal.



TELÉFONO URGENCIAS 24 HORAS



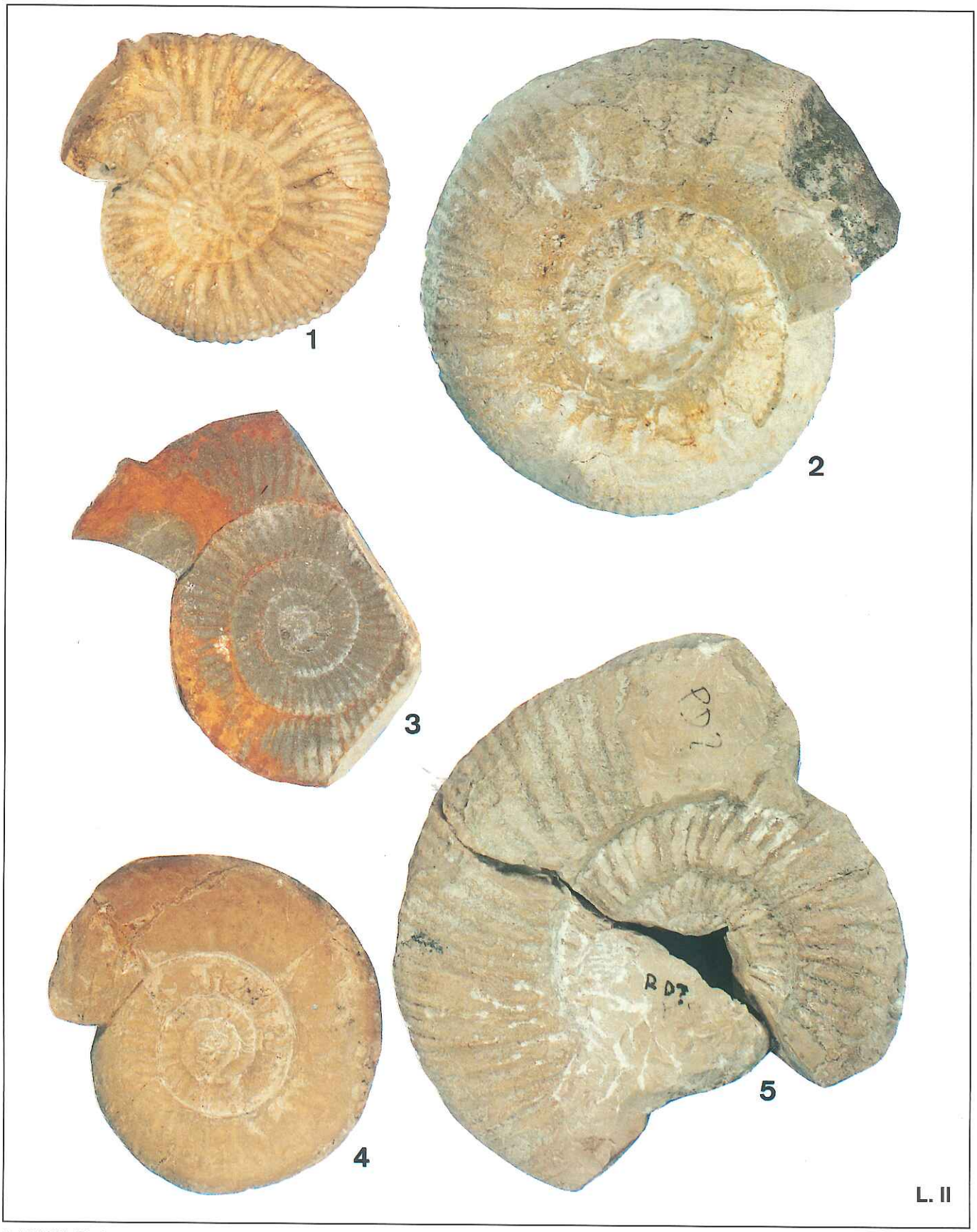
TE MERECES LO MEJOR

En el área de la SALUD, Previasa te ofrece lo mejor: Cuidado eficaz de tu salud y la de los tuyos, la tecnología más avanzada, trato personalizado, servicio exclusivo de atención como cliente,...
Además de otras muchas ventajas. Entre ellas:

- AMPLIO CUADRO MÉDICO
  Más de 20.000 médicos y más de 200 clínicas, en España y el resto de Europa.
- TARJETA PREVICARD
  Para que Vd. se ahorre trámites, tiempo, dinero,...
- TELÉFONO 24 HORAS
- COBERTURA MULTIDENTAL
- COBERTURA DE OTROS RIESGOS
  Por medio de nuestros seguros.

PREVIASA SEGUROS

Príncipe de Vergara, 76. Tel. 379 04 00. Fax. 411 48 49 - MADRID



LAMINA II. 1.–*Itinsaites golubevi* (KRIMHOLZ). Bajociense inferior, Zona de Humphriesianum, Subzona de Cycloides, Sierra de Ricote, prov. de Murcia. X1.2. 2.–*Stephanoceras umbilicum* (QUENSTEDT). Bajociense inferior, Zona de Humphriesianum, Subzona de Humphriesianum, Puerto Escaño, Carcabuey, prov. de Córdoba. X1. 3.–*Camonstisphinctes polygyralis* BUCKMAN. Bajociense superior, Zona de Niortense, Subzona de Polygyralis, Puig Cutri, Serra de Llevant, Mallorca. X1.1. 4.–*Cleistosphinctes obsoletus* PAVIA. Bajociense superior, Zona de Leptosphinctes (Niortense), Subzona de Sauzeanum, La Cornicabra, prov. de Jaén. X1.3. 5.–*Parkinsonia parkinsoni* (SOEWRBY). Bajociense superior, Zona de Parkinsoni, Sierra Harana, prov. de Granada. X1.

		POITOU (FRANCIA) BRANGER y GONNIN 1994			CORDILLERA BETICA SANDOVAL 1990		DORSET (INGLATERRA) CALLOMON y CHANDLER 1990		
		ZONA	SUBZONA	BIOHORIZONTE	ZONA Y SUBZONA		ZONA Y SUBZONA		BIOHORIZONTE
BAJOCIENSE	SUPERIOR	*PARKINSONI*	Bomfordi	P. bomfordi	*PARKINSONI*	Dimorphus			
			Densicosta	P. densicosta					
			Acris	P. pseudoparkinsoni		Daubenyi			
				P. acris					
		GARANTIANA	Tetragona	B. lanquinei	*ANNULATUM*				
			Subgaramti	H. subgaranti					
			Dichotoma	P. dichotoma					
		NIORTENSE	Baculata	G. baculata	*LEPTOSPHINCTES*	Sauzeanum			
			Polygyralis	C. bifurcus					
			Banksi	T. banksi		Phaulus			
	INFERIOR	*HUMPHIESIANUM*	Blagdeni	T. coronatum	*HUMPHRIESIANUM*	Blagdeni	*HUMPHRIESIANUM*	Blagdeni	T. blagdeni / banksi
				T. triptolemum					T. blagdeni
			Humphresianum	S. umbilicum		Humphriesianum		Humphriesianum	S. blagdeniforme
			Romani	C. gervillii					S. gibbosum
				D. furticarinata					S. humphriesianum
				S. freycineti		Cycloides		Cycloides	P. cycloides
		PROPINQUANS	Hebridica	E. polyschides	*SAUZEI*	Hebridica	*SAUZEI*		W. pinguis
			Patella	S. patella		Sauzei			S. rhytum
									O. sauzei
		LAEVIUSCULA	Laeviuscula	W. laeviuscula	*LAEVIUSCULA*	Laeviuscula	*LAEVIUSCULA*	Laeviuscula	W. laeviuscula
									W. ruber
			Jugifera	S. jugifera				Trigonalis	S. trigonalis
			Trigonalis	E. adicrum					W. connata
			Ovalis	F. ovalis		Ovalis	*OVALIS*		F. ovalis
									W. romanoides
									B. inclusa
		DISCITES	Subsectum	H. rudidiscites	*DISCITES*		*DISCITES*		H. walkeri B
			Walkeri	H. walkeri					H. walkeri A
									H. rudidiscites

Fig. 1. Esquemas zonales obtenidos por medio de ammonites para el Bajociense de las provincias Submediterráneas (Poitou, Francia), Mediterránea (Cordillera Bética) y Subboreal (Dorset, Gran Bretaña) y correlación entre los mismos. Obsérvese el gran número de biohorizontes que es posible diferenciar, especialmente en el Bajociense inferior del Dorset.

Aunque conceptualmente se definen las unidades cronoestratigráficas por medio de isocronas, cuando las reconocemos lo hacemos, casi siempre, según su contenido fósil, e incluso la definición de sus límites en los estratotipos se basa frecuentemente en la aparición o en la extinción de algún(os) taxon(es) fósiles. Por ejemplo, tomemos como referencia de una unidad cronoestratigráfica el **Bajociense** (piso perteneciente a la parte inferior del Jurásico medio). El estratotipo correspondiente a su límite inferior, aceptado recientemente según convenio internacional, está situado en la localidad de Cabo Mondego, Portugal (Henriques *et al.* 1994) y su base (a su vez la base de su primera cronozona) coincide con la primera aparición del género de ammonites *Hyperlioceras*. Justo en este punto del estratotipo (marcado por un(os) fósil(es)) situamos el plano temporal instantáneo con el que definimos la base de esta unidad cronoestratigráfica que, como acabamos de comprobar, se ha basado en criterios paleontológicos.

Indudablemente no todos los organismos tuvieron o tienen la misma velocidad de cambio y por tanto el mismo rango de distribucción temporal, tampoco todos tienen la misma capacidad de dispersión; unos son relativamente fáciles de reconocer por cualquier geólogo mientras que otros son difícilmente identificables incluso para un especialista, o necesitan de técnicas que requieren mucho tiempo para su determinación correcta; por último no todos son igualmente abundantes y no todos son, por lo menos, relativamente independientes del medio. Tradicionalmente se ha diferenciado entre *fósiles guía* para los que reúnen estas condiciones y por tanto tienen alto valor biocronológico y *fósiles de facies* para aquellos que pueden ser muy útiles en otros aspectos paleobiológicos (especialmente paleoecológicos) pero que no permiten dataciones precisas. Entre aquellos grupos de fósiles de alto valor biocronológico es preciso destacar, como todos conocemos, los **graptolites,** los **trilobites**, los **ammonites**, los **foraminíferos planctónicos**, los **micromamíferos**, etc.

4.–Los ammonites como elementos biocronológicos

Dado que mi campo de investigación se desarrolla fundamentalmente en el estudio de los ammonoideos del Jurásico medio y del Cretácico inferior, haré énfasis en las divisiones estratigráficas basadas en este grupo fósil para poner un ejemplo de la **utilidad de los fósiles** como elementos biocronológicos (y por tanto de la utilidad de la **Paleontología**) en el campo de la Geología.

Tomaré el **Bajociense** como unidad base para mostrar la capacidad de los ammonites para establecer divisiones temporales de las rocas. La duración temporal aproximada de este piso es de 5 Ma (Harland *et al.* 1990; Vera 1994). Como anteriormente se ha comentado su límite inferior viene marcado por la aparición del género *Hyperlioceras* en la base de la Cronozona de Discites. Su techo coincide con la base del Bathoniense, el piso inmediato superior, cuyo límite inferior, en el

estratotipo localizado en la sección de Bas Aurán, Bajos Alpes (sureste de Francia) viene marcado por los primeros registros del género *Morphoceras* y de *Gonolkites convergens* los cuales determinan a su vez la base de la Cronozona de Zigzag (Inocenti *et al.* 1988). Los estudios sobre el Bajociense y sus asociaciones de ammonites son relativamente frecuentes tanto la provincia Mediterránea (Pavía 1973, 1983; Sandoval 1983, 1990, etc.) como en las provincias Submediterránea (Fernández-López 1985, Branger y Gonnin 1994, etc.) y Subboreal (Callomon y Chandler 1990, etc.). En todos los casos se han obtenido escalas bioestratigráficas con excelentes resultados.

En las áreas donde se han realizado los trabajos anteriormente citados se han reconocido todas las zonas estándar (cronozonas), definidas por medio de ammonites en las que últimamente se divide el Bajociense: **Discites, Laeviuscula, Propinquans** (= clásica Zona de Sauzei), **Humphriesianum, Niortense** (= Subfurcatum), **Garantiana y Parkinsoni (Fig.1).** En algunos casos, como en la Cordillera Bética (Sandoval, 1983, 1990) se ha preferido utilizar nombres con carácter local para las cronozonas de Niortense (Leptosphinctes) y Garantiana (Annulatum), puesto que aunque estas unidades estándar son fácilmente identificables, los elementos que las definen, pertenecientes a los géneros *Strenoceras* y *Garantiana,* son muy escasos en este dominio. Cuando se realizan divisiones de rango inferior tales como subzonas o biohorizontes se han obtenido entre trece unidades para el Bajociense de la Cordillera Bética (Sandoval 1990) hasta veinticuatro divisiones en el Bajociense de Poitou (Francia) (Branger y Gonnin 1994). Callomon y Chandler (1990) han diferenciado dieciocho biohorizontes (Bj1-Bj18), fácilmente reconocibles por su contenido en ammonites, sólo en el Bajociense inferior del Dorset (Inglaterra).

Si la duración temporal del Bajociense es de 5 Ma (Harland *et al.* 1990; Vera 1994) cada una de sus zonas estándar (cronozonas) basadas en ammonites escasamente superará los 700.000 años, mientras que unidades de rango menor tales como las subzonas o los biohorizontes pueden representar intervalos de tiempo que varían entre 160.000 y 400.000 años.

El avance continuo en el conocimiento de datos radiométricos en diferentes áreas del globo permite ir disponiendo de escalas de tiempo geológico basadas en fósiles con las equivalentes de edades absolutas de cada uno de sus límites. En el caso de pisos (y cronozonas) usualmente se hace partiendo de unas escalas absolutas del principio y final de los mismos. Los intervalos de tiempo obtenidos con asociaciones de ammonites, aunque representen escalas relativas, dan más precisión que la que en la actualidad se pueda obtener por ningún otro método y con ningún otro grupo de fósiles. La curva de Exxon (Haq *et al.* 1988) marca la extensión relativa de las zonas obtenidas con diferentes grupos de organismos fósiles y para el Bajociense (como para otros pisos del Mesozóico) los ammonoideos permiten alcanzar el máximo grado de precisión.

La **Fig. 1** muestra algunas de las escalas zonales obtenidas para el Bajociense en la Cordillera Bética (provincia Mediterránea), Poitou (Francia) y Dorset (Inglaterra) (provincias Submediterránea-Subboreal) así como las correlaciones entre ellas. En las láminas I y II se representan algunos de los ammonoideos más característicos de Bajociense que se han utlizado para caracterizar y/o definir las diversas zonas.

Agradecimientos

Quiero hacer mi más sincero agradecimiento a mis compañeros de departamento, J. A. Vera Torres (Estratigrafía) y M. Company Sempere (Paleontología) por su lectura crítica y amables sugerencias sobre el manuscrito las cuales han contribuido en gran medida a mejorar el contenido final del mismo. Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación **PB91-0733** (DGICYT) y se ha realizado dentro del Grupo de Investigación **EMMI** (Junta de Andalucía). ■

Referencias

BRANGER, P. y GONNIN, C. (1994): Distribution des ammonites et dynamique sédimentaire sur le seuil du Poitou de l'Aalenien au Bajocien. *Miscellanea del Servizio Geologico Nazionale*, **5**: 293-295.

CALLOMON, J. H. (1985): Biostratigraphy, chronostratigraphy and all that again. *I International Symposium on Jurassic Stratigraphy*: 611-625. Erlangen (1984).

CALLOMON, J. H. y CHANDLER, R. B. (1990): A review of the ammonite horizons of the Aalenian-Lower Bajocian Stages in the Middle Jurassic of southern England. *Memorie descrittive della Carta Geologica d'Italia*, **40**: 85-112.

FERNANDEZ-LOPEZ, S. R. (1985): *El Bajociense en la Cordillera Ibérica*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid: 1-850.

FERNANDEZ-LOPEZ, S. R. (1986): Diversidad nomenclatorial y unidad conceptual de las llamadas zonas oppelianas. *Memorias I Jornadas de Paleontología*: 97-106. Zaragoza (1985).

FERNANDEZ-LOPEZ, S. R. (1988): Biostratigrafía y Biocronología: su desarrollo histórico. In: *Historia de la Paleontología*: 185-215. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid.

GEY (1980): *Guía Estratigráfica Internacional*, 1-205. Reverte, Barcelona.

HAQ, U. B., HARDENBOL, J. y VAIL, P. (1988): Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and Eustatic Cycles. In: *Sea level changes - An integrated approach*. (C. K. Wilgus, B. S. Hastings, C. G. S. C. Kendall, H. Posamentier, C. A. Ross y J. C. Van Wagoner, Eds.). *Soc. Econ. Paleont. Mineral.*, **S.P. 42**: 71-108.

HARLAND, W. B. ARMSTRONG, R. L. COX, A. V., CRAIG, L. E., SMITH, A. G., y SMITH, D. G. (1990): *A geologic Time Scale 1989*. Cambridge University Press: 1-263. Cambridge.

HENRIQUES, M. H., GARDIN, S., GOMES, C. R., SOARES, A. F., ROCHA, R. B., MARQUES, J. F., LAPA, M. R. y MONTENEGRO J. D. (1994): The Aalenian-Bajocian Boundary at Cabo Mondego (Portugal). *Miscellanea del Servizio Geologico Nazionale*, **5**: 63-77.

HOLLAND, C. H. (1978): Stratigraphical classification and all that. *Lethaia*, **11**: 85-90.

HOLLAND, C. H. (1992): Biostratigraphic Units and the Stratotype/Golden Spike Concept. In: D. E. G. Briggs & P. R. Crowther (eds.) *Paleobiology: A Synthesis*: 461-465. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

INOCENTI, M., MANGOLD, L. D., PAVIA, G. y TORRENS, H. (1988): A proposal for the formal ratification of the basal boundary Stratotype of the Bathonian Stage based on a Bas Auran section (S. E. France). *2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy*: 333-346. Lisboa (1988).

JOHNSON, J. G. (1979): Intent and reality in biostratigraphy zonation. *Journal of Paleontology*, **53:** 931-942.

JONHSON, J. G. (1981): Chronozones and others misapplications of chronostratigraphic concepts. *Lethaia*, **14**: 285-286.

MOLINA-CAMARA, J. M. (1987): *Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo (Provincia de Córdoba y Sur de Jáen)*. Tesis Doctoral, Universidad de Granada: 1-518.

PAVIA, G. (1973): Ammoniti del Baiociano superiore di Digne (Francia, SE, dip. Basses Alpes). *Bollettino della Societá Paleontologica Italiana*, **10**: 75-142.

PAVIA, G. (1983): Ammoniti e biostratigrafia del Baiociano inferiore di Digne (Francia SE, Dip. Alpes-Haute-Provence). *Museo Regionale di Scienze Naturali*, Torino, **2**: 1-160.

SANDOVAL, J. (1983): *Bioestratigrafía y Paleontología (Stephanocerataceae y Perisphinctaceae) del Bajocense y Bathonense de las Cordilleras Béticas*. Tesis doctoral, Universidad de Granada: 1-613.

SANDOVAL, J. (1990): A revision of the Bajocian divisions in the Subbetic Domain (Southern Spain). *Memorie Descrittiva della Carta Geologica d'Italia*, **40**: 141-162.

VERA J. A. (1994): *Estratigrafía. Principios y Métodos*. Rueda: 1-806, Madrid.

¡¡¡ SUSCRIBASE a . . . !!!

tierra y tecnología



una publicación especializada en temas relacionados con ...

- *Medio Ambiente*
- *Ingeniería Geológica*
- *Teledetección y SIG*
- *Exploración Minera*
- *Recursos Minerales*
- *Hidrogeología*
- *Hidrocarburos*
- *Geofísica*
- *Mineralogía*
- *Construcción y auxiliar*
- *Energía eléctrica, agua y gas,*

así como . . .

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

SOLICITUD DE SUSCRIPCION

tierra y tecnología

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.)

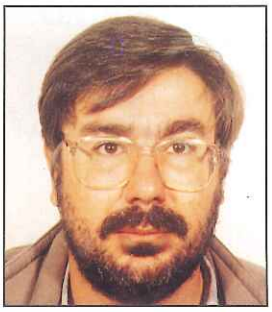
Conforme:
(Firma y sello de la empresa)

EL CERRO DE LOS BATALLONES (TORREJON DE VELASCO, MADRID) UNO DE LOS YACIMIENTOS MAS EXTRAORDINARIOS DEL TERCIARIO DE ESPAÑA



Javier Capitán Valluey

Licenciado en Ciencias Geológicas por la Universidad de Granada en 1981. Colegiado n.º 935. Departamento de Geología y Minas de TOLSA, S. A.



Jorge Morales Romero

Licenciado en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid en 1974, Doctor en Ciencias Geológicas por la misma Universidad en 1981. Colaborador Científico del CSIC, Jefe del Departamento de Paleobiología y Vicedirector de Colecciones Archivos y Bibliotecas del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. Durante 1992 a 1994 fue el Investigador principal del Convenio entre el CSIC y la Comunidad de Madrid para la elaboración de la Carta Paleontológica de la Comunidad de Madrid.

José Pedro Calvo

Departamento de Petrología, Facultad de Geología. U.C.M.

Los autores comentan el descubrimiento de una gran concentración de vertebrados fósiles en el Cerro de los Batallones.

The authors comment on the discovery of a large concentration of vertebrate fossils in Cerro de los Batallones.

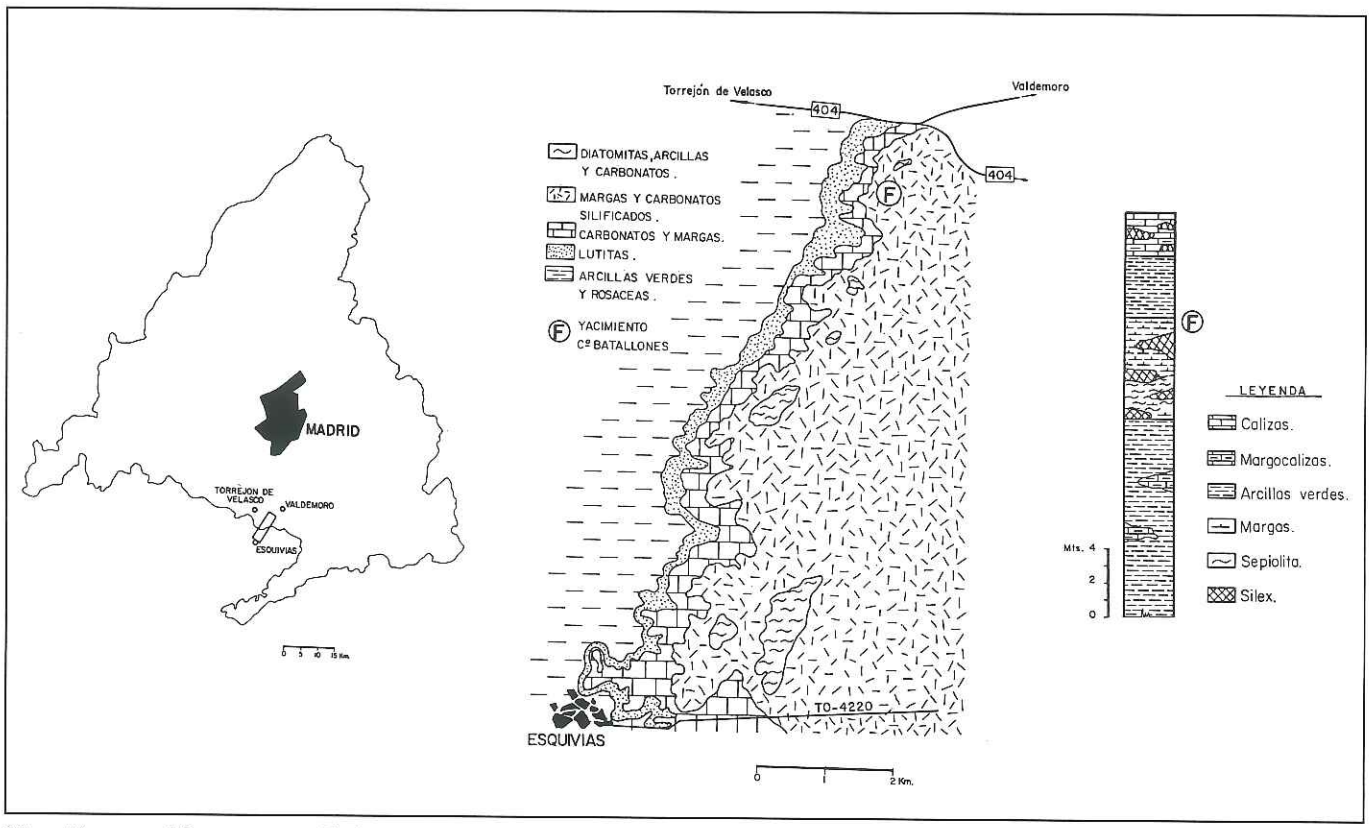
El yacimiento del Cerro de los Batallones (Municipio de Torrejón de Velasco (Madrid) fue descubierto cuando la empresa TOLSA realizaba la limpieza de un terreno, situado en dicho cerro, para preparar la explotación de niveles con sepiolita.

