



IGME

331

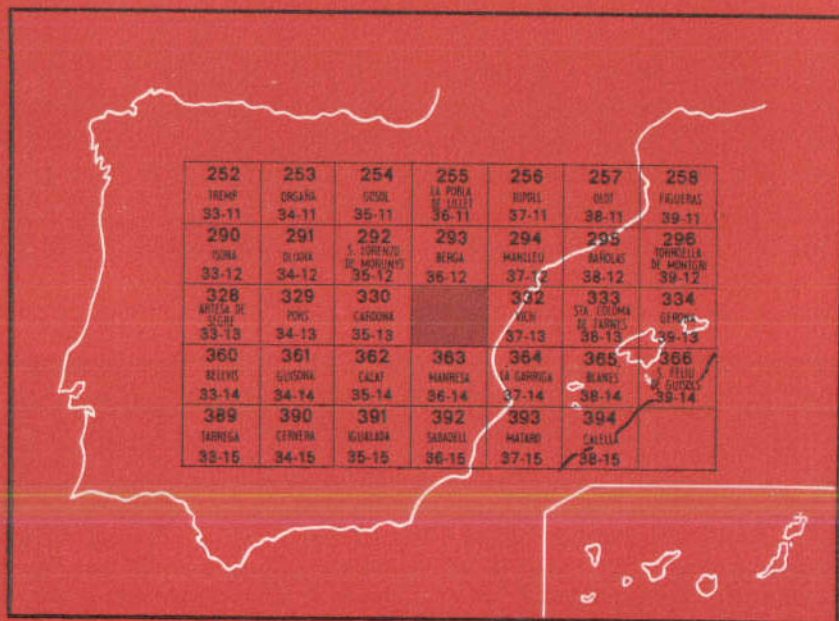
36-13

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PUIGREIG

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PUIGREIG

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por la Compañía General de Sondeos, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los doctores D. José Ramírez del Pozo (CGS), Oriol Riba y Andrés Maldonado, ambos del Instituto Jaime Almera (C. S. I. C).

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- muestras y sus correspondientes preparaciones,
- informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras,
- columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos,
- fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 17.367 - 1975

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Telef. 259 57 55 - Madrid-16

1 INTRODUCCION

El territorio englobado en la Hoja de Puigreig (331) del Mapa Topográfico a escala 1:50.000, está comprendido entre los paralelos 41° 50' y 42°, y los meridianos 5° 10' y 5° 30' al este de Madrid, y pertenece a la provincia de Barcelona. Geográficamente el río Llobregat y sus afluentes drenan la totalidad de dicho territorio. Los principales afluentes son las rieras de Merola, Mujalt, Merlers, Gaia, Gabarresa, Relat y Santa María de Oló. Pertenece a las comarcas litorales de Bages y Bergadá.

Desde el punto de vista geológico, la totalidad de los terrenos aflorantes son del Terciario continental: Eoceno Superior (Priaboniense Superior) y Oligoceno Inferior o Sannoisiense. Existen además pequeños recubrimientos cuaternarios formando terrazas, fondos aluviales y lacustres en los mencionados troncos fluviales, sobre todo en el curso inferior de los mismos. Los terrenos terciarios están suavemente plegados en el anticlinal de Puigreig, sinclinal de Navás, anticlinal de Balsareny, sinclinal de Callús y el anticlinal de Santa María de Oló, con su ojal diapírico y la falla de Guix.

En este territorio se encuentran las importantes explotaciones mineras de potasas de Puigreig, que se unen subterráneamente con las minas vecinas de Sallent, enclavadas ya en la Hoja de Manresa. Así pues, la Hoja de Puigreig, desde el punto de vista minero, pertenece a la Cuenca Potásica Catalana.

TOMAS y J. RAMIREZ DEL POZO, de la Compañía General de Sondeos, S. A., Vitoria.