La apertura de una cata puso en evidencia la existencia, en niveles de arcillas verdes asociados a sílex y sepiolitas, de una gran concentración de vertebrados fósiles. Durante los meses de julio y octubre/noviembre de 1991, febrero/abril y julio/septiembre de 1992 un equipo de paleontólogos del Museo Nacional de Ciencias Naturales realizó sucesivas excavaciones, que han demostrado que el yacimiento del Cerro de los Batallones es ciertamente extraordinario y único en España.

Sin duda el rasgo más particular del yacimiento es la extraordinaria diversidad y abundancia en restos de carnívoros. Así, hasta el presente, se han determinado nueve especies, siendo el 98 % de los restos determinados pertenecientes a este grupo de mamíferos. Este hecho es completamente atípico, ya que los carnívoros, incluso cuando son muy abundantes, en los yacimientos estratificados nunca sobrepasan el 10 % del total de los restos encontrados. En algún yacimiento cárstico cuaternario puede encontrarse cifras de abundancia para los carnívoros semejantes a las del Cerro de los Batallones,



Vista de la cata realizada por TOLSA y que puso en evidencia la existencia de vertebrados fósiles, foto tomada el 19 de julio de 1991.



Situación geográfica, mapa geológico y serie estratigráfica del yacimiento del Cerro de los Batallones (Torrejón de Velasco, Madrid).

SANITAS

Tienes más de 18.000 facultativos donde elegir. Atención médica en todo el mundo.

Autorización telefónica de volantes. Anestesia Epidural gratis en el parto.

Programas especiales de salud infantil. 450 Clínicas y Hospitales.

Con condiciones especiales para los miembros del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos.

Contactar con Carmen Maldonado. Telf.: (91) 585 86 75. Sanitas. Estamos Preparados.

Y aún no eres de ¿Sanitas?

pero en estos casos, o la acumulación es monoespecífica (osos o hienas), o la abundancia de una especie sobre las demás es notoria pero nunca repartida entre varias especies de carnívoros, tal y como sucede en este yacimiento.

Otras características que encontramos en el yacimiento son:

1.º Existencia de huesos en conexión anatómica, sobre todo de extremidades y columna vertebral.

2.º En general se encuentran todos los elementos óseos de las diversas especies.

3.º No hay huesos rotos naturalmente, aunque pueden estar surcados con pequeñas fracturas, probablemente de origen postsedimentario.

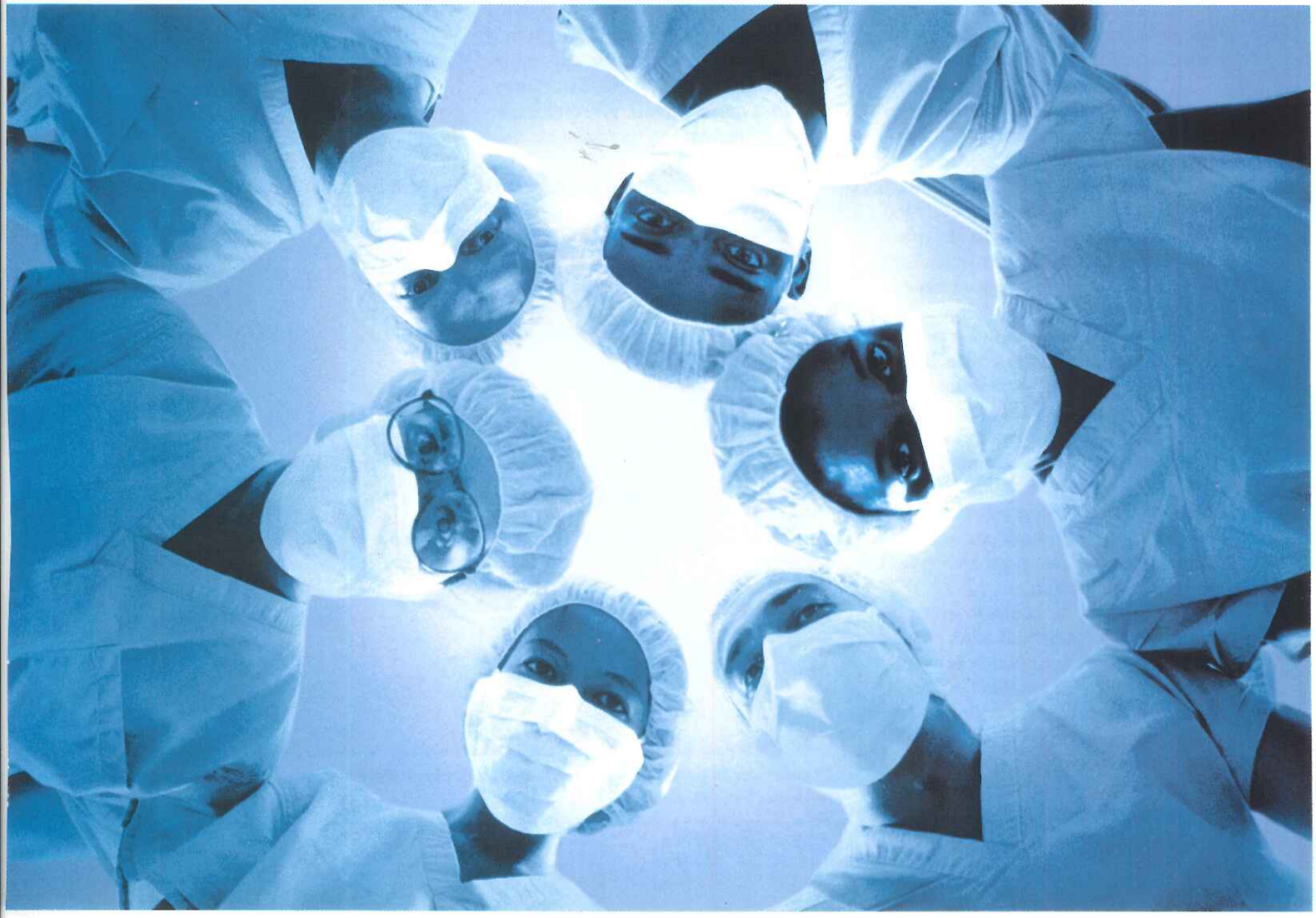
4.º La distribución de los huesos no muestra direcciones preferenciales y los buzamientos son moderados, con una tendencia a orientarse hacia el oeste.

Después de las campañas de campo realizadas, y aunque aún subsisten algunos interrogantes podemos hacer varias afirmaciones e hipótesis sobre el origen del yacimiento.

1.ª Un primer supuesto es que el relleno fosilífero se ubicó en una fisura que, previamente a la apertura de la explotación llegaba hasta la superficie del Cerro de los Batallones. Pensamos que esto último es muy posible y nos inclinamos a pensar que la fisura en la que se encuentra el yacimiento se debe a un fenómeno de distensión tectónica. Ello viene avalado por el hecho de que se ha reconocido en la región al sur de Madrid



Primera prospección del yacimiento del Cerro de los Batallones en agosto de 1991.





Vista general de la explotación minera del Cerro de los Batallones durante agosto de 1992, en el centro cubierto por toldos se sitúa el yacimiento paleontológico.

un sistema de fracturación que netamente afecta a los sedimentos miocenos.

2.ª De acuerdo con la hipótesis anterior el yacimiento supradataria a los sedimentos que afloran en la superficie del cerro, siendo por tanto como muy modernos Vallesiense superior.

3.ª En toda la zona del yacimiento existen evidencias de una fuerte actividad tectónica, traducida en la existencia de un buzamiento medio de 30 grados, que se refleja tanto en la inclinación de las capas como en el de los huesos. Consecuencia de esta actividad tectónica es la fuerte deformación que presentan los cráneos y ocasionalmente algunos huesos largos.

4.ª Se ha podido comprobar la existencia de al menos cuatro niveles fosilíferos. Uno, a techo del yacimiento, se sitúa en el contacto entre las arcillas verdes con los bancos sílex que delimitaban el yacimiento. La relación de este nivel con los otros tres es aún oscura y debe ser cuidadosamente estudiada. Los otros tres niveles se superponen claramente y se encuentran en arcillas verdes, aparentemente iguales.

5.ª El nivel de contacto entre la arcilla verde y los bancos sílex posee, como el resto de los niveles del yacimiento, una composición faunística atípica, aunque en éste abundan los restos de *Hipparion,* herbívoro muy raro en los otros niveles.

Los otros tres niveles poseen una composición faunística similar caracterizada por el predominio abrumador de carnívoros. En el nivel superior y en el inferior los restos no forman concentraciones similares a las de la brecha ósea (nivel 2), sino que responden a concentraciones de un mismo individuo. En el nivel superior existe una abundancia de pequeños carnívoros, mientras que en el inferior son los carnívoros medianos y grandes los más abundantes.

6.ª La existencia de estos cuatro niveles fosilíferos bien diferenciados nos indica que al menos ha habido cuatro episodios temporales en la formación de este yacimiento. Este hecho sugiere que la trampa debió haber funcionado durante un cierto tiempo.

En conclusión podemos suponer que en el área del yacimiento debió existir algún tipo de fisura o fractura que funcionó como una trampa natural (arenas movedizas, charcas de fangos densos, etc.) en la que los animales quedaban atrapados y cuya agonía atrajo a los carnívoros, que a su vez quedaban atrapados, retroalimentando tan mortal trampa.

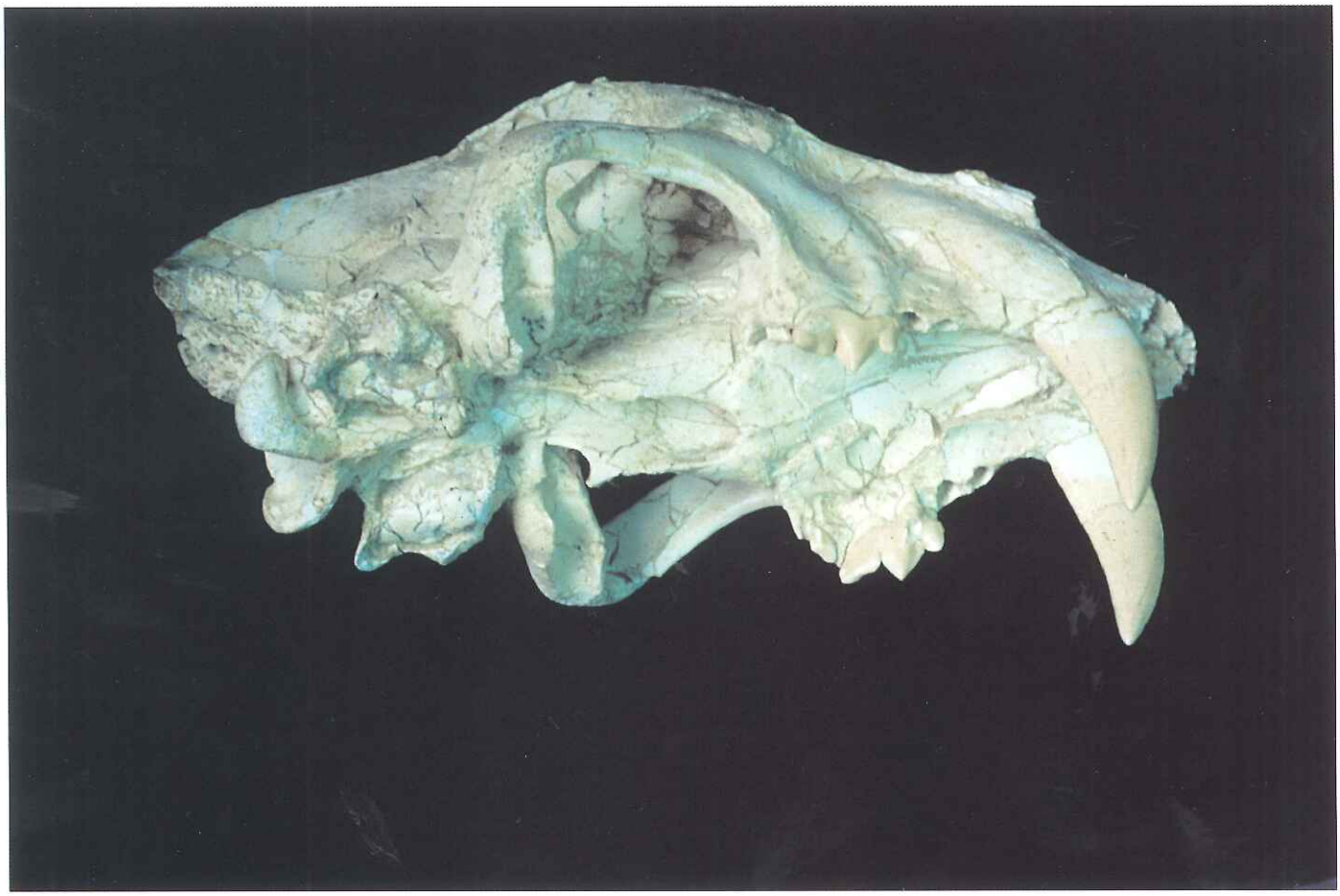
Con todo, el área excavada del yacimiento es todavía insuficiente, por lo que esperamos que sucesivas excavaciones vayan desvelando nueva información sobre el yacimiento.

De hecho, la realización con una máquina excavadora de una calicata, de una longitud de 6 m, 2 m de ancho y 2,50 de profundidad, nos ha demostrado que en el borde NE la profundidad mínima del yacimiento era de 2,50 m, más del doble de lo indicado por el sondeo mecánico realizado en el borde SW.

Adicionalmente a la asociación de carnívoros, se han extraído restos de un mastodonte (proboscídeo primitivo), un équido **Hipparion** sp. (équido de la talla de una cebra con dentición próxima a la de las formas modernas del grupo, pero que aún conservaba extremidades terminadas en tres dedos),



Mandíbula de un félido de la talla de una pantera, *Paramachairodus ogygia,* forma común en el yacimiento.



Cráneo del gran félido tigre dientes de sable, *Machairodus aphanistus,* uno de los carnívoros más grandes del Mioceno.

un rinoceronte de talla grande del género **Aceratherium** (rinocerontes sin cuernos). Todavía más raros son, un jabalí del que sólo se ha obtenido un maxilar juvenil, un rumiante de pequeña talla, probablemente del género **Hispanomerys,** y escasísimos restos de un ciervo.

En la microfauna de mamíferos destaca la abundancia de conejos **Prolagus** cf. **crusafonti,** y la presencia de las ratas más antiguas del registro europeo, pertenecientes a la especie **Progonomys hispanicus.** Siendo también notable la abundancia de insectívoros de varias tallas.

Restos de aves de diversos tipos, tortugas y gasterópodos continentales, completan la fauna de este importante yacimiento cuyo conocimiento no ha hecho sino comenzar.

La lista faunística queda establecida de la siguiente manera:

REPTILIA
- Chelonia indet.

AVES
- Aves indet. (al menos cuatro especies, todas ellas rapaces)

MAMMALIA
- Insectívoros
  - *Galerix* sp.
  - Insectívora indet. (al menos tres especies)
- Lagomorfos
  - *Prolagus cf crusafonti*
- Roedores
  - *cf. Spermophilinus sp.*
  - Cricetidae indet.



Vista de la brecha ósea del Cerro de los Batallones, la casi totalidad de los restos corresponden a diversas especies de carnívoros.



Aspecto parcial del yacimiento del Cerro de los Batallones. Los fósiles forman una capa casi continua, que en algunas zonas llega a formar una verdadera brecha ósea.

Progonomys hispanicus
Zapodidae indet.
Carnívoros
Martes sp.
Simocyon sp.
Mustelidae indet. (al menos tres especies)
Amphicyon aff. castellanus
Protictitherium crassum
Hyanidae indet.
Felis sp.
Psedaelurus quadidentatus
Paramachairodus cf. ogygia
Machairodus aphanistus
Proboscídeos
Gomphotherium angustidens
Perisodáctilos
Hipparion sp.
Aceratherium sp.
Artiodáctilos
Microstonys sp.
Hispanomeryx duriensis
Cervidae indet.

La excepcionalidad del yacimiento viene probada por todo lo dicho, pero conviene precisar algunos puntos. Así, en este yacimiento poseemos una información abundante sobre especies de vertebrados que son habitualmente muy raras, caso de los carnívoros y las aves. De muchas especies representadas en el yacimiento, particularmente de los carnívoros, se han obtenido restos craneales completos, cuyo estudio permitirá aportar novedades importantes para la sistemática del grupo.

Adicionalmente, algunas formas, como *Paramachairodus*, están representadas por restos muy completos pertenecientes a más de 20 individuos, lo que permitirá obtener información sobre las características de la población.

Finalmente, reafirmaremos que nos encontramos ante un yacimiento cuya formación no responde a los procesos normales responsables de la génesis de la mayoría de las acumulaciones de vertebrados fósiles. Así, como ocurre en casi todas las ciencias, los acontecimientos inusuales nos permiten acceder a informaciones únicas e irrepetibles que contribuyen a mejorar el conocimiento de los procesos generales. En nuestro caso, a entender mejor los procesos de formación de los yacimientos de vertebrados.

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento al Area de Patrimonio Histórico Mueble y Arqueológico de la Consejería de Educación y Cultura de la Comunidad de Madrid por su apoyo constante. Asimismo, queremos agradecer a la Comunidad de Madrid la financiación de las excavaciones realizadas en el Cerro de los Batallones (dentro del Convenio suscrito con el C.S.I.C. durante 1992-94).

También queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la empresa TOLSA y, en particular, a su departamento de Minería, por las facilidades y apoyo en infraestructura que nos han prestado en todo momento.

Finalmente, nuestro agradecimiento a D. Mariano Huerta García, alcalde de Torrejón de Velasco, y a todos nuestros amigos y compañeros que han participado en las sucesivas campañas de excavación. ■

PARQUE TRIASICO



Luis Sebastián Alafont

Licenciado en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid en 1985. Participó (1988) en la elaboración de la Carta Paleontológica de la Comunidad de Madrid. Desde 1989 trabaja como Analista-GIS en proyectos de Geología en EPTISA.

La mayoría de los restos de reptiles hallados en el Triásico español (se excluyen restos indirectos), se pueden clasificar en dos órdenes principales: los notosaurios y los placodontos. Suelen estar asociados, dentro de las facies Muschelkalk, a depósitos marinos costeros. Se ha encontrado en todos los litotipos en los que se divide el Triásico peninsular: Bético, Pirenaico, Mediterráneo, Ibérico y Hespérico. Uno de los yacimientos más interesante es el de Montral-Alcover (Tarragona), en el que se han descrito el mayor número de especies. El de Bienservida-Villarrodrigo (Albacete-Jaén) representa el yacimiento con el mayor número de piezas descritas. Los hallazgos de restos de reptiles se han revelado como muy importantes en las reconstrucciones ambientales de algunas áreas, especialmente en aquellas donde hay escasez de otros fósiles.

The majority of reptile remains found in the Spain Triasic Era (indirest remains are excluded) can be classified in two main orders: notosaurs and placodous. They are usually associated with coastal marine deposits, within the facies Muschelkalk. They have been found in all of the lithotypes of Peninsular Triasic: Bético, Pirenaico, Mediterráneo, Ibérico and Hespérico. One of the most interesting deposits is Montral-Alcover (Tarragona), where the largest number of species was found. The Bienservida-Villarrodrigo (Albacete-Jaen) bed represents the largest number of pieces described. The reptile remains findings have been important in the environmental reconstruction of some areas, especially where other types fossils are scarce.

Hace unos 210 a 240 millones de años, el que se ha denominado como antiguo Mar del Tethys y del que hoy apenas queda un pequeño vestigio que es el Mar Mediterráneo, cubría gran parte de Europa y entre ella casi toda la mitad oriental de la Península Ibérica. Aquí, el mar encontraba su límite hacia el oeste, era relativamente poco profundo y formaba una gran llanura submarina sometida a la acción del oleaje y a las mareas. En él se formaron grandes cuencas de carácter restringido en las que podían distinguirse distintos ambientes que dieron lugar a diversas bio y litofacies.

Con la desaparición paulatina de este mar, muchos de los organismos que vivieron en él se extinguieron, llegando hasta nosotros aquellos que, tras su muerte, se conservaron en los sedimentos del fondo de la cuenca. Los estudios estratigráficos de estos sedimentos que forman parte del período Triásico han permitido diferenciar en nuestra Península distintos tipos de dominios: Pirenaico, Mediterráneo, Ibérico, Hespérico y Bético. En las facies más alejadas de la línea de costa (Pirenaico y Mediterráneo) se han encontrado restos de peces y reptiles prácticamente enteros, mientras que, en las facies más proximales (Ibérico y Hespérico), sólo se han localizado restos aislados de ambos grupos.

En general, los restos directos de reptiles triásicos en España han sido considerados como raros. En el año 1912 se dio noticia del primer hallazgo en el Pirineo oscense, pero hasta el año 1966 no se hicieron las primeras descripciones detalladas. Sin embargo, durante las últimas décadas se han realizado interesantes descubrimientos en diversos puntos de nuestro país. Éstos han coincidido con un creciente interés, a nivel internacional, por la paleoherpetología del Triás, ya que es en este período, cuando tiene lugar la aparición y primera radiación evolutiva de gran parte de los grupos de reptiles (entre ellos los Dinosaurios).

La mayoría de los restos de reptiles encontrados en el Triásico español, lo han sido en facies Muschelkalk y pertenecen a la subclase Euryapsida. Se tratan de reptiles de vida anfibia, principalmente marinos, caracterizados por la presencia de una abertura temporal supera. Dichos restos se pueden

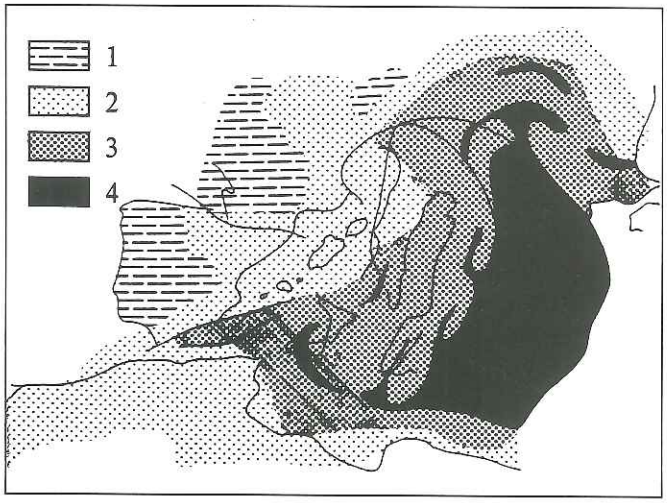


Fig. 1. Reconstrucción paleogeográfica del oeste europeo durante el Triásico superior. 1) tierra emergida; 2) mares epicontinentales; 3) plataformas carbonatadas; 4) mares profundos. (según Pinna).

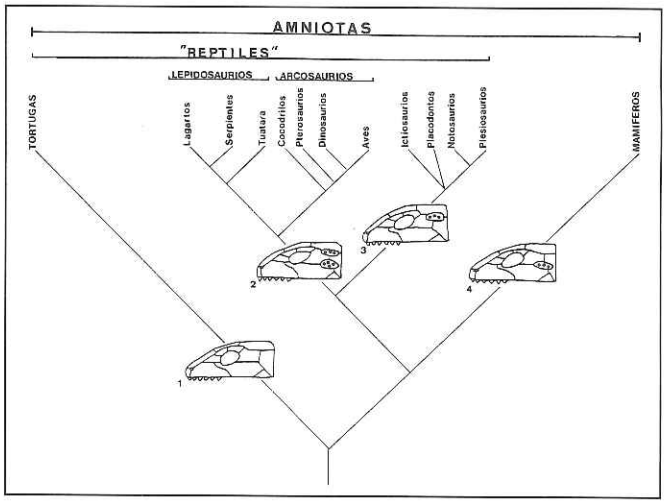


Fig. 2. Relación de los euriápsidos (3) con otros grupos de amniotas: 1) anápsidos; 2) diápsidos; 4) sinápsidos (según Sanz et al., 1990).

asignar, dentro de esta subclase, a dos órdenes: los sauropterigios y los placodontos. El orden Sauropterygia comprende principalmente a los notosaurios, pistosaurios y plesiosaurios y el orden Placodontia a los placodontos y los placoquélidos. Todos ellos a excepción de los plesiosaurios –que llegaron hasta el final del Cretácico– están confinados al período Triásico. La distribución geográfica de ambos órdenes de reptiles es principalmente tethysiana (Europa, norte de África, Oriente Próximo). Algunos géneros de notosaurios se han descrito en Norteamérica y en el sur de China.

Notosaurios

Los notosaurios son la consecuencia de la progresiva adaptación al medio acuático de un grupo de sauropterigios primitivos terrestres. Las diferentes especies de notosaurios muestran los distintos grados de adaptación no llegando a ser, en general, nadadores pelágicos. Incluso las continuas variaciones del nivel del mar durante el Triásico y los cambios paleogeográficos producidos como consecuencia de ello, han podido provocar regresiones al medio terrestre en la evolución de algunos grupos de estos reptiles. Algunos géneros como *Pachypleurosaurus* eran de pequeño tamaño, similar al de un lagarto actual, mientras que otros como *Nothosaurus* (que da nombre al suborden) alcanzaron tallas bastante considerables, entre 4 y 5 metros, similares a las de algunos cocodrilos actuales.