2 ESTRATIGRAFIA

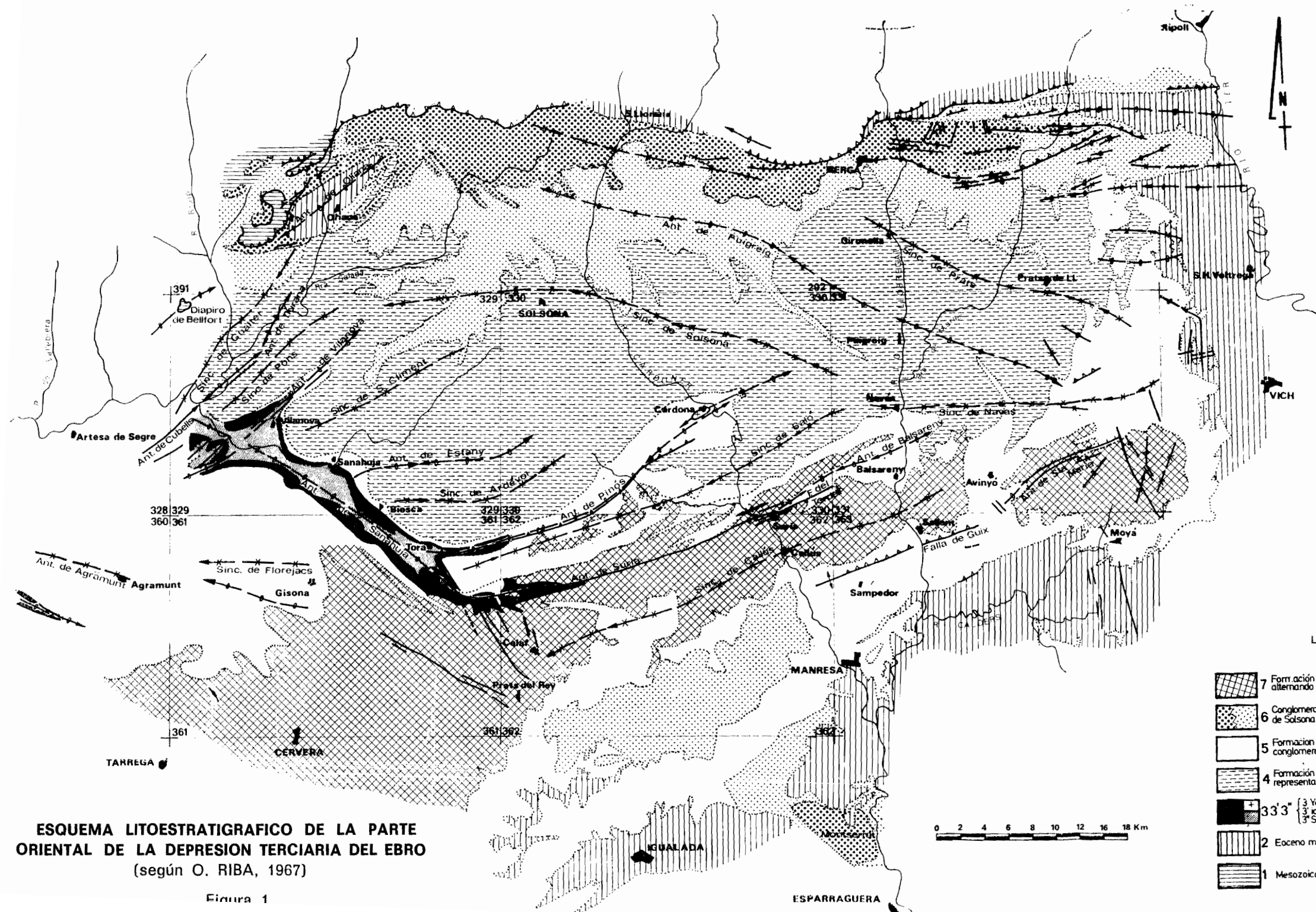
El área cubierta por esta Hoja engloba terrenos de facies continentales del Eoceno Superior (Priaboniense Superior) y del Oligoceno Inferior (Sannoisiense), además de breves recubrimientos de aluviones cuaternarios.

2.1 ESTRATIGRAFIA DE CONJUNTO DEL TERCIARIO

La parte catalana de la Cuenca Terciaria del Ebro, también conocida por Depresión Central Catalana y Cuenca Potásica de Cataluña, presenta las características litoestratigráficas que a continuación se resumen (FERRER, ROSELL y REGUANT, 1968; REGUANT, 1967; FERRER, 1967, y RIBA, 1967) (Figuras 1 y 2):

La regresión marina del Eoceno Superior que sucede al depósito de las *Margas de Igualada*, a través del *Miembro Tossa*, cuando existe, está representada por la potente *Formación salina de Cardona* que se originó en un «lagoon», en conexión aún con el mar, en un área fuertemente subsidente. Dicha formación salina consta de un megaciclotema único (ver 2.2.1). El límite entre las formaciones marinas y continentales es, en general, diacrónico; los niveles marinos más altos se encuentran en la zona de Moyá-Colluspina, con descenso hacia el N. (Pirineo) y hacia el SO. (Igalada-Montblanch).

A la formación salina de Cardona le sucede un intervalo lacustre, progresivamente menos salobre y continental hacia la parte superior que denominamos *Formación Complejo lacustre de Sanahuja*. Dentro de este complejo cabe distinguir facies detríticas turbidíticas, calizas lacustres tableadas, margas versicolores e incluso algunos yesos. En sentido vertical, dicha formación lacustre da paso a la colocación de dos molasas (empleando este término en el sentido de una tectofacies) fluviales (paleocanales): una, de origen pirenaico, la *Formación molasa de Solsona*; otra, originada como área fuente en la Cordillera Costera Catalana, es la *Formación molasa de Artés*. De este modo quedó establecida una sedimentación bilateral, con acusada granodecrescencia hacia el surco central de la cuenca. Obsérvese que en dicho antiguo surco, al O. de Vich, está desprovisto de conglomerados. Hay conglomerados al pie del Pirineo (*Formación Berga*) y de los Catalánides (*Formación Montserrat*). La coloración de la base de ambas formaciones molásicas es el rojo ladrillo intenso que, hacia arriba, pasa a tonos amarillo-parduscos propios de la molasa de Solsona; mientras que, en la molasa de Artés, el color permanece siempre rojo.



LEYENDA

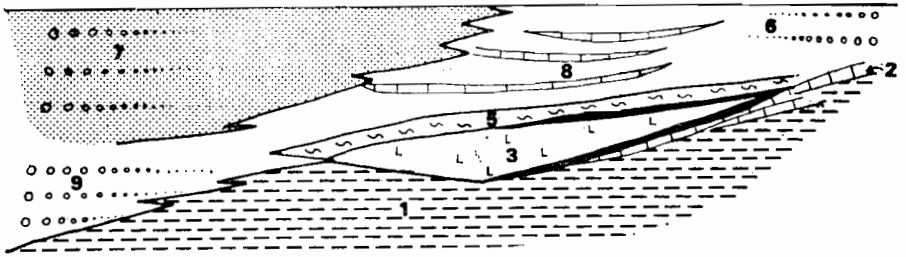
- 7 Formación calizas de Tàrraga (calizas lacustres alternando con margas y alguna arenisca).
- 6 Conglomerados marginales de la Formación molasa de Solsona (amarilla) y de Artés (roja).
- 5 Formación molasa de Artés (roja) con sus conglomerados marginales (6).
- 4 Formación molasa de Solsona (amarilla) con sus representantes detríticos conglomeráticos (6).
- 333* { 3 Yesos de la Formación Barbastró
3 ídem. diapirizados
3 Sal de la Formación Cardona.
- 2 Eoceno marino.
- 1 Mesozoico indiferenciado.