La morfología aplanada de la mayoría de los huesos tanto de la cintura escapular como de la pelviana, así como la de algunos de las extremidades, nos señalan la adaptación de estos animales al medio acuático. El cráneo alargado y plano de estos reptiles, así como la disposición y morfología de sus dientes (cónicos y puntiagudos) parecen indicar que fueron depredadores activos de peces y en menor grado de pequeños anfibios y reptiles, aunque también existieron algunas especies comedoras de moluscos. Otra de las adaptaciones al medio acuático del esqueleto consistía en una modificación en la estructura de los huesos llamada *paquiostosis* (de ello deriva el nombre de paquipleurosaurios) que consistía en un engrosamiento óseo, similar al que presentan algunos mamíferos acuáticos actuales como los Manatíes o Dugongos (vacas marinas). Esto les permitía aumentar su peso específico y, por lo tanto, facilitar su inmersión en el agua. Otra forma de aumentar el lastre y la estabilidad era mediante la ingestión de piedras (gastrolitos) de los que se han encontrado algunas en los yacimientos españoles.

Placodontos

Los Placodontos fueron clasificados primero como peces, debido a los dientes planos que poseía en el paladar,

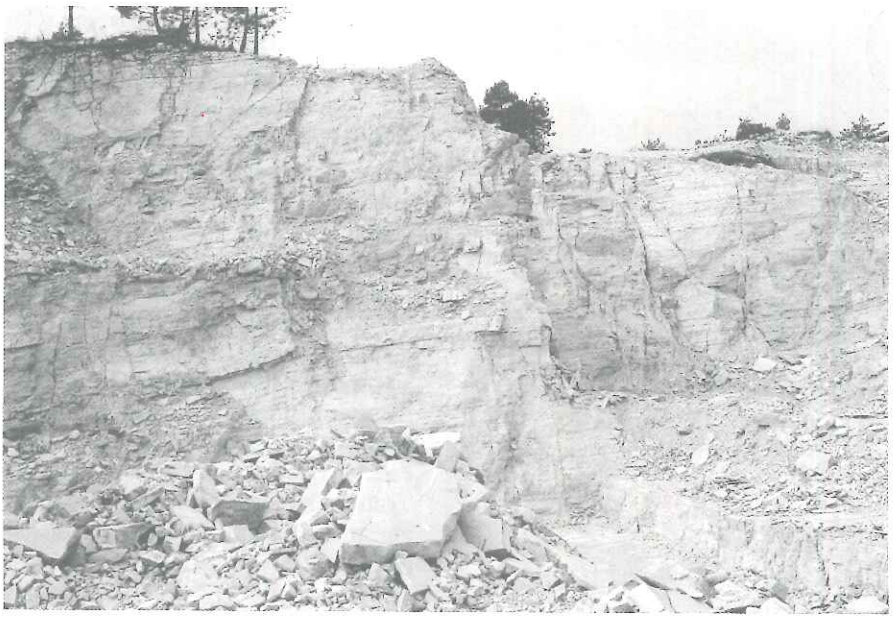


Fig. 3. Canteras/Yacimiento de Mont-ral del Muschelkalk superior dolomítico. Foto autor.



Fig. 4. Yacimiento de Bienservida-Villarrodrigo. Nivel de dolomías dentro de las facies detrítico-evaporíticas. Foto autor.

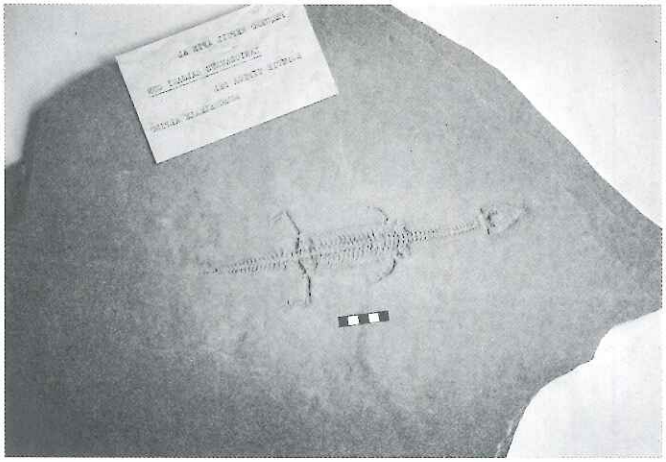
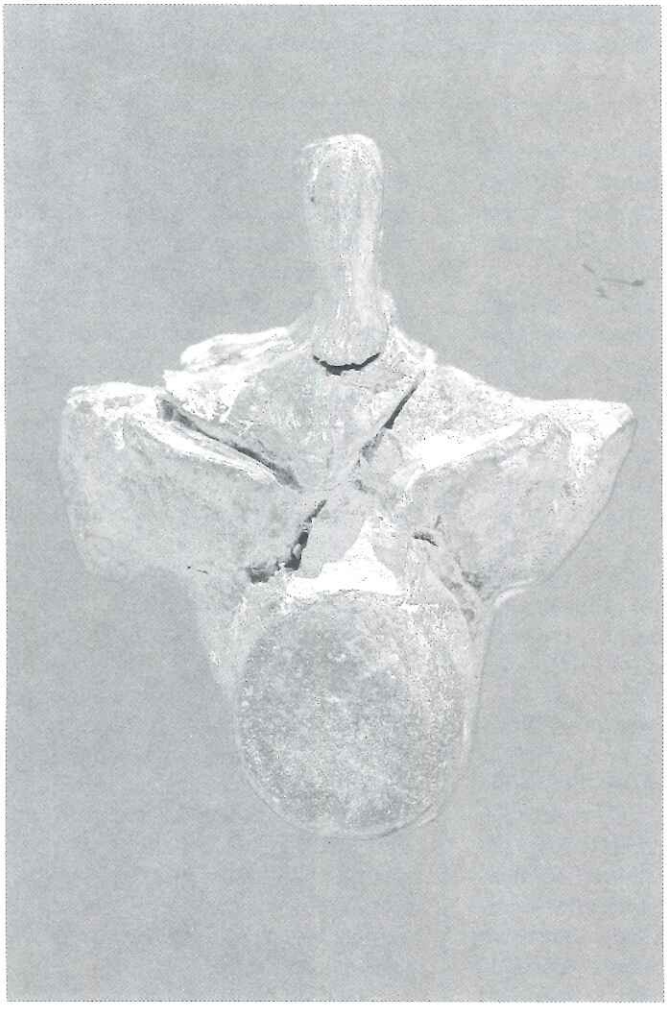
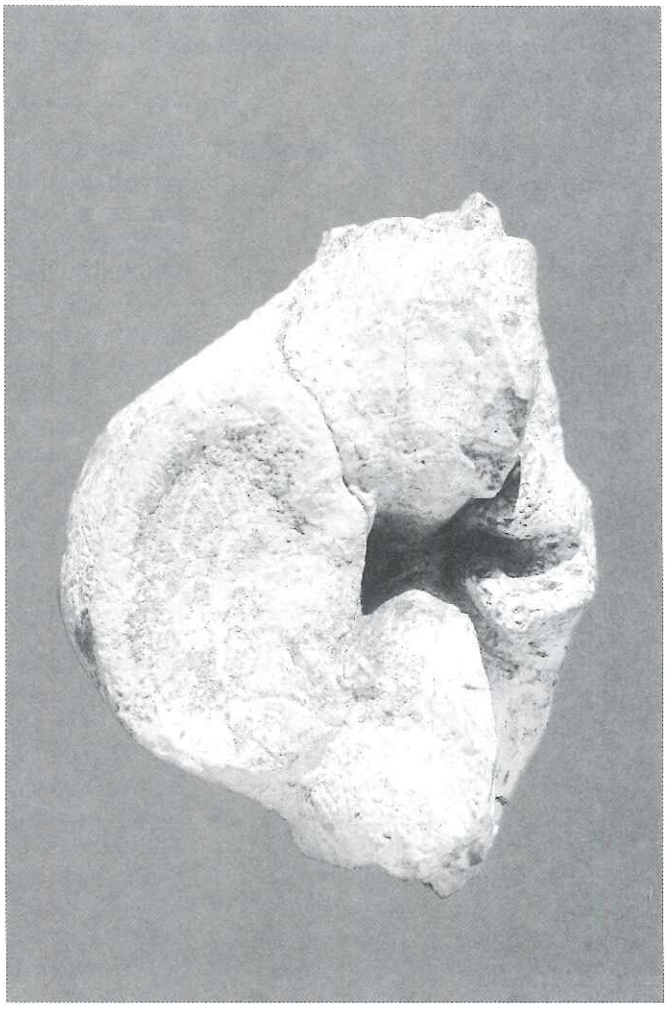


Fig. 5. Ejemplar completo de un Lariosaurio de Mont-ral. (Colección De Lucas, Alcover). Foto autor.

luego se confundieron con las tortugas, por la presencia de un caparazón que cubría su cuerpo, hasta que finalmente se les incluyó en un orden propio: Placodontia. No eran buenos nadadores, es decir, no habitaban los mares abiertos, sino que estaban adaptados a aguas poco profundas, normalmente fangosas donde la visibilidad debía ser a menudo casi nula. Estrictos malacófagos, los dientes delanteros cogían y arrancaban los pequeños moluscos y braquiópodos que machacaban posteriormente con su grandes y aplanados dientes palatinos. Sus salidas a tierra firme debían ser esporádicas, como huida de predadores o puestas de huevos. Tradicionalmente se han dividido en placodontos acoraza-





Figs. 6 (a y b). Vértebras de Notosaurios del yacimiento de Riba de Santiuste. En la segunda (b) puede observarse la modificación ósea conocida como paquiostosis. Fotos E. Martín.

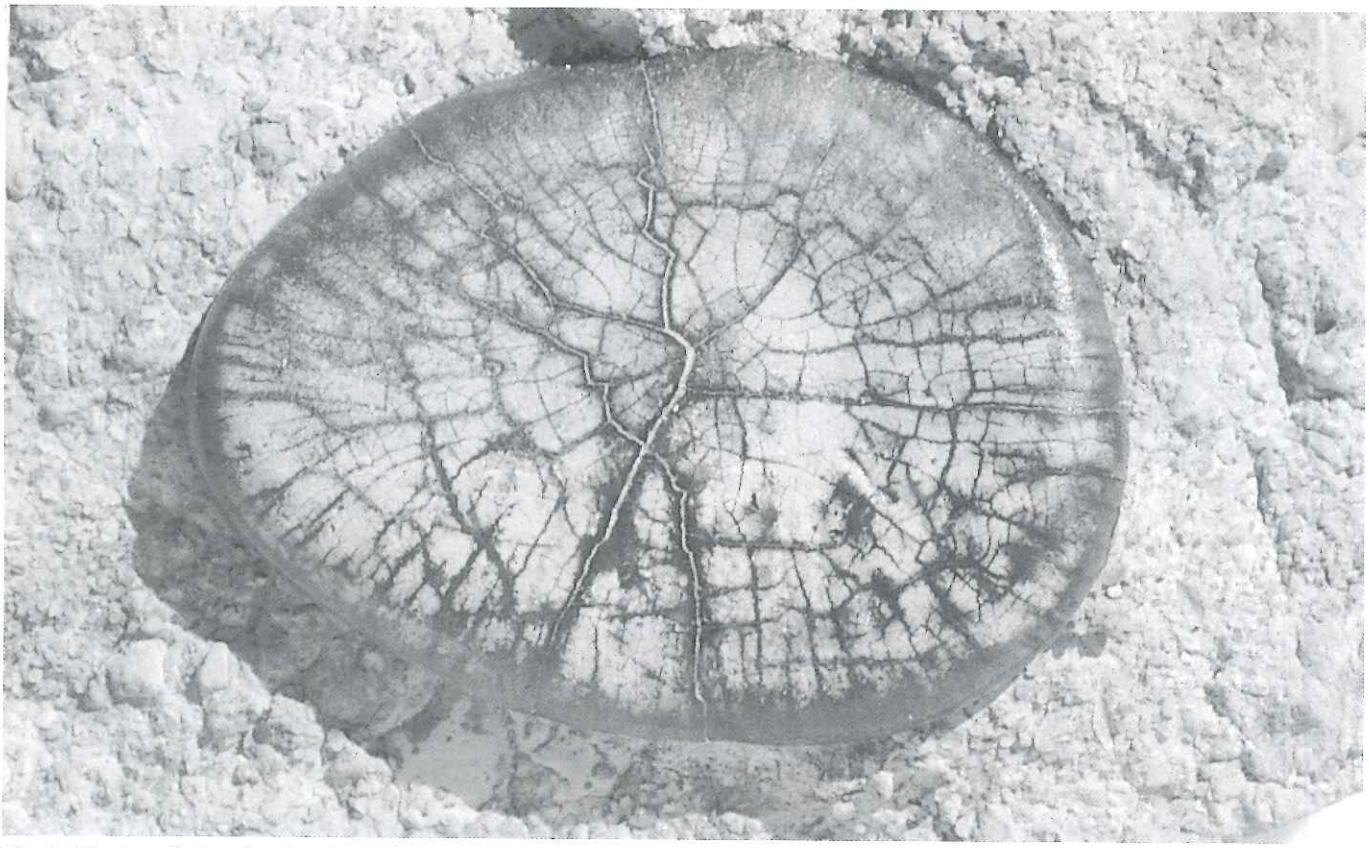


Fig. 7. Diente palatino de placodonto (Placochelydae indet.) procedente de Bienservida-Villarrodrigo. Colección Dto. Paleontología, U.C.M. Foto E. Martín

dos (ciamodóntidos) y sin coraza (placodóntidos).

Yacimientos

Uno de los yacimientos más interesantes de reptiles en España es el de Montral-Alcover (Tarragona) que pertenece al Trías Mediterráneo y es de edad Ladiniense superior. Los fósiles se encuentran en unas dolomías tableadas con una gran variedad de fauna asociada, tanto de invertebrados (bivalvos, cefalópodos, gasterópodos, limúlidos, ...) como de peces. Una de las peculiaridades de este yacimiento es la mezcla de faunas de dos provincias distintas: la alpina y la germánica. De la primera (dentro de los reptiles) tenemos ejemplares de prolacertiformes *(Cosesaurus aviceps)*, notosaurios *(Lariosaurus balsami, Ceresiosaurus* sp.?) y placodontos. De la segunda, notosaurios del género *Nothosaurus* y pistosáuridos. Dentro de este dominio también se encuentran el yacimiento de Aiguafreda (Barcelona) donde se han descrito restos de Paquipleurosaurios y otro de reciente descubrimiento, el de Pla de la Calma (Barcelona), que representa el primer yacimiento de tetrápodos fósiles en facies Buntsandstein de la Península Ibérica. Los restos corresponden principalmente a anfibios temnospóndilos y a reptiles aún por clasificar (Gaete, Galobart, Palomar y Marzo, GEOGACETA, 16).

También a la especie *L. balsami*, pertenece el primer y mejor ejemplar de notosaurio descubierto en España. Se encontró en el año 1912 en Estada (Huesca). En la actualidad se expone en el Museo Ciencias Naturales de Madrid. El motivo de su hallazgo fue también la causa de la práctica destrucción del yacimiento en el que se encontró: la construcción de una zanja para un canal. El reciente hallazgo de otro ejemplar en la vertiente francesa abriga la esperanza de poder encontrar nuevos yacimientos en otros puntos del Pirineo español.

En el resto de los dominios (Ibérico y Hespérico) los restos de notosaurios y placodontos son relativamente frecuentes en algunos niveles altos del Muschelkalk. Están cronoestratigráficamente próximos al límite Ladiniense-Carniense y suelen encontrarse aislados y desarticulados. De los primeros son frecuentes las vértebras y costillas y, de forma más esporádica, restos del esqueleto apendicular. De los segundos abundan los dientes y los fragmentos de la coraza.

Uno de estos yacimientos es el de Bienservida-Villarrodrigo (Albacete-Jaén) en el que se han identificado más de 250 restos de reptiles y también restos de invertebrados como bivalvos y gasterópodos. Por su riqueza, continuidad, facilidad de observación, condiciones de afloramiento y conservación, constituye uno de los más valiosos y didácticos ejemplos que pueden mostrarse sobre el medio de sedimentación y fosilización de los grandes reptiles acuáticos de Triásico. Por ello ha sido utilizado para las prácticas de los alumnos de la especialidad de Paleontología durante varios años.

Este yacimiento, junto con el de Alcázar de San Juan (Ciudad Real), se encuentra, paleogeográficamente en el Trías Hespérico. Se caracteriza por la ausencia de barras carbonatadas que distinguen otros dominios, siendo sus formaciones de tipo detrítico y/o detrítico-evaporíticas. Sin embargo, subidas esporádicas del nivel del mar dieron lugar a centimétricas pasadas de carbonatos en donde se han hallado fósiles de reptiles.

Una de las aportaciones más importantes de estos restos al conocimiento geológico de la zona es la asignación de las facies en las que se encuentran a

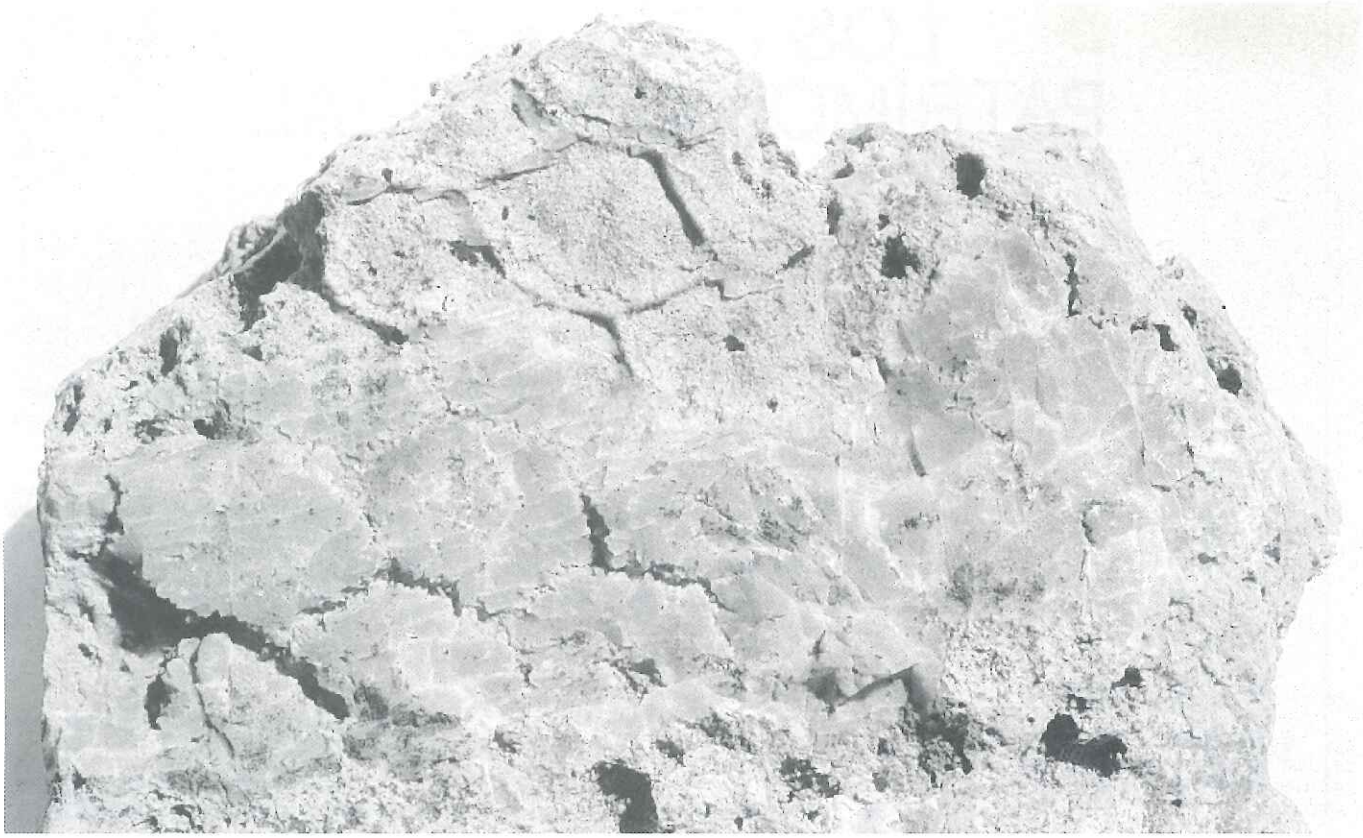


Fig. 8. Osteodermo de placodonto (ídem anterior). Foto E. Martín.

medios costeros marinos, hasta hace poco consideradas, por algunos autores, como continentales fluviales.

El Trías Ibérico se extiende a lo largo de la mayor parte de la Cordillera Ibérica, desde la Sierra de la Demanda hasta la confluencia con el Prebético al norte de las provincias de Albacete y Alicante. La única barra carbonatada que caracteriza a este trías comprende dos formaciones carbonatadas, la inferior "Dolomías de Tramacastilla" y la superior "Dolomías, Margas y Calizas de Royuela", encontrándose los restos de reptiles en la segunda y en los niveles superiores de la primera.

En este dominio han sido varias localidades en las que se han realizado hallazgos, aunque, en algunos casos, éstos han sido normalmente muy escasos. Recientemente se ha encontrado (F. Alférez) un importante yacimiento en las proximidades de Molina de Aragón (Guadalajara) con una gran densidad de fósiles. Otros yacimientos, normalmente descubiertos por especialistas del Trías, son: Riba de Santiuste, Tordelrábano y Rillo de Gallo (Guadalajara), Royuela (Teruel), Valdemeca y Henarejos (Cuenca), Alpera y Casas-Ibáñez (Albacete), etc.

Tafonomía

Las características tafonómicas que presentan los yacimientos situados en los dominios más proximales son: densidades muy bajas y uniformes, ausencia de orientaciones preferentes, desarticulaciones y posiciones de máximo equilibrio. No se suelen observar evidencias de bioerosión o alteración por necrófagos, ni tampoco selección de tamaños o formas. Se trata de entidades acumuladas o resedimentadas sin transporte horizontal importante ni reelaboración. Los cadáveres procederían de animales indígenas del área y también de organismos flotados a la deriva en ocasiones esporádicas como tormentas o mareas vivas.

Por el contrario los yacimientos de los dominios más distales (Montral-Alcover) predomina la preservación de moldes de partes blandas y esqueletos quitinosos (crustáceos) sobre las conchas carbonatadas. Ello es debido a la existencia de aguas ácidas que impedían la descomposición anaerobia y a una alta velocidad de sedimentación, que ha evitado también la fragmentación de los fósiles, conservándose, en general, completos. Se ha sugerido como medio deposicional para este yacimiento el de unas cubetas relativamente profundas con aguas anoxibióticas en el fondo, que se hallaban protegidas por unas barreras arrecifales preexistentes ya litificadas, lo que explica también el mayor porcentaje de una fauna nectónica y ausencia de bioturbación.

Agradecimientos

A S. Calzada (Barcelona), J. Magrans y E. Ferrer (Viladecans, Barcelona), al Sr. De Lucas (Alcover, Tarragona) y a J. Cartaña (Montblanc, Tarragona) por su colaboración en mis estudios sobre los yacimientos de Cataluña

Bibliografía Complementaria

ALAFONT (1992): Notosaurios y Placodontos (Reptilia) del Triásico medio de Bienservida-Villarrodrigo. *Inst. Estud. Alba.* Serie I, n.º 60.

PINNA (1990): I rettili placodonti dei terreni triassici di Spagna. *Atti Soc. It. Sc. Nat. Mus. Milano,* 131 (6): 137-143.

SANZ (1983): Los Notosaurios (Reptilia, Sauropterygia) Españoles, *Estud. geol.,* 39: 193-215. Madrid.

SANZ, ALAFONT y MORATALLA (1993): Triassic reptile faunas from Spain. *Paleont. Lombarda della Soc. It. Sc. Nat. Museo Milano,* 2:152-164.

SANZ, BUSCALIONI, MORATALLA, FRANCES y ANTON (1990): *Los reptiles mesozoicos del registro español.* Monografías del Museo Nacional de CC. Naturales. n.º 2, p. 79.

LOS FOSILES, PATRIMONIO NATURAL

La importancia de los fósiles en los estudios científicos, geológicos y paleobiológicos, no impide su valoración social en los campos didáctico, museístico y cultural. Ambos aspectos del trabajo paleontológico se complementan, pero en nuestro país prima de tal modo el primero, que el segundo apenas es considerado por muchos profesionales.

Fossils are not only important for scientific, geological and paleobiological studies, yet also have social value in the didactic, museum and cultural fields. These aspects of paleontological work complement each other. However, most professional in our country place more importance on the first aspect, hasdly considering the second.

Nieves López Martínez

Catedrática de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

¿A quién interesan los fósiles?

La demanda social de divulgación del patrimonio científico y natural apenas es atendida por una capa poco desarrollada en nuestro país de científicos y periodistas que se dediquen a acercar la ciencia a la sociedad. En lo que respecta al patrimonio paleontológico, la sociedad española aún no tiene una información adecuada del valor de los hallazgos de su territorio, lo que hace que tienda tanto a ignorarlos o subestimarlos como a sobrevalorarlos.