ESQUEMA LITOESTRATIGRAFICO DE LA PARTE ORIENTAL DE LA DEPRESION TERCIARIA DEL EBRO (según O. RIBA, 1967)

Figura 1

N

S



WSW

ENE

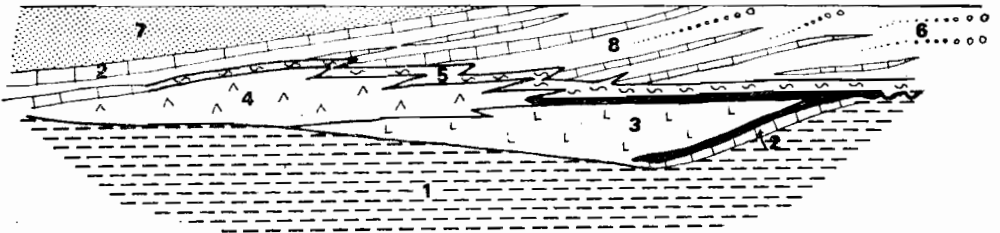


Figura 2

Disposición vertical, de N. a S. y de OSO. a ENE., de las principales formaciones terciarias de la parte oriental de la Depresión del Ebro.

Explicación: 1: Margas de Igualada (Eoceno marino). 2: Miembro Tossa (calizas detríticas y arrecifales). 3: Formación salina de Cardona (potasa). 4: Formación yesos de Barbastro. 5: Formación Complejo lacustre de Sanahuja (areniscas turbidíticas, calizas tableadas, etc.). 6: Formación molasa de Artés (roja) y sus equivalentes conglomeráticos laterales, Formación Montserrat. 7: Formación molasa de Solsona (amarilla) y sus equivalentes conglomeráticos laterales Formación Berga. 8: Formación calizas lacustres de Tárrega. 9: Formación Bellmut (roja).

Las paleocorrientes procedentes de los macizos antes mencionados, al llegar al surco central de la cuenca se inflexionan hacia el SO., lo cual determinó una marcada polaridad litoestratigráfica de los depósitos en este sentido; es decir que, tomando una isócrona, de NE. a SO. se pasa de areniscas y conglomerados a calizas lacustres, y de éstas a evaporitas de tipo yeso (eventualmente halita). En la zona catalana que nos incumbe hay una extensa banda de terrenos calcáreos, situada en los límites de ambas molasas, que se extiende desde Moyá hasta Fayón y Los Monegros (es la *Formación calcárea de Tárrega*), que va siendo progresivamente más moderna, pasando del Eoceno Superior al Mioceno. Donde los afloramientos lo permiten (por ejemplo, en el anticlinal de Suria) se puede observar cómo cada banco de calizas lacustres pasa hacia el SO. a los yesos de la *Formación yesos de Barbastro* (que en la zona ocupan los anticlinales de Sanahuja y Pons).

Hacia poniente, la Formación salina de Cardona se adelgaza y parece perder el intervalo potásico al tiempo que va siendo recubierta por los yesos de Barbastro. Verticalmente supone el paso de una alimentación de aguas marinas a aguas continentales más sulfatadas.

La bioestratigrafía del Terciario continental del Ebro se ha basado tradicionalmente en unos escasos yacimientos de vertebrados terrestres.

O—

—E

Fraga y Almatret. Stampiense.

Tárrega. Zona de La Sauvetat. Stampiense.

Calaf. Zona de Ronzón. Sannoisiense Superior.

Sampedor. Zona de Montmartre. Sannoisiense Inferior.

Sant Cugat de Gavadóns. Zona de Montmartre. Sannoisiense Inferior.

A) En *Fraga y Almatret*, en las orillas del Cinca y Ebro, SOLE SABARIS (1972) cita *Elomerys borbonicus* (GERVAIS), del Stampiense.