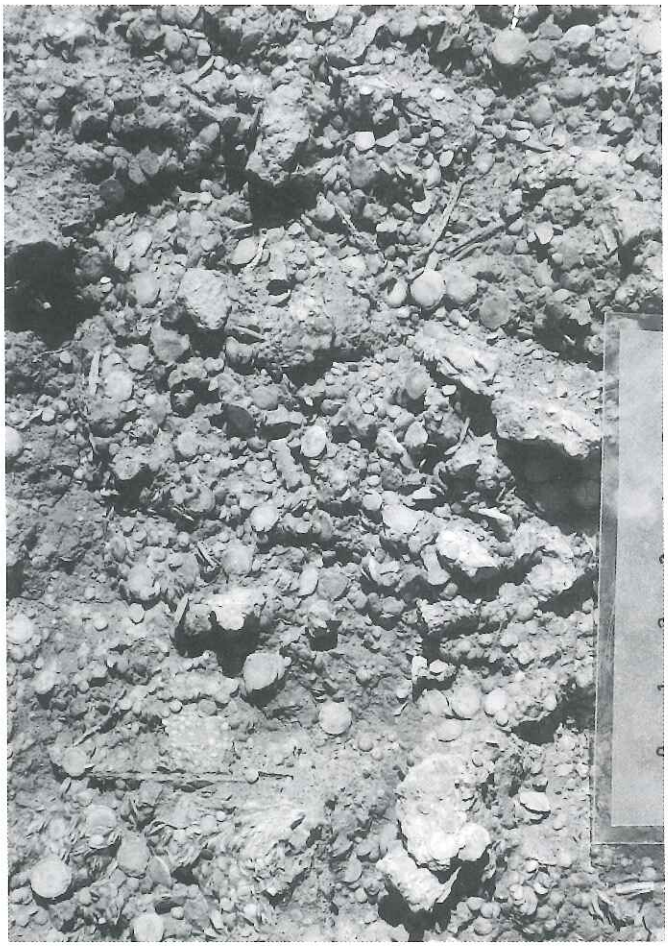
La potencialidad de nuestro país en hallazgos paleontológicos es bien conocida por la mayoría de los geólogos. Lo que es mucho menos conocido es la cantidad de personas que se apasionan por la observación y el hallazgo de fósiles. Desde escolares conducidos por sus maestros hasta sociedades culturales y aficionados de todas las edades, muchas personas recorren el campo en su tiempo libre atraídos por la belleza o la rareza de los fósiles. Este fenómeno no es especial de nuestro país, y en Europa está tan extendido que se encuentran revistas y publicaciones en muchas lenguas señalando localidades y hallazgos de interés a numerosos «turistas paleontológicos». En zonas especialmente ricas en fósiles, como el Pirineo, Teruel o Valencia, los lugareños están ya habituados a visitantes de diversas procedencias, sin distinguir entre profesionales, aficionados o comerciantes, que llegan a por fósiles regularmente y se van sin que nadie pregunte cuál es su destino.

Y sería muy interesante seguir el destino de algunos de esos hallazgos, aunque la variedad de casos pueda ser muy grande. Los que se interesan por los fósiles y los que se interesan por el comportamiento humano pueden aprender muchas cosas a través de su seguimiento. De mi experiencia y encuentros personales he extraído algunos ejemplos. Sin ánimo de que la lista sea exhaustiva, estos son algunos recolectores de fósiles característicos:

– Paleontólogos profesionales que estudian fósiles y realizan una colección con fines de investigación. Los fósiles encontrados incidentalmente, y no buscados expresamente, suelen ser también recogidos con la vaga esperanza de interesar a algún colega en su estudio, y en la idea de que no se les debe dejar abandonados en el campo (salvo que haya muchos y sea imposible recogerlos todos).

– Geólogos que recogen fósiles para que algún paleontólogo les proporcione información sobre la edad, el medio de fosilización o el modo de vida de los organismos que produjeron los restos fósiles. Suelen confiar al paleontólogo el destino final de sus hallazgos.

– Profesionales de la geología que coleccionan fósiles, a menudo desde sus tiempos de estudiante. Algunos lo hacen con fines comerciales, otros atraídos por la belleza de los fósiles como objetos de contemplación y disfrute. A menudo se trata de sus propios





Fotos 1a-1b. Yacimientos paleontológicos de excepcional riqueza abundan en nuestro país. En las fotografías, ejemplo del Paleógeno marino con macroforaminíferos *(Nummulites)*, radiolas de equínidos, tubos de alimentación, y gasterópodos *(Turritella carezi)*. Ejemplos como éste son adecuados para la organización de visitas dirigidas a la docencia y la divulgación.

hallazgos, pero muchas veces proceden del comercio o de proveedores conocidos en minas y canteras. Sus colecciones no suelen ser conocidas por los paleontólogos, por temor a que se les exija su depósito en una institución.

– Estudiantes de todo tipo durante sus viajes de estudio o investigación, o conducidos por un profesor que trata de interesarles en la observación de la naturaleza. Bien por interés, por imitación y hasta por compulsión, la mayoría recoge más o menos ejemplares, que del bolsillo o mochila van a parar a la estantería, y de ahí probablemente a la basura. Excepcionalmente, los fósiles adecuadamente guardados y etiquetados llegarán a algún museo o institución.

– Aficionados inversores, que gastan mucho dinero en conseguir una colección de fósiles única. Se interesan por los fósiles de mayor tamaño y valor expositivo; se suelen especializar en un tipo de fósiles, a menudo vertebrados o trilobites, y no suelen reparar en gastos (ni a veces tampoco en procedimientos legales) para conseguir una pieza excepcional. Disponen de una red de proveedores y comerciantes que les venden los ejemplares. Viajan a países de extenso patrimonio paleontológico y mercado permitido o con escaso control legal, como Marruecos o Brasil, y compran en mercadillos y tiendas, pero no suelen ir ellos a buscar los fósiles al campo. A veces financian expediciones de profesionales con los cuales reparten los hallazgos, pero sus colecciones suelen permanecer inaccesibles a los paleontólogos.

– Aficionados «camperos», que encuentran su mayor placer en la exploración y el hallazgo de los fósiles en el campo, y que coleccionan los fósiles más notables que encuentran como trofeos de caza. Suelen recoger cualquier tipo de fósiles, y valoran su rareza y su tamaño. También compran y venden en mercadillos y tiendas, y preparan ellos mismos los fósiles, aunque no siempre de manera adecuada. Son grandes conocedores del terreno de su región y suelen cooperar con profesionales que les soliciten ayuda. A menudo viajan en solitario por falta de compañeros que compartan su afición, aunque también forman grupos o se organizan en sociedades.

– Aficionados ilustrados, que han comenzado a menudo solos, y que a medida que crecía su interés por el tema se han puesto en contacto con profesionales y han comenzado a estudiar sus hallazgos. Se suelen especializar en un tema, al igual que los profesionales, y llegan a un alto grado de conocimiento y profundización, publicando trabajos de un nivel científico muy aceptable e incluso notable. Por último,

– Comerciantes y proveedores de comercio que distribuyen fósiles a todas las escalas. En países donde la legislación lo permite, suelen comprar propiedades que contengan yacimientos paleontológicos. En casos de grandes formaciones, como el Eoceno de Green River en USA o el Devónico del Atlas en Marruecos, hay comunidades

enteras que viven del comercio de los fósiles. Cuando la legislación lo prohíbe, suelen extraer y vender fósiles sin datos o con datos de procedencia falsos, pues de su ocultación depende que las autoridades y los demás proveedores no les descubran.

El destino que se debe dar a los fósiles

De esta diversidad de tipos se deduce que hay una gran diversidad de colecciones de fósiles: 1) las que ha formado cada especialista en su centro de trabajo, generalmente (pero no siempre) disponibles para el acceso de otros profesionales; 2) las institucionales que reúnen hallazgos de un mismo territorio, enriquecidas con expediciones lejanas o compras; 3) las personales, mejor o peor cuidadas y más o menos accesibles a los científicos y 4) las ocasionales, que suelen ser olvidadas en cajones o desvanes. De ellas, las del 2.º tipo son las más susceptibles de divulgación y acceso al público, incluyendo en él a todos los profesionales y aficionados que necesiten comparar sus hallazgos y contrastar sus identificaciones. Está claro por tanto que conviene que éstas se enriquezcan, a ser posible gracias a las donaciones de los otros tres tipos de colecciones, pues el bien común debe ser prioritario sobre el particular. Es indudable que una institución pública es una fuente de riqueza colectiva.

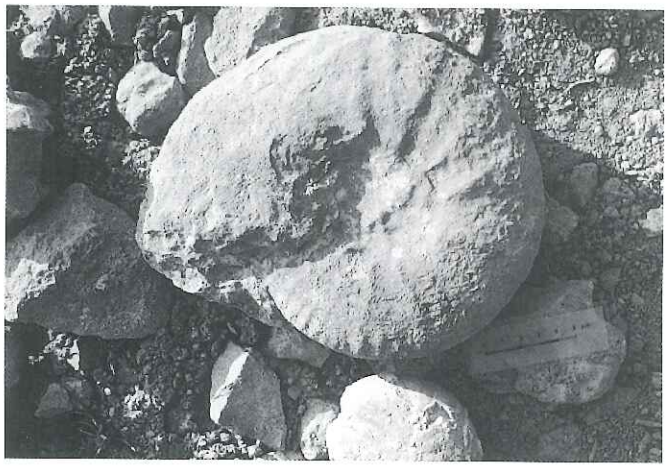
Sin embargo, no es evidente que el bien particular, en este caso la existencia de colecciones personales, se oponga al bien común. Hay dos interpretaciones extremas de lo que constituye el «bien común». Para los «socializantes» más radicales, la mera existencia de colecciones personales se interpreta como un robo a la sociedad, y en cuanto pueden, utilizan el peso de la ley para expropiarlas y anexionarlas a una institución. No permiten que una empresa privada explote el patrimonio natural común, como es el paleontológico. Para los más «privatizantes», al contrario, sólo un mercado libre de fósiles como el de muchos países avanzados (Alemania, Francia, Gran Bretaña, U.S.A., etc.) permite desarrollar el patrimonio paleontológico. Excepcionalmente, yacimientos muy especiales pueden ser protegidos como reservas naturales quedando fuera del libre mercado, pero a las instituciones públicas se les pide competir por la calidad como a las privadas.

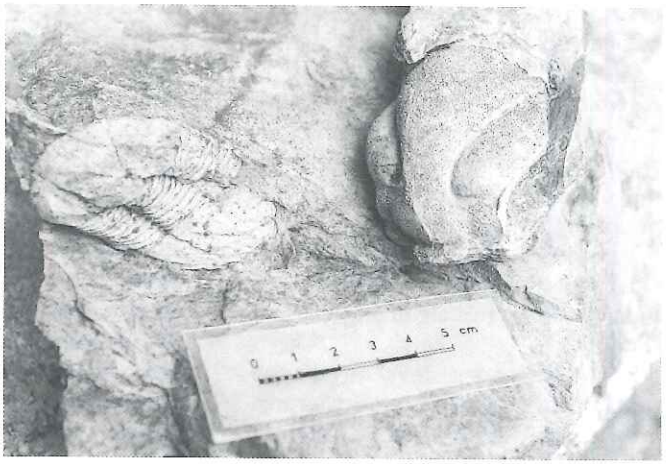


Foto 2. Yacimiento como este arrecife de rudistas *(Hippurites socialis)*, por su excepcional condición de afloramiento, merecen ser máximamente protegidos por la ley contra obras y acciones agresivas mediante su catalogación y vigilancia.

¿Pues de quién son los fósiles?

Estas dos visiones extremas representan las caricaturas de las «izquierdas» y las «derechas» en la protección del patrimonio, y se enfrentan en todas





Fotos 3a-3b. Ejemplos de notables hallazgos paleontológicos realizados por aficionados en yacimientos bien conocidos por los profesionales: Cretácico superior del Pirineo (Ammonite *?Pachydiscus,* erizo *Hemipneustes*) y Ordovícico de los Montes de Toledo (trilobites *Ectillaemus* y *Uralichas*). En ambos casos fueron hallazgos en superficie en lugares habitualmente visitados por los paleontólogos, ilustrando la capacidad de observación que tienen muchos aficionados e incluso personas no iniciadas.



Foto 4. Ejemplo de depósito residual de fósiles de la colección de un aficionado dedicado a la recogida indiscriminada por falta de la adecuada formación.

las sociedades por defender los intereses de dos abstracciones: la «colectividad» y el «individuo». Ninguna de ellas son entidades reales, pues su correlato real son personas concretas. Hay personas, grupos de personas, e instituciones dirigidas por personas, que en un momento dado benefician o perjudican a personas. La mayoría de personas de una sociedad puede en un momento dado representar a toda la sociedad, pero en ocasiones es una minoría, incluso una sola persona, la que aglutina unos valores que acaba aceptando toda la sociedad, que pasa a adoptar una nueva meta percibida como un nuevo «bien común». Este debe asentarse sobre las personas.

Una legislación que favorezca el bien común no debe atropellar valores personales, como el interés por los fósiles, la dedicación a su hallazgo y estudio, y el legítimo deseo de disfrutar de los personales descubrimientos y del público reconocimiento a la labor de investigación. Sin embargo, no hay valores personales que proteger cuando la codicia de algunas personas lleva a saquear yacimientos con engaño y con ocultación de datos, y a atesorar fósiles como objetos privados inaccesibles a su consulta. Dichos casos no incluyen únicamente a aficionados o comerciantes como hemos visto.

Los fósiles son objetos naturales patrimonio de la humanidad, y no son propiedad del que los encuentra o del propietario del terreno. Todos tenemos derecho a poder contemplarlos en determinadas condiciones, y quien los ha extraído, preparado o estudiado y los mantiene en su colección los tiene en depósito o en usufructo, no en propiedad. Debe proveer los medios para permitir la consulta pública del material y su futuro destino en una institución. La Administración ayudaría a extender este punto de vista promoviendo la cooperación con los particulares y favoreciendo las iniciativas que vayan en este sentido. Así no sería percibida como una entidad amenazadora que arrebata por la fuerza los hallazgos de las personas. Si la ley especifica que su recogida es ilegal, nadie confiará sus descubrimientos y todos se cerrarán por miedo.

La protección y el desarrollo del patrimonio paleontológico

El tema se agrava ante la incapacidad material de atender de manera técnicamente correcta los descubrimientos que surgen en las labores cotidianas de remoción del subsuelo. Incluso un técnico que estuviera a cargo de labores de vigilancia en una extensión provincial o autonómica se vería impotente para recoger y estudiar convenientemente todos los hallazgos paleontológicos.

El patrimonio paleontológico no puede ser estudiado ni divulgado suficientemente sin el esfuerzo colectivo.

La ingente tarea que supone la búsqueda de fósiles, la obtención de datos de campo, la delicada técnica de extracción y preparación, y la comparación y estudio detallado requieren de una amplia colectividad que se motive para sostenerla. Son numerosos los casos de excelente colaboración entre profesionales y aficionados que llegan a ser claves en el descubrimiento de importantes fósiles. Los ejemplos contrarios, de actuaciones nefastas de unos y otros, no deben minimizar la necesidad de cooperación en el objetivo común de la puesta en valor del patrimonio paleontológico.

Hay muchas formas de desarrollar el patrimonio paleontológico de un país, que probablemente no sean percibidas por los profesionales dedicados a la búsqueda de datos. Estas no consisten necesariamente en convertir los fósiles en objeto de comercio. El turismo de calidad permite a muchos países proteger y desarrollar al mismo tiempo su patrimonio natural viviente en parques nacionales y reservas naturales, lo cual es igualmente posible en el caso de los yacimientos paleontológicos. Una región con recursos paleontológicos puede así desarrollarse al tiempo que contribuye a mejorar de este modo la formación de los ciudadanos. Alguna iniciativa en este sentido empieza a surgir, como la del Parque Cretácico de Isona (Lleida). Ejemplos similares en otros países pueden ser valiosamente aprovechados.

Patrimonio natural y patrimonio cultural

Los profesionales de la Paleontología en nuestro país, aún escasos, tienen poco tiempo para dedicarse a la protección y divulgación del patrimonio paleontológico, al contrario que los profesionales de la cultura, cuya labor principal es la protección y divulgación del patrimonio cultural. En algunas comunidades, la legislación trata conjuntamente ambos bienes, el patrimonio cultural-histórico y el patrimonio paleontológico, pero confía la labor de protección y gestión de ambos a las consejerías de cultura y a los profesionales de este campo (historiadores y arqueólogos). Este situación plantea inconvenientes desde el punto de vista profesional, aunque al menos ha conducido a una mayor implicación de las autoridades políticas en la protección del patrimonio paleontológico, por largo tiempo ignorado. Todavía hay muchos técnicos de medio ambiente de nuestro país que ignoran que todo el patrimonio geológico, que incluye el paleontológico como parte de la *gea*, es parte del patrimonio natural que deben atender, al igual que la *flora* y la *fauna* (Declaración de la U.N.E.S.C.O., 1972).



Foto 5. Ejemplo de colección particular correctamente etiquetada y conservada (colección J. M. Roy), accesible a los profesionales y personas interesadas que lo soliciten.

Aplicando a la protección del patrimonio paleontológico los mismos criterios que para el patrimonio cultural-histórico, la legislación sólo distingue dos tipos de personas que investigan y extraen fósiles: los profesionales debidamente registrados y controlados, y los demás. Es obvio que sólo a los primeros se les permite el acceso, y a todos los demás se les impide con la contundencia que permitan los medios ejecutivos en cada caso. Se han dado claros excesos de confianza en el pasado, pero empiezan a registrarse abusos de autoridad en el presente debido a una legislación excesivamente represiva. A pesar de la falta de medios, se han dado casos de despliegues espectaculares para atrapar... a algún inofensivo grupo familiar de visita en un yacimiento clásico.

Es claro que los medios siempre son insuficientes para tan extenso campo de vigilancia, que incluye potencialmente cualquier roca sedimentaria e incluso algunas volcánicas. Todas las canteras y graveras, cualquier actividad de extracción con fines de construcción, obras públicas e industria, incluso cualquier piedra que recoja un paseante es susceptible de contener fósiles. ¿Qué límites pueden legalmente justificarse para aplicar la ley en unos casos y no en otros?

Ya hemos visto que la distinción entre profesionales y no profesionales es insuficiente para abarcar a las personas que obtienen fósiles con diversos objetivos y motivaciones. En lugar de reprimir, la legislación debe procurar orientar correctamente los valiosos impulsos y corregir los defectos que algunas personas llegan a desarrollar gracias a su interés los fósiles, sean o no profesionales. En este campo, como en muchos otros, se precisa de una adecuada relación entre el sector público y el privado, huyendo de los extremismos.

Cuanto menos conciencia social del valor patrimonial existe, más fácilmente proliferan los expoliadores que saquean el patrimonio con fines comerciales. Al contrario, cuanto más se desarrolla la conciencia social de lo que un país contiene, más se eleva el valor y el número de los hallazgos y el de personas interesadas en su estudio y protección. Y la conciencia social del valor de los fósiles requiere de personas interesadas, capaces de valorarlos y de involucrarse en labores de vigilancia. Porque no basta que a uno le informen de lo que posee para valorarlo, tiene que trabajar por ello. ■

UN MUSEO DE INVESTIGACION: EL MUSEO GEOLOGICO DEL SEMINARIO DE BARCELONA



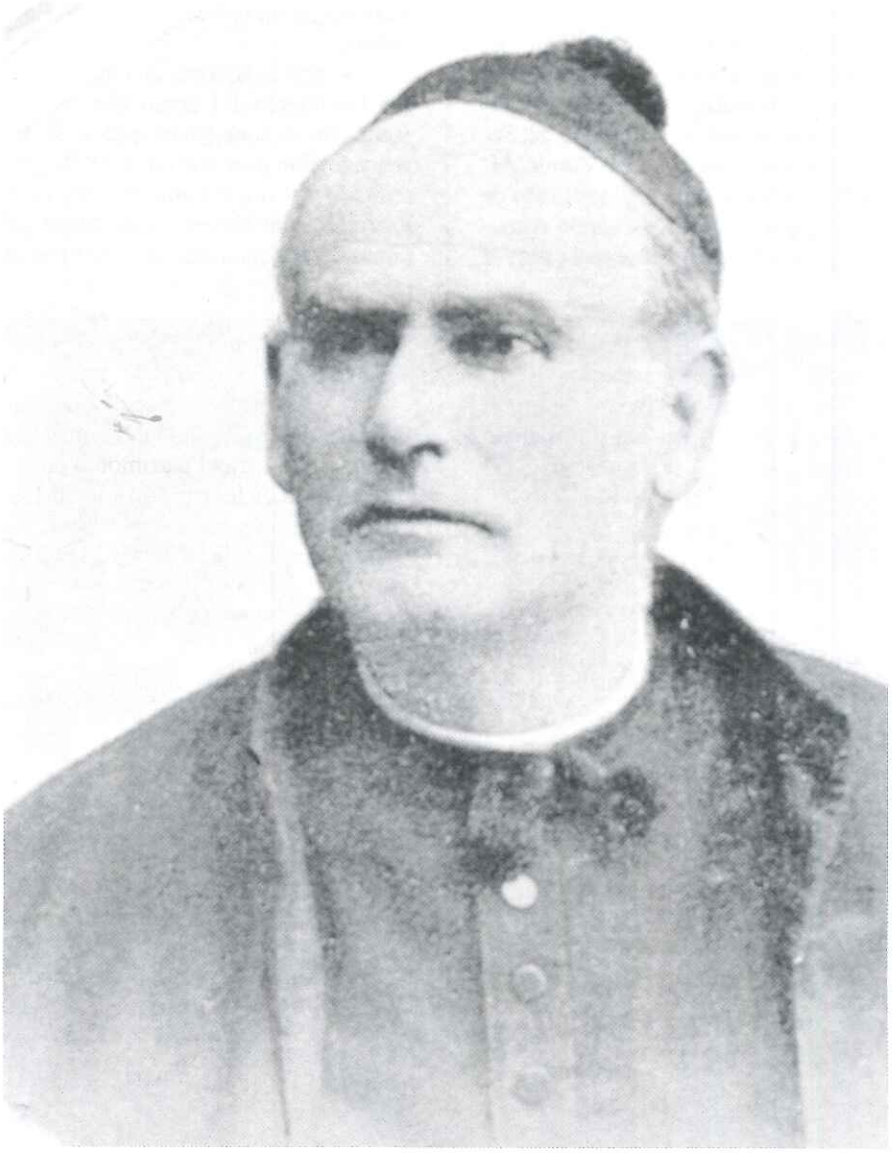
Sebastián Calzada

Nació en Barcelona el 8-12-1932. Escolapio. Doctor en Geológicas (1975). Especialista en invertebrados del Mesozoico, sobre todo braquiópodos y gasterópodos, con unas 120 publicaciones. Relacionado con el Museo del Seminario, desde 1969. Director del mismo en 1991.

El autor nos comenta la historia del Museo Geológico del Seminario de Barcelona.

The author comments on the history of the Seminary Geological Museum in Barcelona.

El actual Museo fue fundado oficialmente como gabinete de Historia Natural en 1874. El motivo fue dar validez oficial a los estudios de Bachillerato impartidos en el Seminario. Su primer director fue el Dr. Jaime Almera (1845-1919), hombre de un tesón y una laboriosidad ex-



Dr. Jaime Almera (1845-1919), fundador del Museo y figura señera de la Geología española del XIX. Este año se celebra el CL aniversario de su nacimiento.

traordinarios. Sin embargo, Almera no empezó desde la nada. En 1818 se había creado como anejo a la Biblioteca de Escritores de Cataluña el «Museo de cosas raras y preciosas de la misma Provincia», cuyo contenido en su aspecto geológico pasó al recién fundado Museo. Entre esos materiales estaba el busto y obras de Carlos de Gimbernat, el autor del primer mapa geológico de Suiza. Todo desapareció en 1936.

Almera se entregó en cuerpo y alma a dar contenido y rigor científicos a sus clases. Aunque recibió la iniciación geológica del culto y excelente patricio J. J. Lánderer, Almera fue un autodidacta, que supo aprender sobre la marcha. Ingresó en la Societé Géologique de France y se relacionó con colegas extranjeros. Entre tanto escribió con el malacólogo Bofill tres monografías sobre moluscos fósiles del Terciario superior de Cataluña. Al aceptarse su ofrecimiento de realizar el mapa geológico de la Provincia de Barcelona, el Museo Geológico del Seminario fue el laboratorio donde Almera clasificó y redactó el resultado de sus trabajos de campo. Cuando Almera acabó esta labor entregó la mayor parte de sus materiales al Museo Martorell (fundado en 1879), aunque los duplicados y la biblioteca adquirida a sus expensas se quedaron en el Seminario. A su muerte, el Museo Geológico del Seminario tuvo una vida lánguida. El previsto sucesor de Almera era Mn. Norbert Font (1873-1910), gran divulgador geológico y padre de la espeleología científica, pero murió de tifus a los 36 años. En 1926, y con el nombramiento de Director en la persona del Dr. José R. Bataller (1890-1962), el Museo adquirió un protagonismo científico indiscutible, enriqueciéndose tanto en libros y en instrumental como en nuevos materiales. El Museo Geológico del Seminario cumplió una función excepcional ya que no existían estudios oficiales de paleontología. El propio Bataller mucho más tarde, en 1949, fue el primer catedrático de Paleontología en la Universidad de Barcelona.

Desgraciadamente cuando el Museo Geológico del Seminario iba aumentando su prestigio científico, se desencadenó la guerra civil de 1936. Fue asaltado y se dispersaron o destruyeron los fondos del Museo. La biblioteca, a punto de ser quemada, se salvó por la acción de algunos miembros del Centro Excursionista de Cataluña.

Acabada la guerra, en 1939, Bataller se lanzó a una dinámica actividad para recuperar los materiales perdidos. Con la colaboración de sus seminaristas y amigos se rehicieron y aumentaron las colecciones. Además reanudó los contactos con otras instituciones, en especial con el IGME. Fruto de esta última colaboración fueron múltiples publicaciones y sobre todo la confección de varias Hojas del Mapa Geológico Nacional.

A la muerte de Bataller fue nombrado Director el Dr. Vía (1910-1991), carcinólogo de prestigio internacional. Gracias a sus gestiones, el Museo Geológico del Seminario duplicó su superficie y se incrementó la biblioteca y el número de fósiles. Se creó el Archivo histórico con fondos únicos para la Historia de la Geología española. Igualmente dispuso la sala de exhibición con criterios museísticos. Con su equipo se decidió la publicación de la revista anual «Batallería», especializada en Paleontología de invertebrados. Consiguió el nombramiento de un subdirector en la persona del Dr. Calzada (1932...), quien le sucedió a su muerte,



Aunque el Museo está especializado en invertebrados, posee algunas piezas interesantes de vertebrados. En primer término la vitrina con el Mastodonte más completo hallado en España.



Museo Geológico del Seminario. Vista parcial. En el fondo una de las vitrinas de la Typotheca.

y que continúa la línea de proyección nacional e internacional del Museo, con la ayuda económica de la Generalitat de Catalunya. Por otra parte y con la decidida colaboración de los Rdos. S. Casanova y F. Nicolau se ha constituido la Asociación de Amigos del Museo, buscando una mayor eficacia y continuidad en el servicio.

Como aspectos peculiares del Museo se destaca el protagonismo de sus directores, eclesiásticos todo ellos y personas de gran actividad, ya que el Seminario, titular y dueño del mismo, interfiere muy poco en su marcha. Otro aspecto es su idea fundacional: Entre la fe y la ciencia no puede existir oposición. Esto conlleva que el Museo sea más un lugar de investigación y estudio que de exhibición. Por último, el respeto y cariño por todos los que han aportado algo al Museo, lo que se materializa en el cuidado en conservar sus legados.

Actualmente cuenta con más de 50.000 taxones inventariados (y unos 25.000 sin inventariar) de los que sólo una pequeña parte (casi el 0,1 %) se muestra en las vitrinas de la sala de exhibición. Está especializado en invertebrados, aunque posee también importantes piezas de vertebrados. Destacamos: Media mandíbula de Dryopithecus fontani, un ejemplar casi completo de mastodonte del Mioceno español y multitud de restos de los clásicos yacimientos del Vallés-Penedès. En lo que toca a los invertebrados tiene la mejor colección española de esponjas cretácicas (Aptiense de Garraf), de corales cretácicos y eocénicos, de cangrejos del Eoceno y de moluscos y braquiópodos del Cretácico. Todos ellos con multitud de yacimientos. Es gloria del Museo la divulgación y estudio del excepcional afloramiento triásico de Alcover-Montral, tristemente expoliado por «marchands» y por algunos coleccionistas. Este yacimiento ha dado a la Ciencia multitud de nuevos taxones, destacando los peces y los limúlidos.

También conserva la mejor representación de Arqueociatos de Cataluña, descubiertos y estudiados por D. A. Abad, del Museo. Con ello se aportó la decisiva prueba paleontológica sobre la presencia del Cámbrico en Cataluña.

Citemos algunas colecciones importantes: La colección Guerin, con piezas únicas tanto de España como del extranjero (Solhhofen), la Almirall (Eoceno catalán), la Viader (general), la Llopis (general), la Casanova (Cretácico del Maestrazgo), la Crespell (general), la Thomas (Mioceno de Montjuic), la Reig (Corales), la Vilella (Cretácico superior catalán), etc. A éstas y otras menores, pero también valiosas, se suman las aportadas por los sucesivos directores.

La tipoteca contiene (a finales de 1994) la impresionante cifra de más de 350 taxones tipo de nuevas especies, que en algunos casos son la especie tipo de otras categorías taxonómicas superiores. El Catálogo de holotipos (Calzada & Urquiola, 1992) fue el primero de España en su género.

El Museo es un lugar de investigación por lo que la Biblioteca es un elemento fundamental. Está especializada en paleontología y tiene series y obras únicas en España. El número de sus libros ronda los 12.000 y otro tanto el de sus separatas. Otras dependencias del Museo son la cartoteca o almacén de mapas, el archivo de geólogos y paleontólogos (con unos 2.000 documentos), los archivos y laboratorio fotográfico, el laboratorio de preparación, etc.

Toda persona que conoce el Museo, se percata de su función y misión y en consecuencia se siente predispuesto a colaborar. Haga usted la prueba. ■

MULTIMEDIA APLICADA A LAS CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MEDIO AMBIENTE



Carlos Busón Buesa

Colegiado 1999. En la actualidad efectuando el doctorado en la UNED.

Multimedia es un nuevo concepto informático que permite incorporar en un mismo documento imágenes, texto, audio y vídeo digital. Es el campo ideal para crear aplicaciones educativas y presentaciones atractivas en el ámbito de los negocios, que capten la atención del usuario o del posible cliente. Este artículo hace una breve introducción de lo que significa y algunas de sus posibilidades.

Multimedia is a new computer concept based on the incorporation of images, text and digital audio-video in the same document. It is an ideal platform to create education applications and attractive presentations in the business field, which capture the interest of the user and potential client. This aticle briefly describes this concept and some of its possibilities.

El creciente impacto de las tecnologías de la información en la sociedad actual es palpable, en cinco años, producimos la misma cantidad de información que nuestros antepasados en cinco siglos. Esta abundancia de datos hace que a veces, uno tenga la sensación de estar perdido, es difícil encontrar muchas veces la información adecuada en el momento adecuado. Para resolver este problema existen algunas soluciones técnicas que nos permiten solucionar, en parte, este problema. En este artículo nos centraremos en una nueva forma de difusión informática, en la que es posible agrupar abundante información y distribuirla de manera cómoda y sencilla.

Hasta nuestros días las revistas y libros impresos constituían la base del conocimiento y comunicación del mismo, pero las posibilidades que nos ofrecen en la actualidad los nuevos medios telemáticos hacen que se vayan introduciendo de forma paulatina otros medios, tales, como libros y revistas electrónicos, cuyo formato de presentación ha pasado del papel al soporte magnético u óptico.

En 1974 Ted Nelson en su libro Computer lib definió los términos de Hipertexto e Hipermedia para describir documentos no secuenciales, compuestos por textos, audio e información visual como imágenes, vídeo, etc. en que el ordenador se utiliza como el medio para poder acceder a la información siguiendo un camino único y personal a través de la información, el usuario, participa de una manera interactiva es decir, se produce una respuesta activa de la máquina a nuestras peticiones, es posible interactuar con el programa y determinar en cada momento lo que deseamos obtener, según nuestra necesidad e interés.

Para acometer un proyecto multimedia es imprescindible crear un guión que plasme el desarrollo del proyecto, debemos determinar los materiales que vamos a utilizar ya que no nos limitaremos sólo a introducir un texto y gráficas que podemos encontrar en un libro, sino que además podremos incorporar el audio y vídeo, esto nos va a permitir incorporar comentarios de una imagen o la explicación de un hecho, asimismo las imágenes en vídeo permiten observar un fenómeno en el tiempo que muchas veces es muy difícil de explicar sólo con palabras.

Para realizar este tipo de aplicaciones necesitamos lo que se conoce como programas de autor, estos programas permiten crear una aplicación que conecta mediante vínculos los textos, audio, vídeos e imágenes en un único paquete. Son programas informáticos que permiten desarrollar aplicaciones multimedia que luego pueden utilizarse sin necesidad del programa de desarrollo, esto es posible porque éste crea una aplicación autoejecutable **(Fig. 1)**. Existen en el mercado diversos programas de este tipo, algunos incluso permiten crear aplicaciones multiplataforma, esto quiere decir que un programa desarrollado en Mac puede visualizarse en un PC y viceversa **(Fig. 2)**.

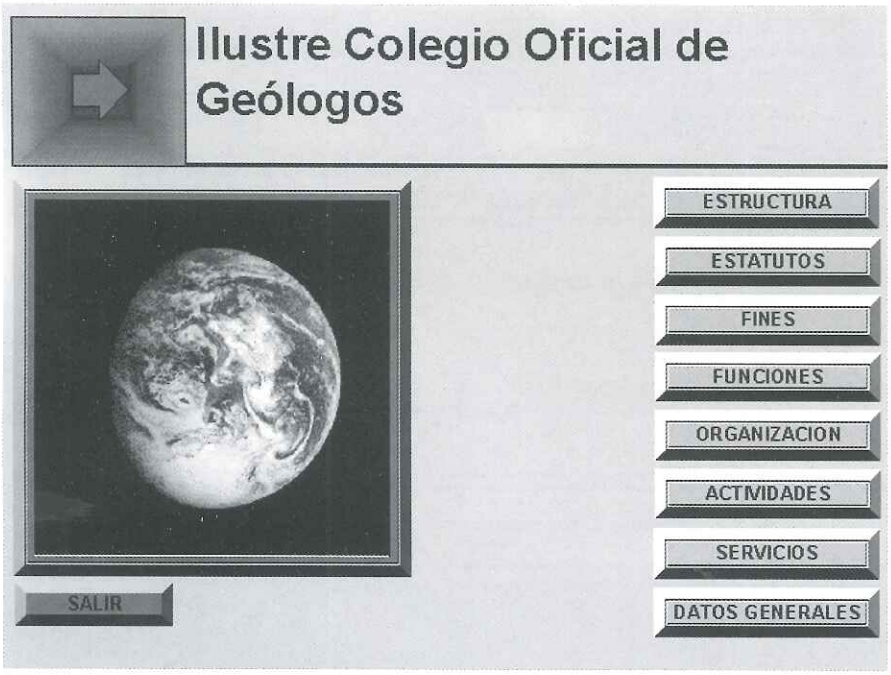


Fig. 1. Ejemplo de una aplicación desarrollada con un programa de autor.

Los documentos multimedia utilizados en informática se componen por textos, audio, imágenes y vídeo, a continuación explicaremos brevemente los distintos formatos que pueden incorporarse a una aplicación multimedia. El audio digital es uno de los recursos más interesantes ya que nos permite introducir en un documento nuestros propios comentarios a una imagen o aun texto, e incluso cualquier otro sonido que sea difícilmente explicable con un texto, como pudiera ser el caso de una erupción volcánica. Los formatos de los ficheros más frecuentes son el .WAV y el .MID., aunque pueden utilizarse otros muchos. El audio se captura con un micrófono que posee la tarjeta de sonido del ordenador, posteriormente se trata con alguno de los diversos programas que existen en mercado, **(Fig. 3)** luego con el programa de autor el sonido se vincula a un botón y/o imagen o gráfica de manera que cuando los pulsamos con el ratón escuchamos el comentario o el sonido que esté asociado.

Las imágenes gráficas (iconos, fotografías, tapices, gráficas) son los elementos más utilizados en aplicaciones multimedia, existen cientos de programas para tratar las imágenes **(Fig. 4).** Uno de los hechos más importantes para el éxito de un producto multimedia es su diseño gráfico, de manera que sea atractivo al usuario y haga que no decaiga su atención, por ello las ilustraciones y fotografías, los iconos y otros elementos gráficos del interface de usuario como puede ser la tipografía son determinantes a la hora de diseñar la pantalla. Es muy importante establecer una fuerte jerarquía visual, en que la atención no se desvíe o decaiga.

Podemos incorporar todo tipo de imágenes a un documento, mediante un escáner capturamos nuestras imágenes fotográficas o diapositivas que queramos incorporar a nuestro documento multimedia, también es posible incorporar las gráficas o imágenes que obtengamos de cualquier programa informático como pudiera ser el caso de una gráfica de una hoja de cálculo o el resultado de un programa de simulación **(Fig. 5).** Los formatos de estas imágenes son muy diversos algunos de los más conocidos son los .GIF, .JPG, .BMP, .TIF, .PCX.

El vídeo digital es la ultima revolución tecnológica que tenemos a disposición en el mercado para sustituir el tradicional vídeo doméstico en nuestros hogares, por el momento se está difundiendo muy rápidamente en el campo de la informática. La mejor manera de captar la atención sobre algún punto que se debe explicar es incorporar un vídeo, una animación o algún efecto que capte la atención del usuario. A diferencia del vídeo analógico, la información de la pantalla del ordenador se compone de datos digitales, y se almacena en formato binario que el ordenador interpreta como l y 0, existen varios formatos como son el .AVI .FLI .MOV, que se incorporan a nuestra aplicación multimedia el inconveniente de alguno de estos formatos es la calidad de imagen y al tamaño de los ficheros generados. Existen formatos

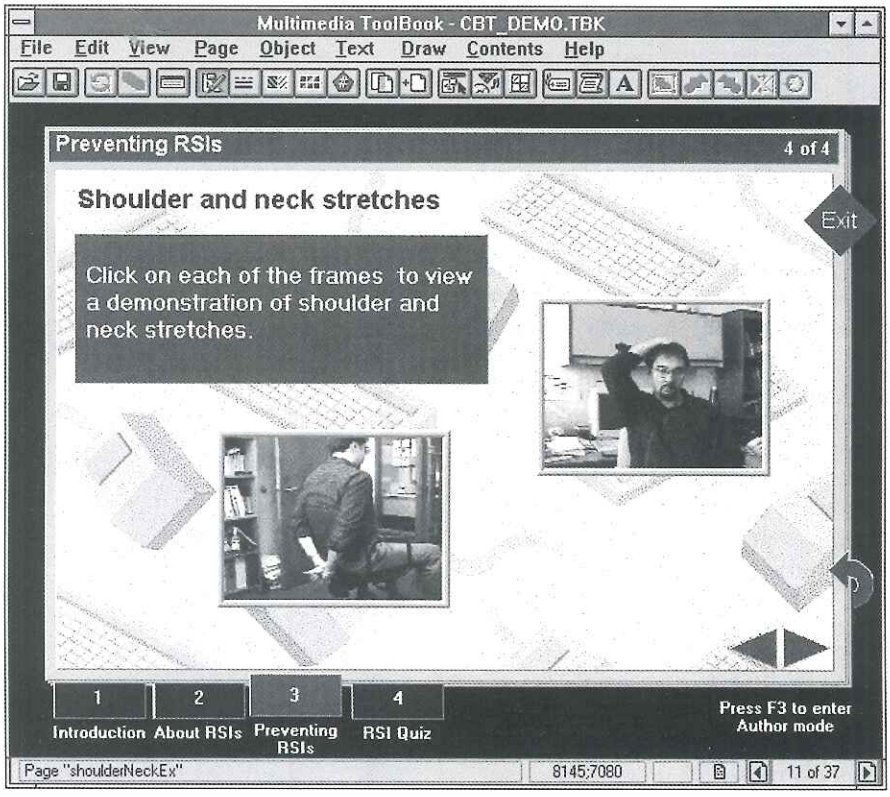


Fig. 2. Ejemplo de una pantalla de un programa de autor.

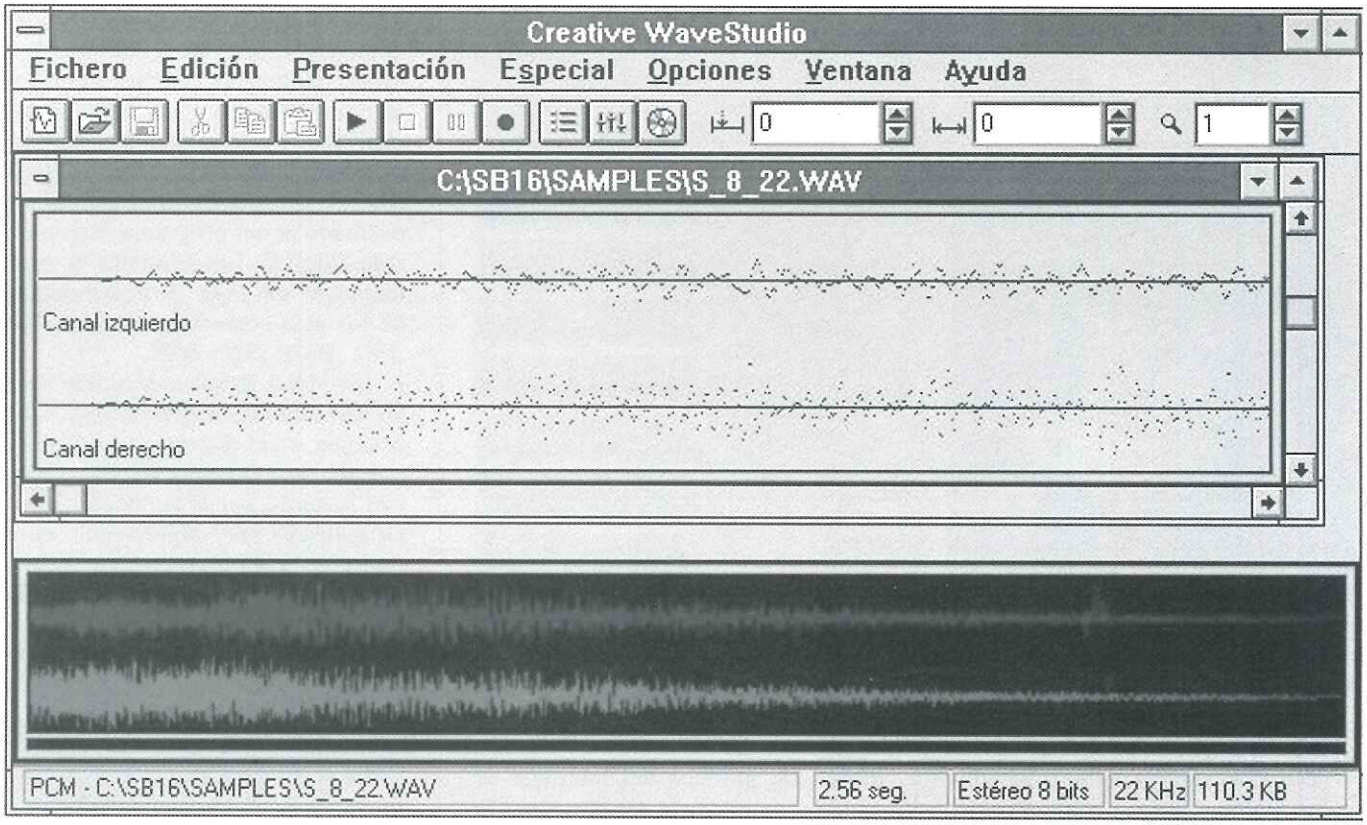


Fig. 3. Ejemplo de un programa para tratar audio.

que eliminan los problemas de calidad sin embargo aunque la calidad de imagen es notoria el inconveniente es el método de almacenamiento ya que los archivos de vídeo digital pueden llegar a ser enormes esto se resuelve mediante sistemas de compresión de vídeo digital, el MPEG (Moving Pictures Experts Group), en el se consigue una comprensión especial que permite almacenar vídeo y/o audio de buena calidad a una razón de 200 a 1 gracias a este formato es posible conseguir una reproducción a tiempo real, sin retardos y saltos en la imagen y a pantalla completa, se pueden conseguir imágenes con resolución de 1.024x768 pixeles, con 128.000 colores reales y hasta con 30 imágenes por segundo con sonido estéreo a 44,1 Hz y 16 Bits ocupando muy poco espacio. Básicamente para producir vídeo digital basta con capturar las imágenes conectando una cámara de vídeo y/o reproductor al ordenador, las imágenes así obtenidas se pueden tratar el algún programa específico para ello (**Fig. 6**) y posteriormente las incorporamos a nuestro documento.

Las aplicaciones multimedia también permiten realizar programas que realizan simulaciones de laboratorio mediante el uso del ordenador, estas son ideales para ayudar a comprender en un momento dado un concepto y pueden ayudar a superar el obstáculo del tiempo y espacio para desarrollar un experimento (**Figs. 7 y 8**).

Cuando desarrollamos una aplicación multimedia con audio, vídeo imágenes etc. tenemos luego el problema de almacenar toda la información generada, en un soporte transportable y de cómodo uso, existen algunas soluciones como discos ópticos magnéticos extraíbles, pero sólo es válida para una

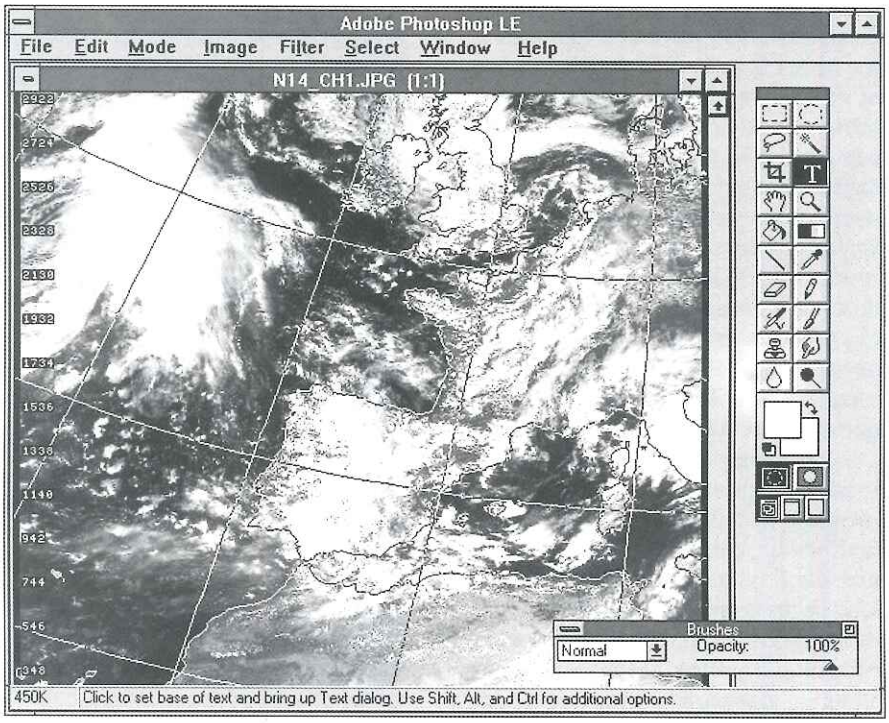
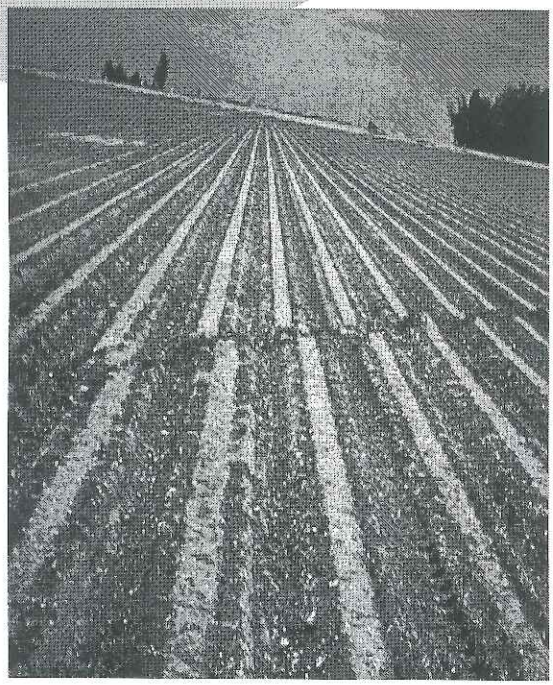


Fig. 4. Ejemplo de un programa que permite realizar tratar diversos tipos de imágenes.

GEA-CD

INNOVACION + CALIDAD

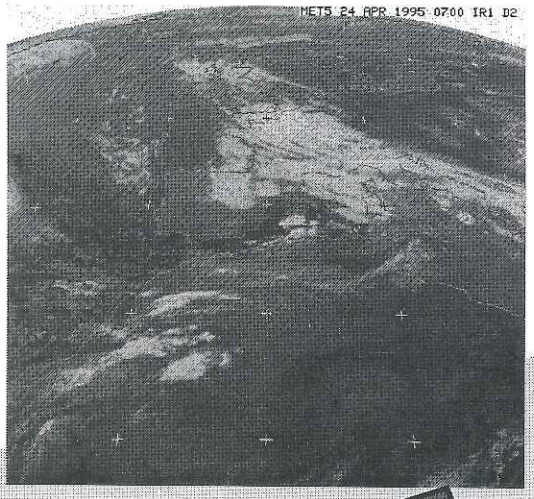
Una herramienta indispensable para competir en el mercado de las Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente



La más amplia recopilación de shareware en soporte CD-ROM

- Ingeniería Geológica
- Hidrogeología
- Medio Ambiente
- SIG - Teledetección
- y mucho más ...