En posición más baja está el yacimiento de Tárrega (El Talladell), con: *Prolebias* aff. *oustaleti*, SAUV.; *Hispanochampsia mülleri*, KALIN; *Diplocynodon* (?) *marini*, BATALLER; *Chrysemys astrei*, BERGOUNIOUX; *Chr. iberica*, BERG.; *Chr. elegans*, BERG.; *Plesictis filholi*, DEPERET; *Amphicyon* sp.; *Elomerys cluai*, DEPERET; *Caenotherium gracile*, POMEL, y *Theridomys siderolithicus major*, DEPERET. Hay, además, varias formas de Gasterópodos lacustres y una docena de especies vegetales (según TRUYOLS y CRUSA-FONT, 1961, 1964). A excepción del Caenotérico, las demás especies son nuevas y, según opinión de los mencionados autores, son típicas del Stampiense.

Otras localidades próximas pueden ser consideradas también como

stampienses: *La Curullada* (Lérida), con: *Emys* sp., y *Santa Coloma de Queralt* (Tarragona), con *Elomeryx cluai* (DEPERET) (según CRUSAFONT y TRUYOLS, 1964). La flora de *Cervera*, *Sant Pere dels Arquells* (Lérida) y *Sarreal* (Tarragona) fue estudiada por DEPAPE y FERNANDEZ MARRON, respectivamente.

B) El yacimiento de *Calaf*, descubierto en 1896 por THOS y CODINA, ha añadido, según una revisión del mismo por CRUSAFONT, GOLPE, GIBERT y THALER (1971), a la antigua lista, con: *Bothriodon aymardi* (POMEL) (antiguamente *Ancodus aymardi*) y *Diplobune minor*, FILHOL; un *Theridomys aquatilis* (HALER, 1970) y el marsupial *Peratherium leptognatus* (MEY.). Se han encontrado placas de crocódilidos, y el Gasterópodo tan frecuente *Melanoïdes albigensis*, NOULET, que, según VILLALTA, es en realidad el *Brothia (Tinnya) albigensis* (NOULET, 1854). Este conspicuo gasterópodo puede extenderse por debajo del Sannoisiense de Calaf, según nosotros mismos hemos comprobado (RIBA, 1967), y quizá los hallados en estos niveles deban ser atribuidos al *Brothia (Tinnya) iberica*, STAIDT-STAAEDT, hallado en Sant Boi del Lluçanés y Sant Cugat de Gavadóns, según nos informa el Dr. VILLALTA. Edad: Sannoisiense, zona de Ronzón.

C) El yacimiento de *Sampedor* (MASACHS, CRUSAFONT y VILLALTA, 1954), cerca de Manresa, contiene: *Palaeotherium medium*, CUV.; *Plagiolophus annectens* (OWEN); Anoplotérido indet., y *Trionyx* sp. de la zona de Montmartre.

Sant Cugat de Gavadons (Collsuspina) ha proporcionado: *Trechomys* sp.; *Isoptychus* sp.; *Pseudoltinomyx* sp.; *Pairomys crusafonti*, THALER; *Peratherium* sp.; *Cebachocerus* sp.; *Dichodon cervinum*, OWEN; y *Necrolemur*, sp. (según CRUSAFONT y GOLPE, 1968).

Este yacimiento pertenece también a la zona de Montmartre, aunque está en un nivel más bajo que el de Sampedor, según nuestras deducciones y revisión de campo recientemente hechas, con los que corregimos nuestra opinión anteriormente expresada (en CRUSAFONT y GOLPE, 1968, página 10).

Otros yacimientos menores:

- *Artés* (Can Magrans), según CRUSAFONT y GOLPE (1968), hay *Adelomys* sp., y *Melanoïdes albigensis*, NOUL. Placas de Testudínidos y Trionícidos.
- *Sallent* (pueblo): *Trionyx*.
- *Balsareny* (pueblo) y *Balsareny* (carretera de Fodina): *Paleotherium magnum*, CUV., y un Teridómido. La misma especie fue hallada en la Riera del Tordell, en la carretera de Balsareny a Suria, junto con placas de Quelonios.