Solicite información en:

Ilustre Colegio Oficial de Geólogos
Avda. Reina Victoria,8 4ºB
28003 - Madrid
Telf.: (91) 553-24-03
Fax: (91) 533-03-43

Edición Limitada
reserve su GEA-CD

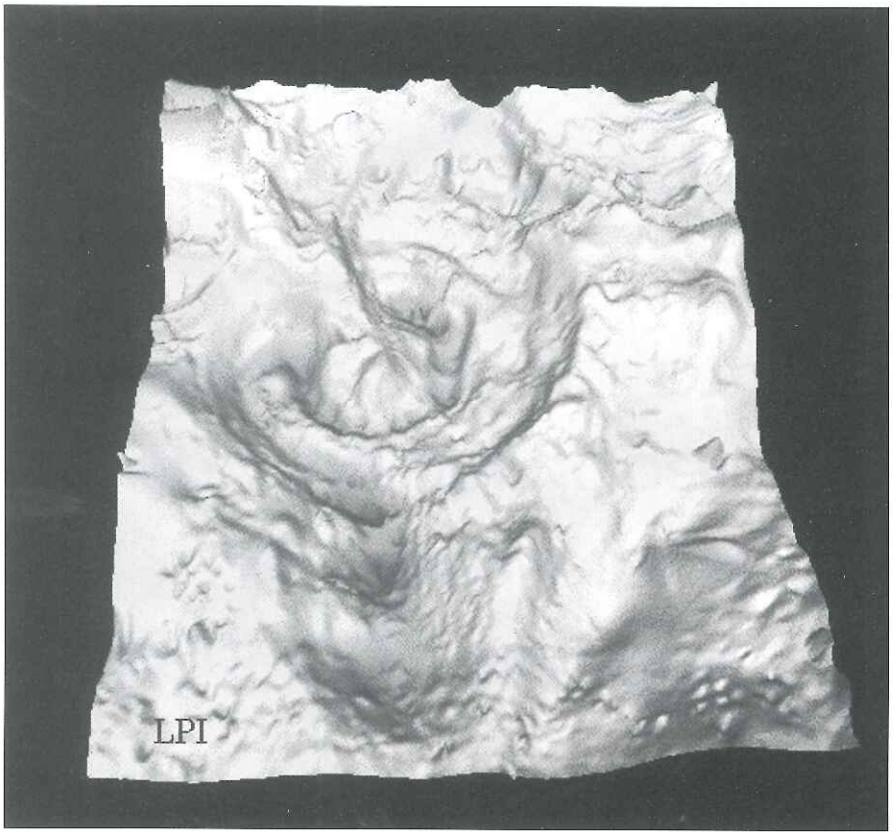


Fig. 5. Ejemplo de una imagen obtenida mediante un programa de simulación.

producción propia si lo que desarrollamos queremos difundirlo debemos introducir nuestro documento en un CD-ROM. La cantidad de información que es posible almacenar en uno de estos discos ópticos es muy elevada siendo posible introducir miles de documentos de diverso tipo, como textos, imágenes, audio y vídeo. En un disco de 12 cm de diámetro actualmente es posible almacenar hasta 680 Megabytes, lo que equivaldría a 150.000 páginas de texto ó 5.000 páginas gráficas. Los datos se codifican en una sola pista que transcurre a lo largo del disco en forma de espiral, similar a lo de los discos de vinilo, pero con la salvedad de que la lectura se efectúa de dentro hacia fuera y el lector no toca el disco en ningún momento, ya que se utiliza un haz láser para leer la información almacenada, el CD-ROM es un soporte de sólo lectura , como su nombre indica ROM (Ready Only Memory), esto significa que su contenido no puede ser alterado una vez impreso. Un CD-ROM es más resistente al ser manipulado que un disquete al llevar una capa de laca protectora sobre la base reflectante, otra

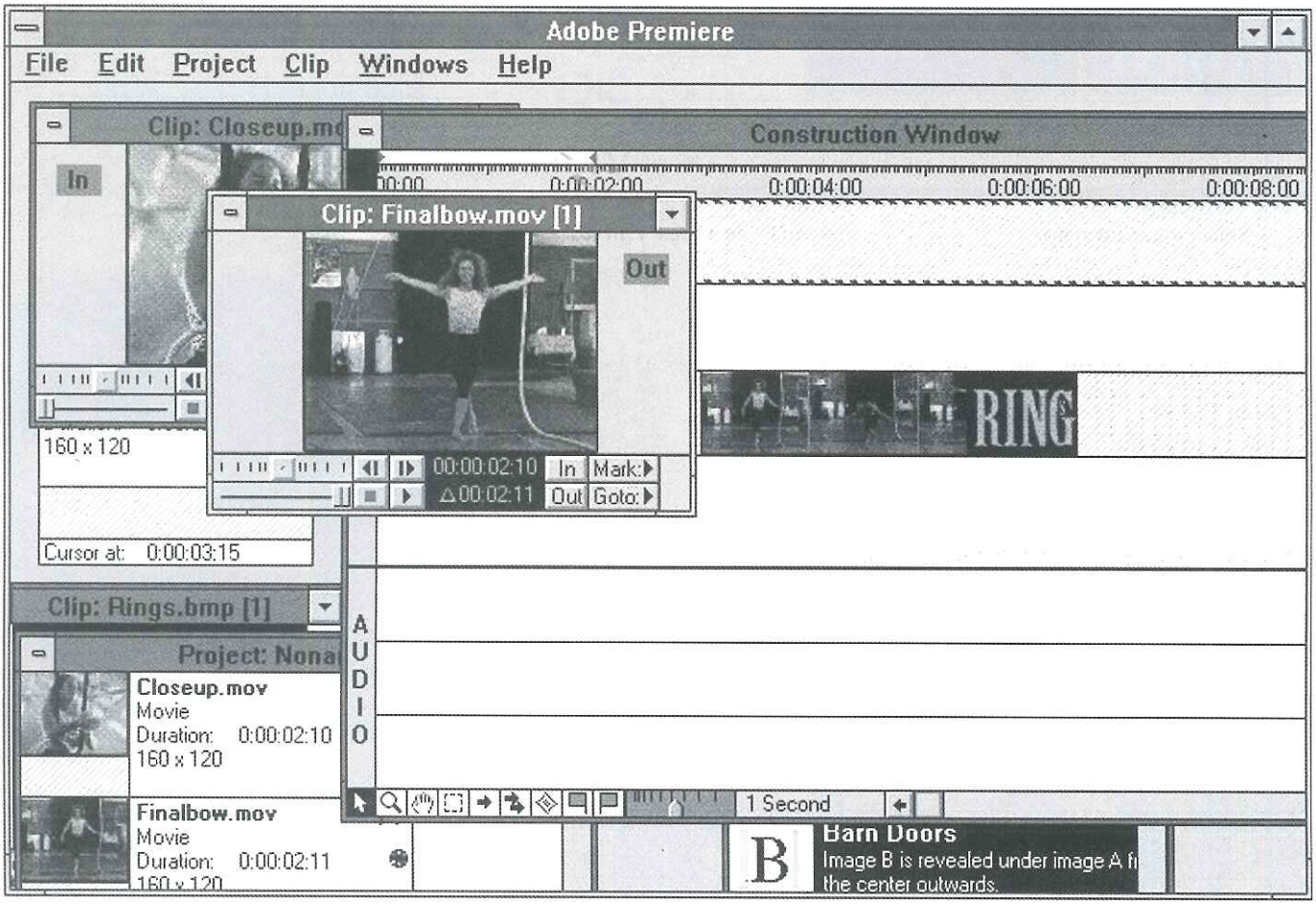


Fig. 6. Ejemplo de un programa de tratamiento de vídeo digital.

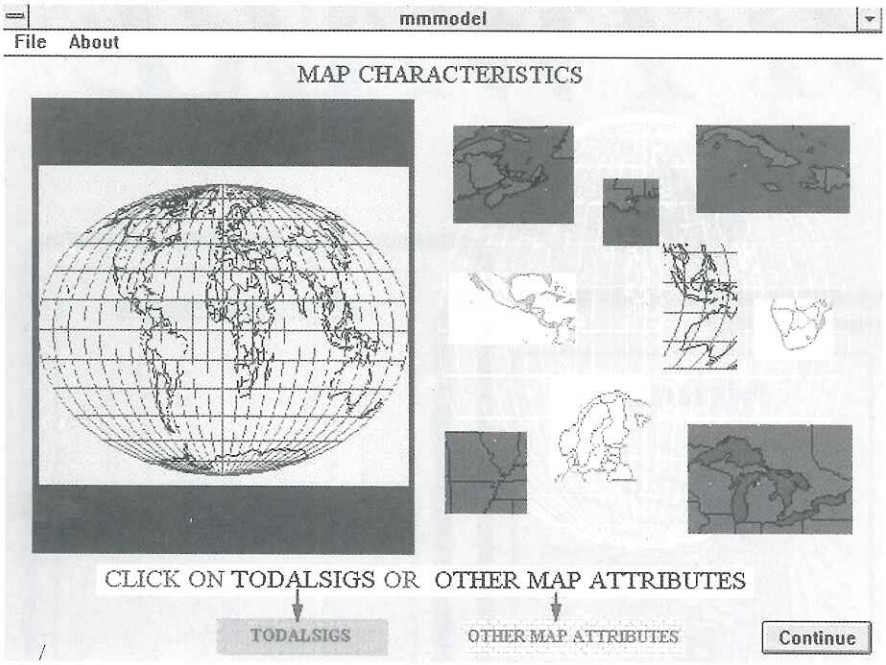


Fig. 7. Ejemplo de una aplicación realizada con un programa de autor.

ventaja importante el coste de producción es bastante asequible si realizamos una amplia tirada.

Cuando se decide incluir nuestro documento multimedia en un CD-ROM, no es necesario someterlo a ningún proceso de conversión, los pasos básicos a seguir son bastente sencillos, sólo es necesario seguir unas ciertas pautas con los archivos, que en líneas generales son:

- Optimización.
- Verificar velocidad.
- Seleccionar formato.
- Asegurar compatibilidad.
- Manejar disco virgen con cuidado.
- Verificar disco.

Posteriormente se realiza una copia industrial en dicho formato con lo que tenemos nuestro documento listo para su distribución. La idea de realizar aplicaciones multimedia aplicadas a las ciencias de la tierra no es nueva, ya existen en el mercado algunas aplicaciones, aunque se podrían realizar otras muchas, valga como ejemplo la posibilidad de crear un atlas de láminas delgadas de rocas y minerales en el

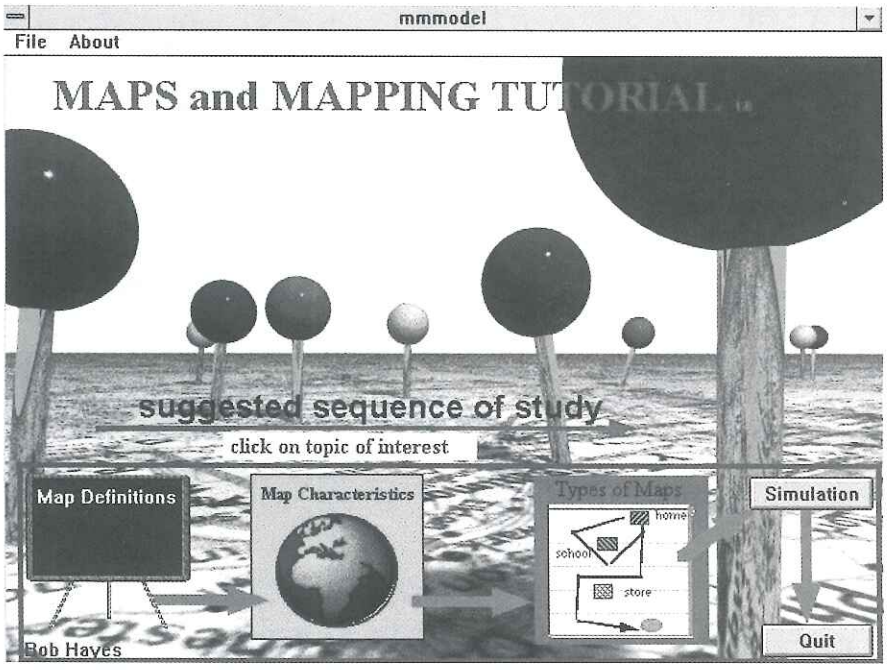


Fig. 8. Ejemplo de una aplicación realizada con un programa de autor.

que se podrían incluir cientos de imágenes, textos explicativos y comentarios hablados, también se podría crear un catálogo de fósiles con abundantes imágenes, comentarios hablados y vídeos de los yacimientos, otra interesante idea que se está realizando es introducir dentro de un CD-ROM las comunicaciones, imágenes, vídeos y presentaciones presentadas en un congreso.

Las posibilidades son múltiples, basta con tener una idea y desarrollarla. Gracias al auge de las ciencias medioambientales y ciencias afines habrá una demanda cada vez mayor de este tipo de productos.

Cuando se abarca un proyecto multimedia es posible que existan colaboraciones entre un equipo interdisciplinar que abarque las siguientes áreas de conocimiento:

- Experiencia en el tema del proyecto a desarrollar.
- Redacción escrita de los textos y de un guión.
- Diseño gráfico (tratamiento de las imágenes).
- Ilustración.
- Producción audiovisual.
- Desarrollo en programas de autor.

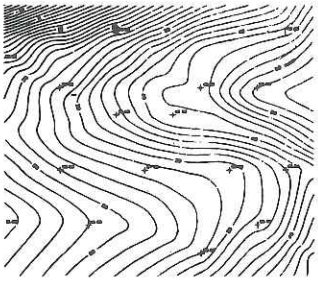
Al final de cada proyecto siempre es conveniente probar el resultado, antes de realizar una producción en serie con voluntarios ajenos al proyecto y ver si cumple con los objetivos fijados, se recogen los datos y se analizan para poder obtener una importante información de cara al éxito final del proyecto.

Para utilizar todas las posibilidades del entorno Multimedia, sin embargo, es necesario disponer de un equipo informático multimedia que cumpla una serie de requisitos mínimos para sacar las máximas posibilidades de esta tecnología, como son que disponga de una unidad lectora de CD-ROM, tarjeta de sonido, tarjeta de vídeo MPEG, un procesador rápido y una buena memoria RAM.

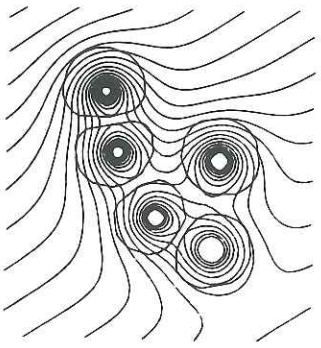
Como conclusión podemos afirmar que Multimedia es un nuevo concepto que ofrece múltiples posibilidades, sin paralelismo con los medios tradicionales de comunicación y aprendizaje las nuevas tecnologías permitirán una nueva forma más amigable de relacionarse con el ordenador. El concepto Multimedia crece día a día, se incorporan al mercado nuevas y más potentes aplicaciones tanto en software y hardware que hacen que sea cada vez más fácil y divertido acometer proyectos de este tipo. ■

EL SOFTWARE

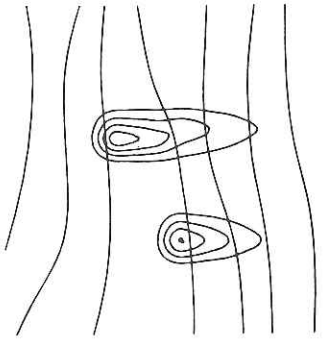
Restitución topogràfica



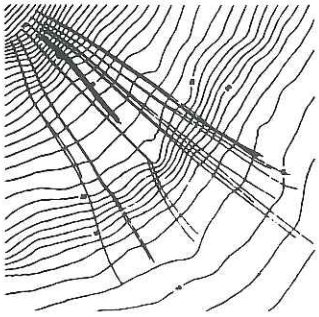
Isócronas



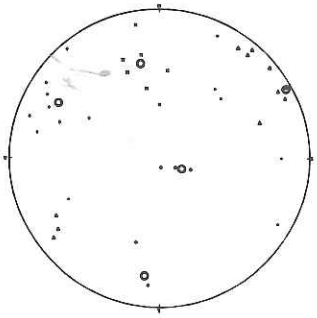
Concentraciónes



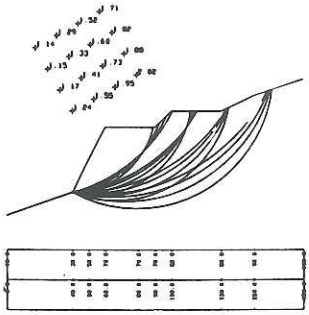
Analisis de desprendimientos



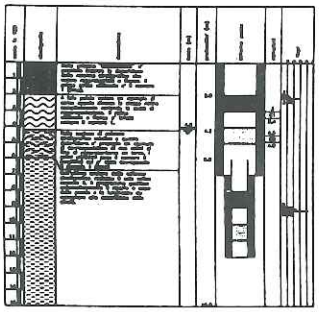
Clustering



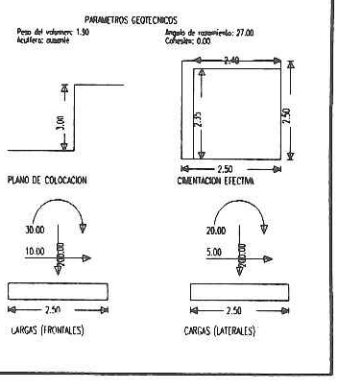
Estabilidad de taludes



Estratigrafía



Cimentaciones



geo&soft international

Distribuidor Exclusivo:

Cúbic Serveis Tecnològics

C/ Llacuna 162 Ofic. 412 Barcelona

Tel. (93) 401.96.64 - Fax (93) 401.96.65

INFORMATICA

El programa analizado en este número es un programa escandinavo aplicado a la geología estructural, STEREONET 3.0 para Windows, la copia que evaluamos ha sido una Demo para Windows, disponible en el I.C.O.G., esta realizado por Geological Software, si tenéis mas interés en conocer mas a fondo este programa, ver dirección adjunta.

The program analysed in this issue, Steronet 3.0 for Windows, is Scandinavian and applicable to structural geology. We evaluated a Demo copy, available in I.C.O.G. This program was written by Geological Software. If you have more interest in Steronet, please direct your queries to the following address:

Geological Software
Varden 94,
9018 Tromsoe
Norway

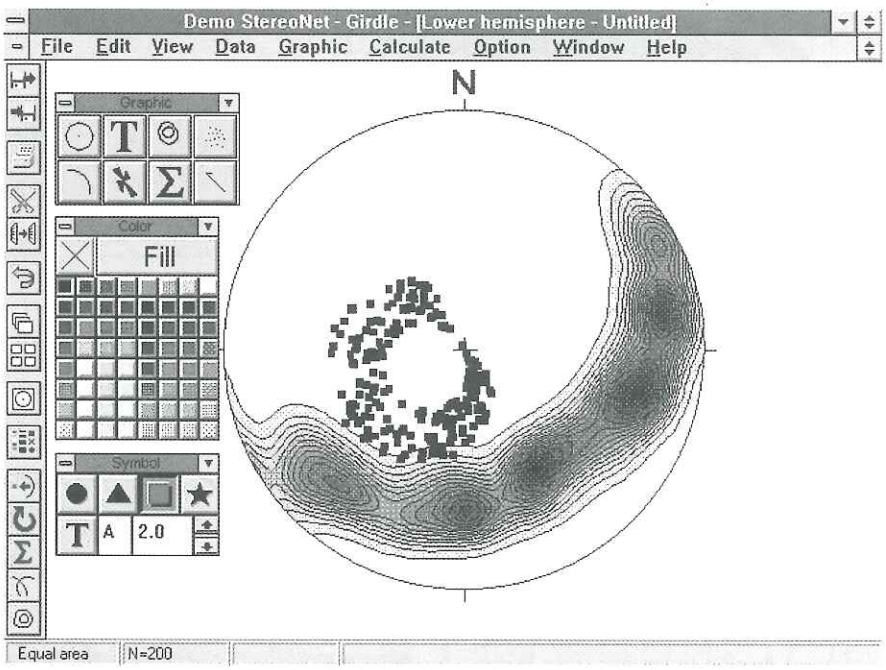


Fig. 1. Aspecto que presenta el interface gráfico del STERONET 3.0 para Windows.

SOFTWARE

STERONET

El sistema mínimo requerido para utilizar este programa debe ser un ordenador 386 SX o superior, con un mínimo 2 Mb de RAM, que tenga instalado Windows 3.1 o posterior, una impresora compatible con Windows, una buena tarjeta gráfica y ratón. Para introducir datos se utilizan ficheros .TXT, en esta demostración tenemos algunos ejemplos que podrán dar una idea de las posibilidades del programa. Se pueden realizar abundantes gráficos según el tipo de proyección que escojamos, Wulff o Schimidt, algunas de las gráficas que podemos realizar son: datos planares, diagramas de rosa, estadísticas etc., además es posible realizar varios cálculos tales como rotaciones en 3d, contornos, polos intersecciones de planos etc. Las gráficas obtenidas se pueden guardar

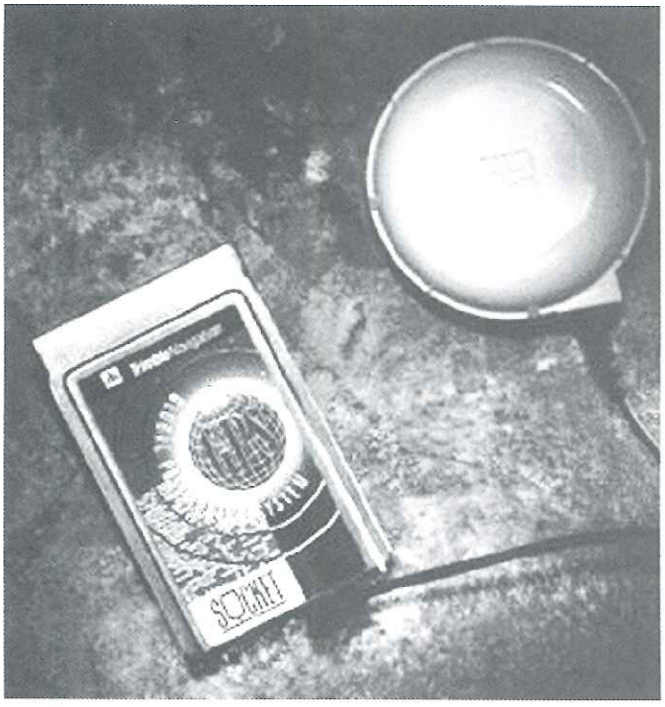


Fig. 2. Aspecto que presenta la tarjeta GPS PCMCIA y la antena que la acompaña.

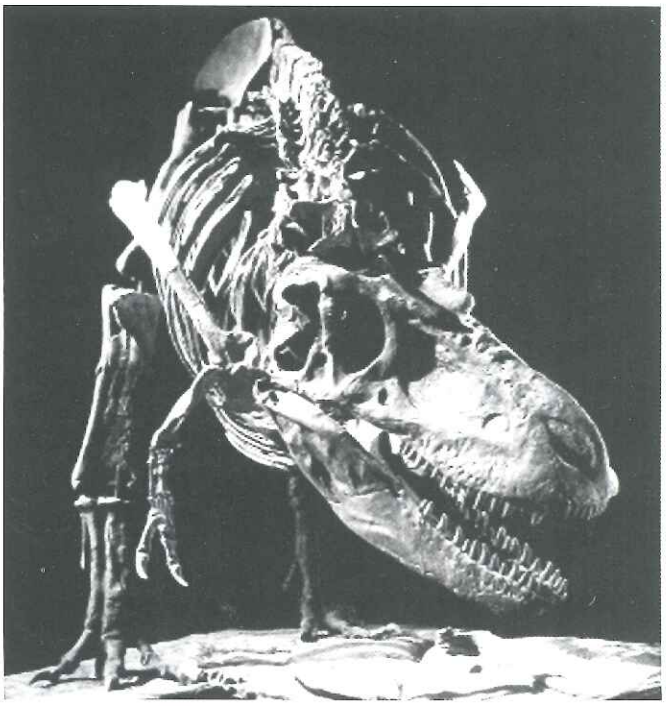


Fig. 3. Imagen obtenida en Dino Russ's.

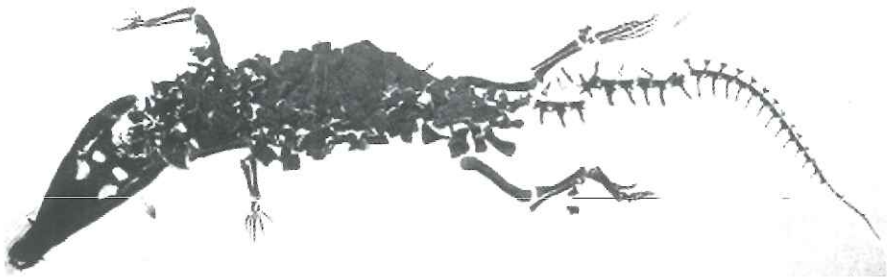


Fig. 4. Imagen obtenida en Natural History Museum's.

con el formato .WMF. En la **Fig. 1** podemos ver el aspecto de la pantalla del programa en la que se puede apreciar una barra de herramientas muy completa que nos va a permitir tratar las gráficas obtenidas.

Esta demo dispone además de un tutoría que nos introduce en el manejo de dicho programa. Dispone de una ayuda bastante completa aunque se encuentra en ingles, el precio de la copia comercial de este programa para Windows es de unos US $ 299. En definitiva esta demo es una buena idea ya que nos permite probar el programa y ver si se adapta a las necesidades de nuestro trabajo antes de adquirirlo.

HARDWARE

TARJETAS GPS PCMCIA

Aún no han pasado ni 15 años desde que IBM a principios de los ochenta lanzó su primer PC y parece que ha transcurrido toda una eternidad, lo que antes era sólo un sueño se convierte en realidad a la vista de los avances tecnológicos que surgen día tras día.

En este número describiremos un nuevo avance técnico en el campo de la informática, que puede ser muy útil a los profesiones de las ciencias de la tierra, son las tarjetas PCMCIA. Estas tarjetas son equipos miniaturizados de componentes que antes podían ocupar mucho más espacio, estas surgieron a finales de los años ochenta como resultado de las investigaciones de un grupo de 300 fabricantes, con el fin de imponer unos criterios estándares a la hora de fabricar nuevas aplicaciones orientadas a los ordenadores portátiles. La primera tarjeta fabricada tenía unas medidas de 85,6 x 54 mm, el mismo tamaño que cualquiera de nuestras tarjetas de crédito y con sólo 3,3 mm de espesor, actualmente la norma desarrollada permiten tres tipos de tarjetas en lo que lo único que varía es el espesor así surgieron tarjetas del tipo I, II y III. Existen actualmente en el mercado abundantes aplicaciones a estas tarjetas como pueden ser modens fax, memorias, discos duros, tarjetas de sonido etc.

Se ha puesto en el mercado por la empresa Socket Communications una tarjeta PCMCIA Tipo II que es un GPS (Global Positioning System). Esta tarjeta dispone de 6 canales para interceptar más de 8 satélites situados en órbita que nos verifican nuestra longitud, latitud y altitud exactas, es un sistema perfecto para determinar el punto exacto de toma de una muestra, sondeo o cualquier trabajo que necesitemos de una buena precisión.

Esta tarjeta se conecta al ordenador por una ranura adaptada a este fin y a su vez la tarjeta se encuentra conectada a una pequeña antena parabólica de aproximadamente 6 cm de diámetro, **(Fig. 2)** la cual recibe la información de 24 satélites Navstar mantenidos por el Departamento de Defensa Norteamericano. Estos satélites transmiten todo el tiempo y la tarjeta GPS capta y calcula la posición.

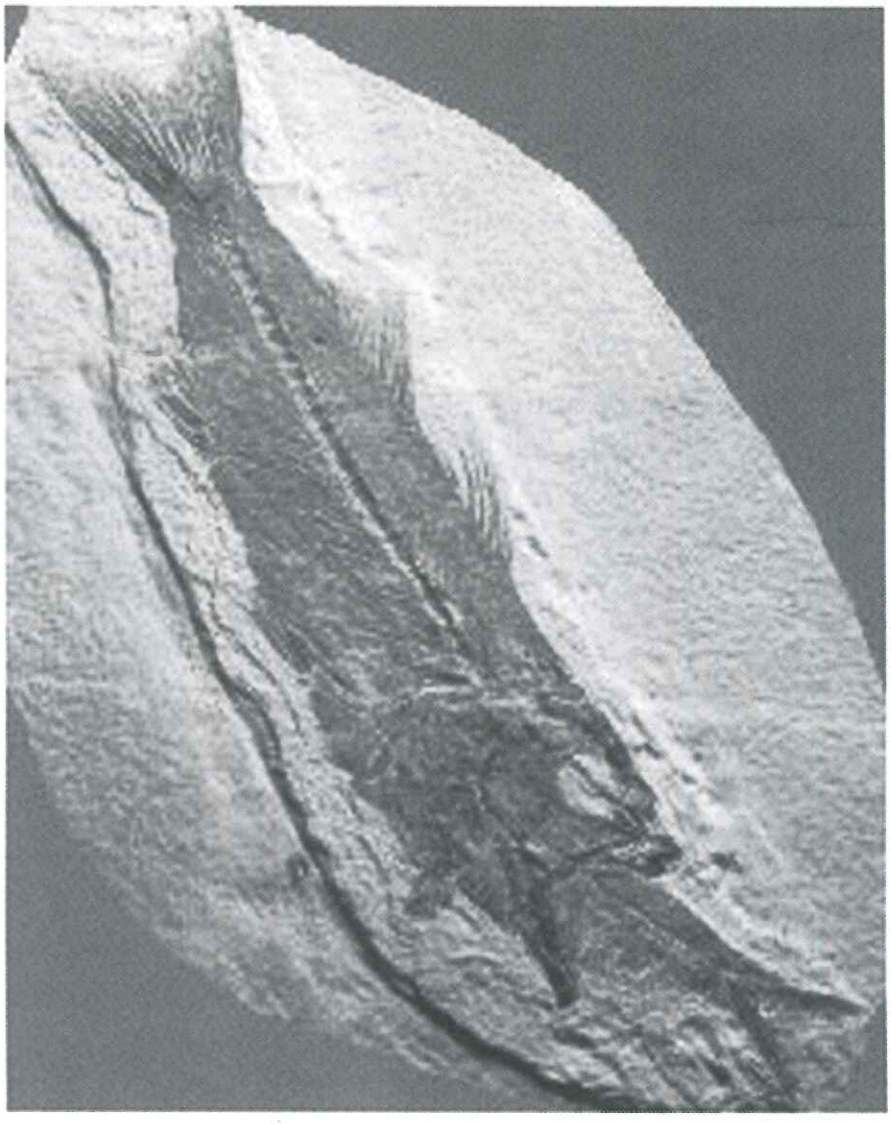


Fig. 5. Imagen obtenida en Natural History Museum's.

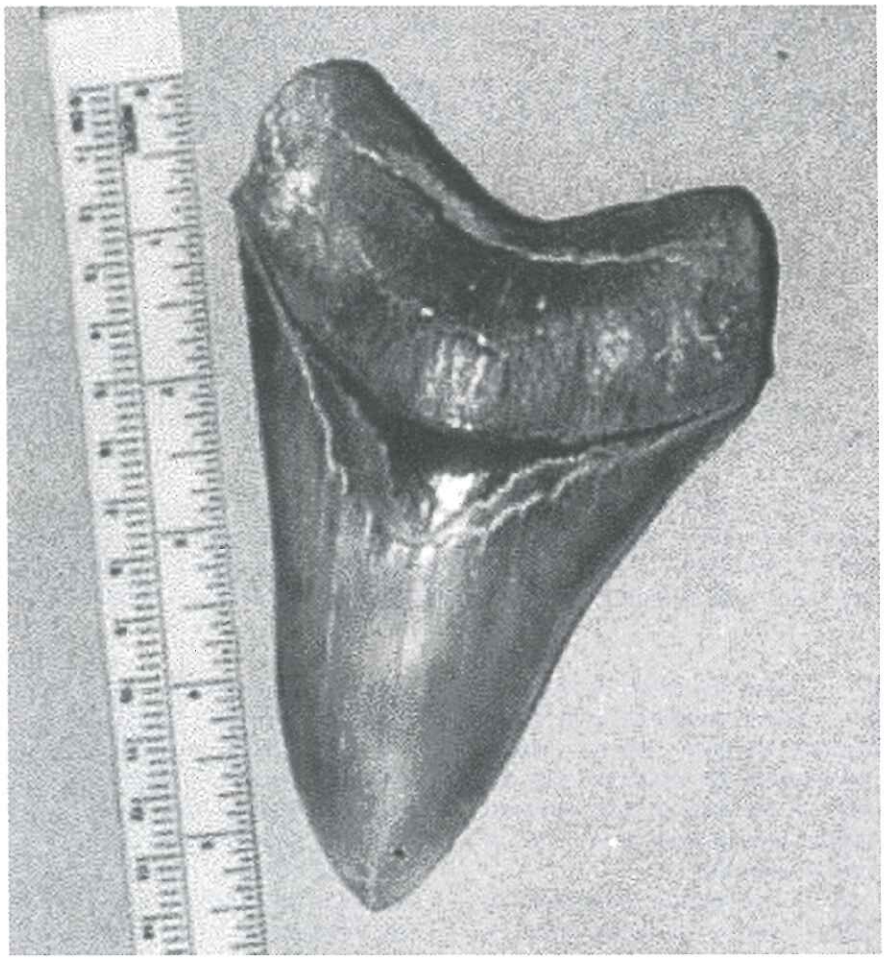


Fig. 6. Imagen obtenida en Natural History Museum's.

Terminado en 1994, GPS es el sistema mas fiable de radio navegación que existe actualmente. Al recibir los datos en nuestro ordenador podemos almacenarlos hasta la siguiente fase del trabajo o simplemente cuando llegamos al hotel insertamos otra tarjeta PCMCIA que sea Moden fax, nos conectamos a la línea telefónica y enviamos los datos a nuestra oficina o centro de investigación, todo ello sin ser un experto en comunicaciones.

Esta tarjeta es compatible con varios sistemas entre ellos: DOS, Windows 3.X, Pen Windows, GEOS, UnixWare, OS/2, SCO UNIX, Solaris, PenPoint, etc.

Las dimensiones físicas de esta tarjeta y la antena son:

PC tarjeta: tamaño (85.6mm x 54.0 mm x 5.0mm) Peso : (1.0 oz).

Antena:(38.5mm x 38.5mm x 12.8mm) Peso : (2.8 oz).

Esta tarjeta incluye el siguiente Software: PCMCIA Interface Software, Utilidad de auto Instalación y ejemplos de aplicaciones GPS para DOS y Windows.

A continuación tenéis la dirección de la empresa por si queréis obtener una información mas completa:

Socket Communications, Inc.
6500 Kaiser Drive
Fremont, CA 94555-3613
Tel: 510-744-2700
Fax: 510-744-2727
BBS: 510-744-2820
FTP: ftp.socketcom.com
CompuServe: Go Socket

INTERNET

En este nuevo número de la revista os aportaremos nuevas e interesantes direcciones de Internet, que puedan satisfacer vuestra curiosidad. Como este número está dedicado a la Paleontología, las direcciones estarán dedicadas a esta apasionante ciencia.

Si queréis obtener algunas imágenes en formato .GIF de diversos dinosaurios basta con acudir a *DINO RUSS's COLLECTION OF DINO GIF's* es un servidor WWW en que se pueden obtener imágenes como la de la **Fig. 3.**

http://jacobson.isgs.uiuc.edu/GIFs_path.html

Otra dirección es el museo *Natural History Museum's World-Wide-Web Server,* en el podéis obtener catálogos bibliográficos, además de encontrar algunas buenas imágenes, podemos también obtener información de diversos actos científicos que se desarrollan en dicho museo. **(Figs. 4 y 5).**

http://www.nhm.ac.uk/

En esta dirección de la universidad de Berkeley podéis encontrar diversos catálogos bibliográficos y algunas imágenes de Foraminiferos, Invertebrados, microfosiles, plantas fósiles y vertebrados.

gopher://ucmp1.Berkeley.EDU:70/11/mustypes

Otra interesante dirección es *The Fossil Company* se pueden encontrar catálogos de fósiles, minerales y cristales.

http://www.gold.net/users/dt89/

PaleoBios es el servidor del Museo de Paleontología de la Universidad de California, podemos encontrar aquí bastantes artículos dedicados a la paleontología.

http://ucmp1.berkeley.edu/museum/PBSI.html

Si os gusta los tiburones fósiles aquí tenéis un servidor WWW en que podéis ver el T*he Electronic Prehistoric Shark Museum.***(Fig. 6)** Podemos encontrar abundante información y imágenes de estos sorprendentes peces.

http://turnpike.net/emporium/C/celestial/epsm.htm

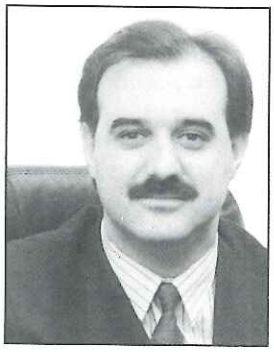
UCMP Web Time Machine, es una aplicación desarrollada por la universidad de Berkeley en la que podemos obtener información sobre las eras geológicas, con abundantes gráficos e imágenes, vale la pena visitarlo.

http://ucmp1.berkeley.edu/timeform.html

Por fin tenemos el museo interactivo *The Field Museum of Natural History,* es una institución educativa que dispone de diversas colecciones que están dirigidas a un público muy diverso y de todas las edades. Tiene cuatro apartados en los que se pueden ver exhibiciones interactivas con sonidos, películas juegos etc. Tiene además un área de educación, otra de ciencia y información de dominio publico, su dirección WWW es:

http://www.bvis.uic.edu/museum/ ■

LA COMPETENCIA PROFESIONAL EN LAS AGUAS SUBTERRANEAS



Luis E. Suárez Ordóñez

Licenciado en Ciencias Geológicas por la Universidad de Oviedo en 1978. Geólogo por el ICOG. Diplomado en Ingeniería Geológica por la U.C.M. en 1984. Licenciado en Derecho por la UNED en 1986. Master en Ingeniería Geológica por la UCM en 1993. Presidente del Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España. Director Docente del Título Propio de la Universidad Complutense de Madrid: Legislación, Normativa y Gestión Geológica. Ha desarrollado su trabajo profesional en el área de ingeniería geológica, áridos y medio ambiente. Actualmente desempeña el cargo de Jefe de Geotecnia de la Dirección Técnica de Infraestructura de RENFE.

El presente trabajo estudia desde una perspectiva histórica la competencia de los Ingenieros de Minas, Caminos y Geólogos en materia de aguas subterráneas durante el presente siglo. Así mismo, hace especial hincapié en el giro apreciable de la competencia profesional a la luz de la Constitución Española y la actual Ley de Aguas de 1985.

The present Work studies from a historical perspective the responsibilites of Mine, Road and Geological Engineers in the area of subterranean waters in this century. Furthermore, it emphasizes a marked change in the professional responsibilities due to the Spanish Constitution and the current Water Law of 1985.

La lucha competencial entre los Cuerpos de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y del de los Ingenieros de Minas provocó durante este siglo una dualidad orgánica hasta la Ley de Aguas de 1985 que se puede resumir así:

a) *Competencia del Ministerio de Obras Públicas (Dirección General de Obras Hidráulicas y Comisarías de Aguas):* Alumbramiento de aguas subálveas y a menos de 100 metros de cauces públicos.

b) *Competencia del Ministerio de Industria (Dirección General de Minas, y su direcciones provinciales e IGME:* Alumbramientos en los demás casos (salvo pozos ordinarios y los que para riegos lleve a cabo el Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario (IRYDA)), que si se trataba de uso público para abastecimiento de poblaciones o servicios generales, se reducía, en cuanto al aprovechamiento se refiere, a las instalaciones y servicios de alumbramiento y captación, pues las conducciones de aguas ya alumbradas y su depuración y almacenamiento en la superficie para abastecimiento de poblaciones o para riego, proyecto y realización de obras, etc., era de la competencia del Ministerio de Obras Públicas.

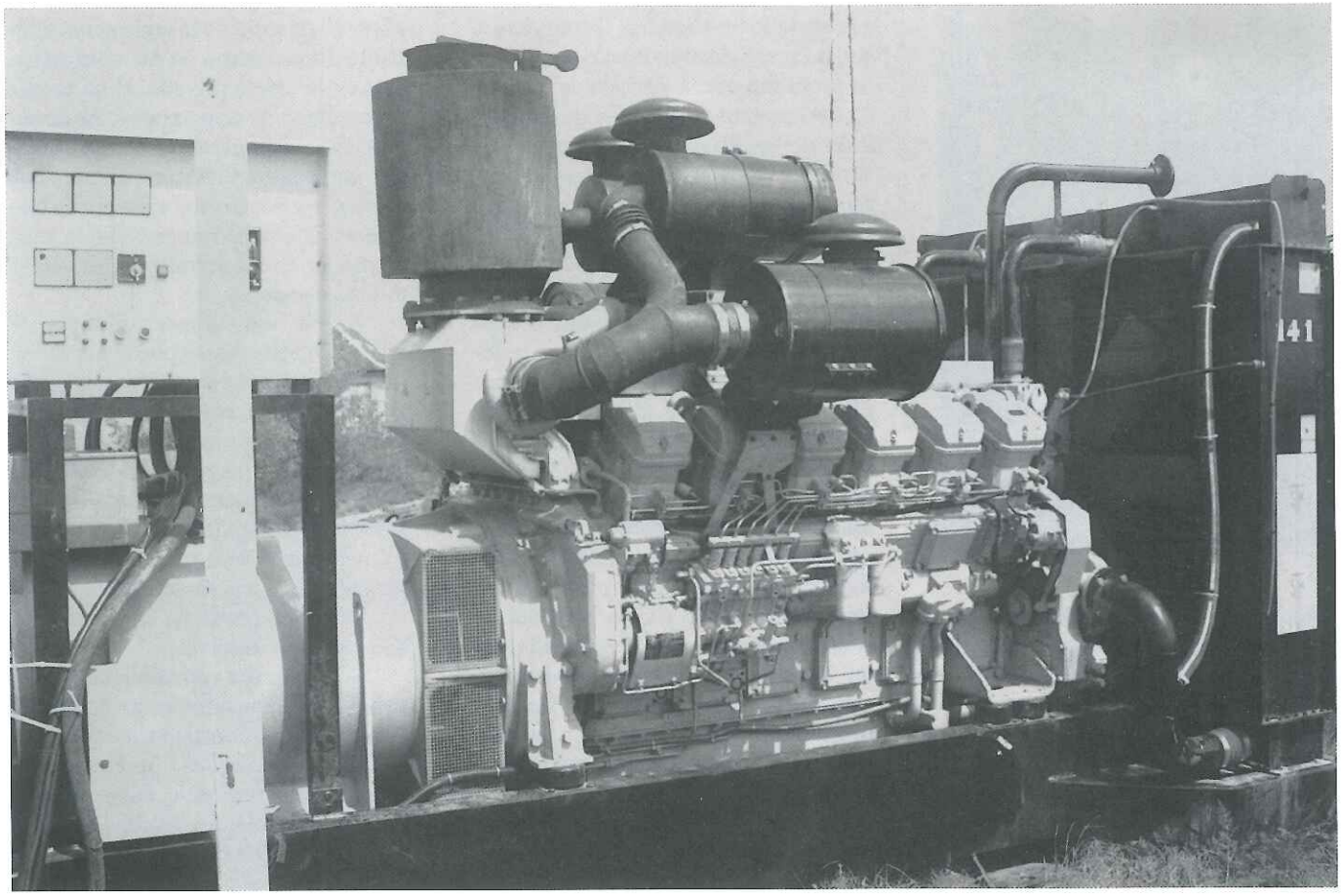
Al socaire de esta pugna competencial en materia de aguas subterráneas de los Ministerios de Industria y de Obras Públicas, los Cuerpos y Colegios Profesionales de Minas y de Caminos, Canales y Puertos, mantuvieron durante este siglo «conflictos competenciales», a los que se incorporaron en la decada de los setenta otros profesionales, principalmente geólogos.

A fin de analizar la atribución de competencias de estos diferentes profesionales en materia de aguas subterráneas es importante diferenciar el desarrollo histórico de las actuaciones de los Ingenieros, con la especialidad de sus Cuerpos de funcionarios y sus competencias regladas en sus Reglamentos Orgánicos y las de los geólogos, que sin Cuerpo Orgánico en la Administración, han accedido en un continuo «goteo» como funcionarios y como ejercientes privados de la profesión de hidrogeólogo.

Estudiemos primero la actuación de los Ingenieros (Caminos y Minas) con sus especifidades en la Administración Pública y en el ejercicio privado de la profesión desde un punto de vista histórico hasta la publicación de la Ley de Aguas de 1985. Han de distinguirse, para poder enfocar la cuestión planteada, los dos ámbitos de actuación profesional en que se desenvuelven las actividades de los Ingenieros de Caminos y Minas y, por tanto, en los que se puede dividir la cuestión formulada.

a) La competencia de los Ingenieros, como funcionarios del Estado, encargados por éste en su Reglamento Orgánico de velar por el estudio, proyecto de ejecución, mantenimiento y buen uso y aprovechamiento de las aguas subterráneas.

b) De los Ingenieros, como Técnicos Superiores titulados, con aptitudes legales y técnicas conferidas por su título para realizar toda clase de estu-



dios, proyectos y ejecución de alumbramientos y utilización de aguas subterráneas para particulares cuya realización se les ha autorizado como profesionales libres.

Sobre la primera parte de la cuestión se ha pronunciado la legislación desde la creación de los respectivos Cuerpos, a través de las diversas disposiciones que rigen las aguas subterráneas. El Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos fue creado por Real Orden de 12 de julio de 1779, y fundada la Escuela Especial del Cuerpo por Real Orden de 26 de julio de 1803, exclusivamente para la formación de Ingenieros del Estado encargados del estudio, proyecto, construcción y conservación de las obras públicas, y así ha venido funcionado durante más de siglo y medio, hasta tal punto que los años de estudio en la Escuela han sido computados como de servicio activo del Estado. De forma análoga, el Cuerpo de Ingenieros de Minas se creó posteriormente, instituyéndose la Escuela Especial del Cuerpo, exclusivamente para la formación de Ingenieros del Estado encargados del estudio, proyecto, construcción y conservación de la industria minera con un funcionamiento y estatuto similar al Cuerpo de Caminos. El profesorado de sus Escuelas Técnicas durante todo este período fue nombrado exclusivamente entre miembros del escalafón oficial, y el Ministerio de Obras Públicas o de Industria y Energía respectivamente, o sus antecesores los de Fomento, señalaron los planes de estudio. Y las enseñanzas se adecuaron en todo momento a las necesidades de la Administración.

La Ley de Reformas de las Enseñanzas Técnicas de 1957 desvinculó estos Cuerpos y las Escuelas Técnicas Superiores de Ingenieros de Caminos y de Minas de la formación de funcionarios con destino al servicio del Estado, convirtiendo el título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de Ingeniero de Minas, en dos ramas más de las enseñanzas técnicas. En el futuro, para entrar al servicio del Estado, será necesario un concurso u oposición, por haber pasado la Escuela Técnica respectiva a depender del Ministerio de Educación y Ciencia.

Si bien en el Reglamento Orgánico del Cuerpo de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, el primero de ellos de 1863 y el actual de 23 de noviembre de 1956, y en el Reglamento Orgánico del Cuerpo de Ingenieros de Minas de 1905 cuyas competencias han sido delimitadas por el Decreto de 10 de marzo de 1934, se enumeraron en sus artículos primeros todas las funciones que competen a estos Ingenieros al servicio de la Administración del Estado, no ocurre así en la esfera privada, ya que, en virtud de la vigente legislación, relativa a la ordenación de las Enseñanzas Técnicas, el título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de Minas ha dejado de tener carácter exclusivamente oficial de funcionario al servicio de la Administración, para convertirse en una profesión liberal, con las especialidades determinadas en el Decreto de 6 de junio de 1958.

Con este antecedente, es natural que todas las discrepancias legales, entre éstos Cuerpos técnicos superiores sobre esferas de actuación y competencia, hayan surgido siempre dentro del campo de la competencia legal más que de la técnica, siguiendo siempre las directrices que el Ministerio de Fomento asignaba a los funcionarios que formaban parte de dichos Cuerpos. No habría, por lo tanto, lugar a que se dictase una legislación especial para los funcionarios en situación de excedencia que realizasen trabajos para particulares, y sobre cuáles fuesen sus atri-



buciones en el campo de la técnica privada. Confirma cuanto queda expuesto el no existir más legislación sobre competencia de estos Cuerpos que los Reglamentos Orgánicos ya señalados anteriormente.

Por otro lado, en la fecha de promulgarse la Ley de Ordenación de Enseñanzas Técnicas, estaba instituido el Titulo de Licenciado en Ciencias Naturales, que con el tiempo se desgajó en Licenciado en Ciencias Biológicas y en Ciencias Geológicas. Aunque en un principio, los Planes de Estudio de Ciencias Geológicas estaban orientados principalmente a las enseñanzas secundarias, en las sucesivas evoluciones de los mismos se desgajaron especialidades como la Hidrogeología que formaron profesionales en la investigación y alumbramiento de las aguas subterráneas: los hidrogeólogos. Los Licenciados en Ciencias Geológicas adquiere competencias profesionales como geólogos al publicarse la Ley 73/1978, de veintitrés de diciembre por la que se creó el Colegio Oficial de Geólogos.

Así en el artículo 25 de Estatutos del Colegio Oficial de Geólogos aprobados por Real Decreto 1709/1981, de 19 de junio en colusión con el articulo 25 de su Reglamento dice que:

«La profesión de Geólogo se puede ejercer de forma libre, individual o asociada; en relación laboral con empresas y organismos privados y públicos; al servicio de la Administración del Estado, de Entes Autonómicos o Locales o en cualquier otra forma reconocida. La profesión de Geólogo incluye todas las actividades para las cuales faculta la posesión del título de Licenciado en Ciencias Geológicas y todas las subsidiarias o en relación con la profesión que se deriven de ella.»

Al promulgarse la Ley de Ordenación de las Enseñanzas Técnicas, en unión de las demás legislaciones que han modificado esencialmente la organización de los estudios de Cuerpos referidos, éstos, aun quedando incluidos en la Administración Central del Estado, han pasado, en cuanto a validez académica de sus estudios, a depender del Ministerio de Educación y Ciencia, quien en la actualidad expide unos títulos de estudios superiores, cuya colación no concede, como antiguamente, el título de funcionario, sino únicamente la autorización para ejercer una profesión. Por ello, el título académico que hora confiere el citado Ministerio de Educación y Ciencia tienen un contenido técnico para el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Caminos o de Minas, a diferencia del antiguo título de funcionario técnico, concedido por una Escuela Ministerial y para unas obras exclusivamente del Estado.

Sobre el segundo aspecto privado del ejercicio de la profesión dado que estos Ingenieros, hasta dicha Ley de 1957, obtenían sus títulos de estudio a través de la Escuela Especial del Cuerpo de Funcionarios Públicos, con destino exclusivo a cubrir puestos en la Administración del Estado, no ha existido para ellos legislación específica sobre su competencia y funciones en la esfera privada, por no existir esta posibilidad más que como caso de excepción.

Al pasar a depender las enseñanzas de Ingeniería del Ministerio de Educación y Ciencia como ya lo estaban los Licenciados en Ciencias y promulgarse las disposiciones vigentes sobre enseñanzas, podía hacerse preciso deslindar las competencias de los diferentes profesionales de las aguas subterráneas: Ingenieros y Geólogos en el ejercicio privado de sus profesiones. Por parte de los Ingenieros se echaba en falta una disposición que, con marcado carácter discriminatorio, separara y atribuyera las competencias que corresponden a cada titulado en las materias que, aun sin ser comunes, pueden ser abarcadas por diversas técnicas.