Citemos finalmente algunas icnitas o huellas de pasos de vertebrados, señaladas recientemente por CRUSAFONT (*Bol. Inf. Inst. Prov. Paleont. Sa-*

badell, 1973 a, 1, n.º 1) en la zona de Vilanova de la Aguda, Pons y Cardona (actualmente en estudio).

Todos los yacimientos citados en este apartado C) han sido usualmente atribuidos al Ludiense o Eoceno Superior continental, especialmente por CRUSAFONT. Nosotros mismos (RIBA, 1967) nos servimos del yacimiento de Sampedor para trazar entre éste y el de Calaf un límite Eo-Oligoceno probable en la cronoestratigrafía de esta parte de la cuenca del Ebro. Ahora bien, si las dos zonas de este Ludiense, la de Montmartre y la inferior de Euzet, THALER en 1964 las colocaba en el Eoceno, ahora el mismo autor en 1965, al establecer una escala de zonas biocronológicas para los mamíferos de Europa (*C. R. S. Soc. Géol. Fr.*, n.º 4, p. 118) propone «subir» la zona de Montmartre al Oligoceno, Sannoisiense basal, dejando la zona de Euzet en el Eoceno más alto. Esta nueva separación es seguida por REILLE (en sus varias publicaciones, especialmente su Tesis, 1971) y sobre todo en la biozonación de Charofitas de GRAMBAST, la cual nos ha servido para establecer la cronoestratigrafía de la presente Hoja. Como dice THALER, «la escala propuesta debe ser considerada como un ensayo provisorio sometido a la crítica de los paleomammalogistas».

El método de trabajo cartográfico de la presente Hoja ha consistido esencialmente en: cartografía de facies litológicas; levantamiento de columnas estratigráficas, con recogida de muestras para el estudio sedimentológico y separación de microfósiles, especialmente Charáceas y Ostrácodos, y trazado fotogeológico de niveles de capa. Los microfósiles han permitido establecer las unidades cronoestratigráficas y los límites; las líneas fotogeológicas (sobre todo cuando se apoyan en niveles calcáreos o yesíferos) han permitido apoyar los límites propuestos de la forma más ajustada a la topografía y a la tectónica.

2.2 EOCENO

2.2.1 Priaboniense Medio-Superior (Tn_{c22-23}^{Ac})

La Formación salina de Cardona no aflora en la Hoja de Puigreig. Sin embargo, por las minas en explotación y los numerosos sondeos realizados, así como por las columnas estratigráficas realizadas, incluimos esta Formación, que se encuentra muy próxima a la superficie en los alrededores de Santa María de Oló y sobre todo en las minas de la llamada cuenca del Llobregat (Balsareny y Sallent).

La Formación salina de Cardona (Tn_{c22-23}^{Ac}) solamente aflora en Cardona, pero su conocimiento nos viene proporcionado por los numerosos sondeos realizados en la Cuenca potásica Catalana (ver apartado 5) y las labores mineras de Suria, Cardona, Balsareny y Sallent, las cuales dan un conocimiento cabal de la misma. El afloramiento de la Montaña Roja de Cardona

ha sido estudiado con detalle por WAGNER et al. (1971), aunque en general la serie es incompleta y algunos términos están muy estirados y replegados, e incluso resbalados o desgajados debido al distinto comportamiento plástico de los diferentes tipos de sales. Igual ocurre dentro de la mina de Cardona (ver apartado 3). Además, en el área de Cardona (consúltense los sondeos realizados) no se ha alcanzado hasta el presente la base de la sal. El análisis de las columnas estratigráficas de los pozos de la mina Nieves, de los sondeos Foraky, Llardella, Victoria-1 y Saló, entre los más próximos a Cardona, así como las secciones verticales de las minas de Cardona, permite establecer para la Formación salina la sucesión e intervalos siguiente.