Sin embargo, la Administración Pública, consciente de las dificultades corporativas de la regulación de las competencias en la esfera privada, no reguló las mismas dejando la competencia profesional en la aptitud académica de cada Título. Por tanto, desde el punto de vista de la legislación aplicable en el campo de las competencias en la esfera privada, al no existir un precepto de tipo taxativo ha de recurrirse a disposiciones de tipo general, que admiten interpretaciones que pueden ser contradictorias, por lo que este estudio debe tomarse con la suficiente amplitud de criterio que estas premisas indican.

Es de notar que en materia de aguas subterráneas no puede invocarse una competencia exclusiva para ningún profesional, por no existir disposición alguna que así lo indique, sino que únicamente se puede mantener que el título de Ingeniero de Caminos, de Minas o Geólogo faculta, técnica y legalmente, para redacción de tal tipo de proyectos, sin que en determinados casos o aspectos pueda ser invocada también por otros titulados.

Su estudio ha de enfocarse bajo la legislación que transforma los estudios, la Ley de Enseñanzas Técnicas de 20 de julio de 1957, que reguló la concesión de títulos superiores en las Escuelas Especiales y la legislación vigente sobre Planes de Estudio de las diferentes Facultades y Escuelas Técnicas y confirió grados académicos para el ejercicio de las distintas ramas de conocimiento en materia de hidrogeología, y autorizó, conforme a sus disposiciones, el ejercicio legal de tales técnicas a quienes obtuvieran los títulos correspondientes.

De ello se infiere que quienes posean el título cuyos estudios abarquen la especialidad de hidrogeología pueden redactar proyectos de investigación y alumbramiento de aguas subterráneas. Se impone, por lo tanto, en primer lugar, para poder estudiar la competencia de un determinado título para la redacción de un proyecto de investigación y alumbramiento de aguas subterráneas, determinar los elementos o partes de que consta, para poder decir con acierto si el poseedor tiene aptitud académica para redactar el mismo.

Al tratarse generalmente, dado lo complejo de la técnica moderna, de proyectos de ingenios que se componen de diversas partes, es indudable que en muchos casos pueden intervenir varias técnicas y, por lo tanto, creerse competentes diversos titulados.

No puede determinarse la «competencia técnica» del profesional que ha de realizar el estudio del aprovechamiento, tomando como única base la competencia del órgano administra-



tivo que, dentro del esquema de la división de funciones de la Administración Pública, tenga que conceder la autorización o permiso de uso.

La «competencia técnica» debe venir fundamentada en los estudios cursados por el profesional titulado, y sólo éstos deben determinar si el mismo tiene «conocimientos suficientes», acreditados mediante los estudios realizados, para poder redactar el trabajo o proyecto de aprovechamiento y utilización de las aguas subterráneas.

La complejidad de las técnicas modernas hace que en casi ningún supuesto pueda hoy presentarse el caso de un técnico enciclopédico con un solo título o grado académico, que pueda tener conocimientos para seguir todo un proceso de investigación y alumbramiento de las aguas subterráneas.

Como se ve, se hace una distinción entre la competencia administrativa y la competencia técnica para la investigación y el aprovechamiento de las aguas subterráneas. La «competencia administrativa» se distribuye por el Gobierno, mientras que la «competencia técnica» se obtiene, como hemos dicho, por los estudios cursados y los títulos obtenidos.

Este criterio ha sido el que mantiene la legislación vigente, cuya interpretación por los Tribunales confirma cuanto queda expuesto, a través de la doctrina sentada por el Tribunal Supremo en varias sentencias que más adelante se comentan.

Al examinar la legislación vigente, promulgada por la Ley de 20 de julio de 1957, vemos que en su preámbulo, en la exposición de motivos, dice así:

«No enumera esta Ley las especialidades en que ha de subdividirse cada una de las ramas de la técnica, por considerar que ésta es materia sujeta a variación y que debe, por ello, reglamentarse en disposiciones com-

ESHYG SL

C/ Costa, n.º 14, 4.º B - 50.001 ZARAGOZA
Tel.: 976 - 23 84 21 - Fax: 976 - 21 11 89

* HIDROGEOLOGIA
* INGENIERIA GEOLOGICA
* MEDIO AMBIENTE

plementarias; pero insiste reiteradamente en la necesidad de sustituir el concepto tradicional del Técnico enciclopédico por otro de campo más específico, mediante la implantación de una mayor especialización en cada grado de la enseñanza, conclusión que viene impuesta por el excepcional desarrollo que ha alcanzado la moderna tecnología en cada una de sus especialidades.»

Y para determinar la rama de la técnica en que se ha obtenido dicha plenitud de titulación no queda más solución que acudir a las disposiciones que desarrollan los estudios que se cursan en cada Escuela o Facultad, bajo la denominación de «especialidades», y que, según las disposiciones vigentes, se pueden alcanzar en cada ente universitario y determinan el campo profesional, ya que, según el artículo citado, se ejercerá la profesión:

«... de acuerdo con los derechos, las atribuciones y prerrogativas que las disposiciones legales establezcan en cada caso, sin que la especialidad cursada prejuzgue respecto a la capacidad legal para el ejercicio profesional en las restantes especialidades de la Escuela correspondiente...»

Y concretando dicha Disposición, el Decreto de 6 de junio de 1958 estableció en su exposición de motivos, al tratar de las especialidades, lo siguiente:

«... Que con objeto de que se puedan precisar los planes de estudio de las diversas carreras de acuerdo con esta nueva orientación, se hace necesario determinar las especialidades de cada una de ellas, para que el Ministerio de Educación proceda al establecimiento progresivo de las mismas, a medida que los medios disponibles lo permitan.»



Queda muy claro que no puede determinarse la «competencia técnica» del profesional que ha realizado un alumbramiento y utilización de aguas subterráneas tomando como única base la competencia del órgano administrativo. Sin embargo, debido a la división irracional entre aguas subálveas, cuya competencia administrativa era del Ministerio de Obras Públicas y el resto de las aguas subterráneas cuya competencia era del Ministerio de Industria, se producía, en ocasiones, una interpretación interesada de la competencia técnica de acuerdo con la competencia administrativa. En concreto, desde las Confederaciones Hidrográficas se intentaba y en ocasiones, se conseguía ligar la competencia administrativa en las aguas subálveas de estos organismos con la competencia técnica de los Ingenieros de Caminos. Análogamente en las Jefaturas de Minas se aducía su competencia administrativa para colegir la competencia técnica de los Ingenieros de Minas. Todo ello interpretando corporativamente la legislación vigente, dado que «la competencia técnica» debe venir fundamentada en los estudios cursados por el profesional titulado.

Con la publicación de la Ley de Aguas de 1985, en virtud del principio de Unidad de Gestión, toda la competencia administrativa de las aguas subterráneas pasa a depender del organismo de cuenca, las Confederaciones Hidrográficas, quedando el Ministerio de Industria sin competencias en materia de aguas subterráneas. Consecuencia de ello, rota la dicotomía orgánica de la gestión del agua, se quiebra la asimilación de la competencia técnica en función de la competencia administrativa. Con ello se posibilita una interpretación racional de la competencia técnica de los geólogos, los Ingenieros de Minas, los Ingenieros de Caminos en función de sus Planes de Estudios y, en concreto, de las especialidades profesionales en el campo de la hidrogeología. Porque ¿Tendría competencia técnica un geólogo-paleontólogo, un Ingeniero de Caminos, especialidad de Transportes o un Ingeniero de Minas, especialidad Metalurgia en materia de aguas subterráneas? Parece que de la interpretación adecuada de la competencia técnica ninguno sería un técnico competente. En síntesis, a pesar de las trabas corporativas sería necesario que

La «competencia administrativa» se distribuye por el Gobierno, mientras que la «competencia técnica» se obtiene, como hemos dicho, por los estudios cursados y los títulos obtenidos.

la Administración Pública, en la competencia técnica de los profesionales libres siguiera el camino de la iniciativa privada: que la competencia fuera para el competente, dejando de lado intereses corporativos defendidos por quienes como funcionarios deben procurar el bien común de la sociedad.

Por tanto, en los diferentes proyectos y procedimientos jurídicos de investigación y aprovechamiento de aguas subterráneas, explotación de aguas subterráneas, aplicación y reservas de recursos, limitaciones al uso de las aguas subterráneas, concesiones a precario, declaración de recursos subterráneos sobreexplotados, determinación de perímetros de protección de acuíferos, perímetros de protección para ejercer ciertas actividades, aguas captadas con motivo de aprovechamientos mineros, concesiones de aguas subterráneas tienen competencia técnica los Ingenieros de Minas, de Caminos y Geólogos en función de su saber técnico, y ello sin desdeñar otras profesiones. No en vano una de las más señeras autoridades en aguas subterráneas en España es Ingeniero Industrial.

No obstante, por vía de ejemplo, para la construcción de una captación, depuración y abastecimiento de aguas subterráneas es indudable la competencia por parte de los Ingenieros de Caminos por existir cálculo de estructuras, canales y mecánica del agua. Al formar parte de la estación depuradora mecanismos e ingenios que precisan de fabricación metalúrgica, podrían atribuirse competencias los Ingenieros Industriales en cuanto a compuertas y motores. Por contemplar fases de depuración biológica de aguas podrían intervenir médicos, farmacéuticos, químicos, biólogos, ... En la investigación y captación de las aguas, hidrogeólogos (Geólogos, Ingenieros de Minas,

No puede determinarse la «competencia técnica» del profesional que ha realizado un alumbramiento y utilización de aguas subterráneas tomando como única base la competencia del órgano administrativo.

Ingenieros de Caminos, ..., competentes). Pero la investigación y captación de aguas subterráneas contiene una serie de aparatos e instalaciones que, al ser puestos en el mercado en proceso de total terminación, han cerrado su ciclo de cálculo, proyecto y construcción y, por lo tanto, están técnicamente terminados sin necesidad de que para su colocación se requiera nuevamente la intervención del fabricante o de un técnico de sus especialidad, como ocurre con los mecanismos de captación, por lo que ha de concluirse que para un proyecto de este tipo únicamente serán competentes los hidrogeólogos, salvo que los aparatos de captación se construyan bajo especificaciones fuera del mercado, que requerirían la redacción del correspondiente proyecto del mecanismo por un Ingeniero Industrial, pues si el mismo ha sido fabricado en serie, es innecesaria su intervención vez en este tipo de proyectos. Y así, pues, desde el momento en que para el ejemplo expuesto la acepción de la palabra «proyecto de captación de aguas subterráneas» deba constreñirse a la captación de aguas, y presente problemas concretos de captación de las aguas subterráneas que son normalmente resueltos por medio de mecanismos adquiridos en el comercio o producidos en fábricas dirigidas por Ingenieros y bajo proyectos realizados por los mismos, cuyo acoplamiento dentro del sistema de captación de las aguas es parte de un conjunto o instalación de captación, son técnicos competentes los hidrogeólogos entendidos en el sentido pluridisciplinar apuntado anteriormente. Es cierto que muchas veces se estará en la necesidad de realizar proyectos compartidos entre las personas que tengan títulos técnicos que amparen las diversas fases del proceso, cuando estar partes no vengan ya prefabricadas y existan en el comercio ordinario y para cuya fabricación y venta han recibido la correspondiente aprobación de sus mecanismos por las autoridades competentes.

Pero al ser esto unas veces necesario, como antes queda expuesto, y otras imposible, debe estudiarse en cada caso cuál de las técnicas se requiere para la redacción de cada proyecto, por ser la parte esencial del mismo, y cuál parte de ellas consiste en aparatos ya fabricados que tienen las correspondientes licencias de fabricación y uso que no requiere nuevo estudio, pues ya lo fueron en su día en el proceso de fabricación.

A esta idea pluridisciplinar de la competencia técnica, apunta la Ley de Aguas de 1985 y su reglamento de aplicación dado que sólo en dos artículos de Reglamento alude al técnico competente.

a) El artículo 246.2 del Reglamento dice que el proyecto de las obras e instalaciones de depuración o eliminación que, en su caso, fueran necesarias, para que el grado de depuración será el adecuado al grupo de calidad establecido para el medio receptor.

El proyecto vendrá suscrito por «técnico competente». Dice Toledo Jaudenes en sus Comentarios a la Ley de Aguas que «con esta expresión abierta se confirma la derogación –operada ya en virtud de la Constitución que prohíbe toda discriminación irracional– del apartado 7 del Decreto de 23 de noviembre de 1956 que otorgaba a los Ingenieros de Caminos el privilegio de la exclusividad de confección de los proyectos referentes a que tengan relación con el régimen de aprovechamiento de las aguas públicas. Ahora el proyecto podrá ser redactado por cualquier técnico –al contrario de lo que ocurre con los Estudios de Impacto Ambiental del art. 90, LA, el Reglamento no exige aquí que se trate de un técnico superior– que ostente un título que habilite, por los conocimientos científicos y técnicos que presupone, para la confección de tal instrumento: por ejemplo, Ingenieros superiores y medios, Químicos, Biólogos, Geólogos, etc...»

b) «En cualquier caso –dice el art. 237 del Reglamento– estos estudios deberán ser redactados por titulado superior competente». Comenta Toledo Jaudenes, que «en contra de lo que sucedió en su día en que diversas normas reglamentarias implantaron el monopolio profesional de los Ingenieros de Caminos en materias de aguas superficiales, el Reglamento se muestra respetuoso con el principio de igualdad y permite que cualquier «titulado superior competente» redacte los Estudios de Impacto Ambiental. Frente al criterio de designar concretamente los títulos académicos que faculten para ello, el Reglamento ha preferido, con buen criterio, remitirse a los Ordenamientos estatutarios de las diversas profesiones».



El Estudio de Impacto Ambiental puede llegar a requerir, por su contenido, la concurrencia de diversos profesionales, como físicos, biólogos, químicos, geólogos, geógrafos, médicos, ingenieros, etc. El Reglamento exige, sin embargo la intervención de uno solo. En estos casos de actividades que concurren diversas profesiones, rige el principio de favorecimiento de la compatibilidad de atribuciones: «en la determinación del técnico competente debe de tenerse muy presente lo que antes denominé principio de favorecimiento de la compatibilidad de atribuciones. Si con carácter general ese principio –derivado de los de proporcionalidad y razonabilidad en las limitaciones de la libertad profesional– ha de juzgar un destacado papel en la determinación y alcance de las atribuciones profesionales, con mayor razón de favorecer la fijación de una pluralidad de técnicos competentes cuando el trabajo de éstos es supervisado por la Administración pública. Lo que importa, a fin de cuentas, es que el proyecto que se acompaña a la solicitud de licencia, pongo por caso, sea conforme a las Ordenanzas». La regla de compatibilidad,

favorable a la intervención de cualquiera de las profesiones que puede participar, por su función científica y técnica, en la formulación del estudio o proyecto, guía a la jurisprudencia del Tribunal Supremo, como puede comprobarse en las Sentencias de 26 de junio de 1959, 11 febrero 1969, 28 junio y 2 julio 1982. En la de 2 abril 1982 se expone una doctrina general sobre competencia de los técnicos para redacción de los Planes de Ordenación Urbana, que refleja exactamente el alcance del principio de compatibilidad:

«Dentro de la polémica que los autores sostienen sobre quiénes son los facultativos competentes para redactar, y dirigir proyectos de planeamiento urbano, es de común aceptación el que la ciencia del urbanismo es esencialmente interdisciplinaria por confluir en ella conocimientos procedentes de las más variadas ramas del saber humano, hasta el punto de que se considera idea deseable que dicha actividad sea realizada por un conjunto de profesionales –arquitectos, ingenieros, juristas, sociólogos, geógrafos, artistas, etc.– que, sin orden de preferencia y bajo una dirección unitaria, colaboran en equipo aportando los conocimientos propios de sus respectivas especialidades y ello pone de manifiesto que la ciencia urbanística, en su estado actual, sobrepasa el ámbito específico de las titulaciones tradicionales hasta el extremo de haber dado lugar a la nueva figura profesional del urbanista, con la consecuencia de que en principio no pueda adjudicarse de manera singularizada el patrimonio de una competencia exclusiva a ninguna de dichas profesiones tradicionales, siendo también de reconocimiento general el que la ciencia urbanística, a esa naturaleza compleja e interdisciplinar une las características de un fuerte dinamismo evolutivo que la ha sometido a un rápido y extraordinario progreso en su formalización conceptual y técnica, motivado, sin duda, en el notable desarrollo y crecimiento de la vida colectiva y en la creciente conciencia de la excepcional importancia que en todos los aspectos de la existencia individual y social tiene la recta planificación y ordenación del hábitat humano –no sin razón se ha dicho que la esencia de la civilización humana en su actual estado histórico consiste en ser una civilización urbana–, produciéndose como resultado el que la referida ciencia y su aplicación práctica a la realidad social haya invadido campos profesionales que anteriormente venían relacionados con ella de manera escasa, circunstancial o parcial, imponiéndose como ineludible, exigencia de formación profesional estudios urbanísticos cada vez más intensos y especializados para permitírseles así acceder, en debidas condiciones científicas y técnicas, al campo del urbanismo en concurrencia con aquellas otras profesiones que tradicionalmente vinieron siendo consideradas como las más idóneas en esta materia, como es la de Arquitecto, cuya indiscutible sólida formación urbanística no impide que otros profesionales de titulación académica del mismo grado y categoría hayan alcanzado o alcancen en el futuro igual o similar competencia para intervenir en el quehacer urbanístico con plenas garantías de competencia responsable.

La regla de compatibilidad, favorable a la intervención de cualquiera de las profesiones que puede participar, por su función científica y técnica, en la formulación del estudio o proyecto, guía a la jurisprudencia del Tribunal Supremo.

Todo lo que antecede justifica que el legislador, pese al conocimiento que, sin duda, tuvo de lo controvertido de la cuestión aquí debatida, no impusiera una solución concreta a la misma por el sencillo recurso de señalar en forma específica e individualizada la profesión o profesiones competentes para redactar y autorizar instrumentos de planeamiento y ordenación urbanos, sino que en prudente congruencia con esas condiciones de complejidad y poder expansivo de la ciencia del urbanismo mantuviera en los textos normativos que se han sucedido en esta materia –arts. 24.3, de la Ley de 12 mayo 1956, 31.2 del texto refundido de 9 abril 1976 y 123.4 del Reglamento de Planeamiento de 23 junio 1978– la frase genérica de «facultativos competentes con título oficial», la cual tiene el evidente designio de no vincular el monopolio de dicha competencia a alguna predeterminada profesión, sino la de dejar abierta la entrada a todo título facultativo oficial que ampare un nivel de conocimientos urbanísticos que se corresponden con la clase y categoría de los proyectos que suscribe su poseedor tal y como sucede indudablemente con el Ingeniero Industrial Superior en relación a un proyecto de estudio de detalle según justifican las acertadas razones de la Sentencia apelada, que esta Sala acepta íntegramente y tienen aquí por reproducidas, destacando tan sólo que dicho proyecto no constituye al fin y al cabo más que un documento técnico que inicia un procedimiento en el que existen abundantes controles que, aun estando simplificados en los supuestos de los estudios de detalle, precisamente por su inferior nivel jurídico y menor dificultad técnica, son siempre suficiente garantía de su legalidad, rigor técnico y oportunidad, lo cual es, en definitiva, lo que interesa al ordenamiento jurídico, siempre y cuando dicho documento técnico proceda de un título oficial que, como ocurre con el de los Ingenieros Industriales Superiores, sea expresivo de una adecuada formación intelectual en esta área del conocimiento humano y en la que por ello no puede negársele que intervenga en el ejercicio de su derecho el pleno y libre desarrollo de su personalidad y creatividad profesionales».

Y añade Toledo Jaudenes: «Toda esta doctrina es perfectamente aplicable a los Estudios de Impactos Ambientales. También aquí todos cuantos estén en posesión de un título superior que capacite para el ejercicio profesional en algún área del medio ambiente, podrán redactar individualmente o dirigir el equipo redactor de un Estudio de Impacto Ambiental.»

Por una interpretación analógica, de acuerdo con el artículo 4 del Código Civil, suscribimos que esta jurisprudencia también es perfectamente aplicable a la investigación, alumbramiento y captación de las aguas subterráneas.

En este campo profesional, todos cuantos estén en posesión de un título superior que capacite para el ejercicio profesional en algún área de la hidrogeología, (los hidrogeólogos), podrán redactar y dirigir individualmente un proyecto de investigación, alumbramiento y captación de aguas subterráneas. ■

Calidad y Gestión



para tu Seguro de Salud

Más de 1 millón de Asegurados están satisfechos con la Calidad de Asistencia y con la Gestión de Adeslas.

Compruébalo contratando el Seguro de Salud especial para el Colegio Oficial de Geólogos, donde tendrás la mayor cobertura y la mejor protección.

Infórmate en el Dpto. Comercial de Adeslas, teléfono 91-564 54 54.

adeslas
SEGUROS DE SALUD

Calidad, para que te sientas bien

Información 24 horas: 902 200 200

Sede Central: Príncipe de Vergara, 110. Madrid

Agbar

ARIDOS

Aridos naturales y de machaqueo
para la construcción (2.ª Edición)

THE GEOLOGICAL SOCIETY
Publicación Especial n.º 9 sobre Ingeniería Geológica
editado por M. R. Smith &L. Collis
editado en versión española por
L. E. Suárez & M. Regueiro

A punto de agotarse la edición, se reservan **100 últimos** ejemplares para Colegiados hasta el 31 de Enero.

Tenemos el gusto de presentarle, la versión española del manual de **ARIDOS,** subtitulado **áridos naturales y de machaqueo para la construcción.** Este libro de más de 400 páginas y de más de 200 figuras, ha sido galardonado con el Trofeo Brewis de la Sand and Gravel Association (SAGA), siendo comentado por la prestigiosa **Canadian Geotechnical Journal** de esta manera: **"Si su trabajo tiene que ver con el uso de los áridos, compre este libro y no lea más".**

Además de estos reconocimientos, las razones que nos ha llevado al ICOG a adquirir los derechos de la versión española a la Geological Society fueron:

1.–Sin miedo a equivocarnos, podemos afirmar que es el **más avanzado manual de áridos** editado en lengua inglesa, totalmente actualizado, ya que esta segunda edición fue publicada en 1993.

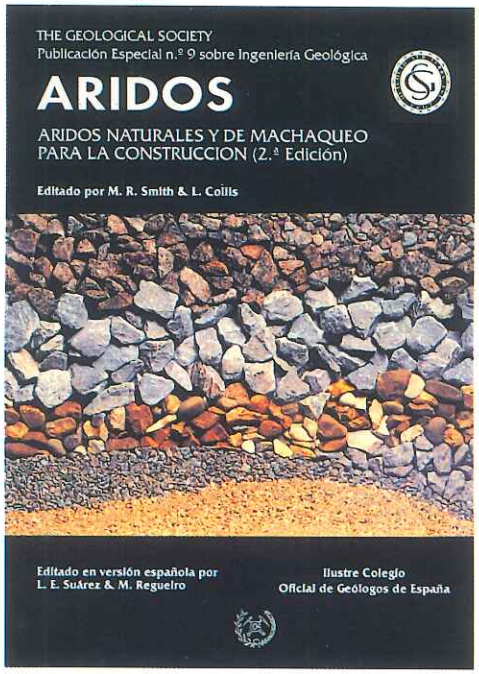
2.–Puesto que en España y demás países de la Unión Europea, la normativa de áridos está siendo adaptada a las directrices del Comité Europeo de Normalización CEN/TC 154 "Aggregates", este libro **nos informará sobre la normativa de áridos europea en el horizonte del año 2000,** dado que el Reino Unido es el país más avanzado en el conocimiento técnico de los áridos, estando un importante número de presidencias de los subcomités y la secretaría del CEN/TC 154, gestionadas para la British Standard Institution.

3.–Además de la versión española, los capítulos normativos están completados por addendas realizadas por el panel de Presidentes del Comité Técnico de Normalización AEN/CTN 146 "Aridos", en las que analizan la normativa española en el proceso de normalización europea.

En definitiva, este libro no es una foto fija acerca de los áridos de España. Si quiere conocer todo acerca de la normativa de los áridos en España, pero **necesita saber cuál será el estado del arte de los áridos en España en el horizonte del año 2000,** a causa del proceso de armonización normativa europea, adquiera este libro : será una referencia esencial y valiosa que Vd. podrá utilizar durante muchos años.

Si es de su interés adquirir ese manual de ARIDOS, envíanos la tarjeta de encargo adjunta, bien por Fax (91) 5330343, correo o telefónicamente (91) 5532403 y se lo remitiremos con celeridad.

460 páginas. Noviembre 1994. PRECIO: 5.500 pts.



TARJETA DE PETICION

Les ruego me envíen ..... al precio de 5.500 ptas. ❒

+ 600 ptas para gastos de envío por ejemplar:

TOTAL .....

CIF o DNI: ..... N.º COLEGIADO .....

NOMBRE: .....

EMPRESA: .....

CALLE: .....

POBLACION: .....

CP: ..... TFNO.: .....

FECHA: ..... Firma:

FORMAS DE PAGO

A nombre del Colegio Oficial de Geólogos de España

❒ Adjunto cheque por ..... ptas.

❒ Transferencia Bancaria a la C/C n.º 0601372378 BANCO POPULAR (Ag 0075). Glorieta de Cuatro Caminos, n.º 4. 28003 MADRID. (Adjuntar fotocopia)

Se ruega remitan sus pedidos a: ICOG, Avda. Reina Victoria, n.º 8, 4.º B.