Techo: Margas grises con anhidrita, del Complejo de Sanahuja, 321-400 m.

G — Margas grises con anhidrita y sal.

F — Sal de techo, algo de anhidrita y pasadas arcillosas.

E — Carnalita en varias capas (de 3 a 6) alternando con halita.

E+F=60 a 270 m.

D — Silvinita y halita. De 2 a 4 niveles potásicos conocidos con las letras A, B, C y D.

D=12 a 36 m.

C — Sal «sucia», coloreada, similar a la sal de techo.

B — Sal vieja o de muro. Sal gema gris sin o con pocos insolubles. Muy potente.

En general muy potente, pero mal conocida.

A — Anhidrita. Presencia no comprobada en Cardona, pero sí en el área de Suria-Sallent-Balsareny.

A=5 a 10 m.

Yacente: Margas y calizas del Eoceno marino (Margas de Igualada).

En general la potencia de la Formación salina aumenta de Sur a Norte: así tenemos que «Avinyó-1» y «Avinyó-2» dieron 138 y 140 m. de potencia total, respectivamente. El sondeo «Sallent-7» dio 144 m., sin corregir el error de buzamiento. En la zona de Suria, el sondeo «Suria-12», que se consideró como «normal» por estar situado muy próximo al eje sinclinal de Saló, dio una potencia total para la formación de 291 m.; «Suria-13», 346 m.; «Suria-11», 409 m. Más al Norte, todos los sondeos realizados se limitaron a atravesar la parte superior de la Formación, que es la que tiene valor

económico para la potasa. Téngase en cuenta que, según la prospección sísmica, por debajo del nivel inferior (nivel 1.020 m.) de la mina de Cardona aún quedan otros 1.000 m. más de sal, que como es bien sabido se ha replegado por efecto de la fluxión halocinética. Solamente al sur de la Cuenca Potásica está plenamente demostrado que hay un ciclotema evaporítico único, empezando y terminando por los términos más insolubles, como son las anhidritas. En Cardona, en el techo de la sal no está desarrollada la capa de anhidrita, como ocurre en Suria; sin embargo, está demostrado que las margas grises lacustres del techo de la sal en Cardona pasan lateralmente, hacia el sondeo de Llardella, a una potente masa de yesos de la Formación Barbastro, que son los que afloran en los núcleos anticlinales de Sanahuja y Pons. Tres sondeos de investigación potásica realizados en el anticlinal de Vilanova de la Aguda revelaron la presencia de la Formación salina de Cardona, con potasa. Igual ocurrió en el sondeo de «Castellfullit de Riubregós». Pero, en cambio, los sondeos de Torá (Estado) y Sanahuja (Fodina) no cortaron las potasas, penetrando en una Formación muy potente de anhidrita, margas y alguna sal gema, sin llegar a la base de la misma. El sondeo de Guissona-1 (ESSO) cortó la Formación de yesos de Barbastro con una potencia de 800 m. aproximadamente y una intercalación hacia la parte media de la misma de 160 m. de sal gema. Así pues, todos los datos que se poseen parecen indicar que, al sur del anticlinal de Sanahuja y al SO. de Castellfullit ya no existe la Formación salina de Cardona tal como se acaba de definir.

Los límites norte de la Formación salina no son muy conocidos, pero en los sondeos de Basella-1 (CIEPSA) y Sanahuja-1 (CIEPSA) cortaron sal; pero no así los dos sondeos de Puigreig.

La edad de la Formación salina es necesario deducirla (ver MASACHS, 1952) del contexto regional y, en particular, de los resultados obtenidos en algunas columnas estratigráficas de las vecinas Hojas de Calaf (35-14) y Cardona (35-13), donde los equivalentes detríticos laterales de dicha Formación descansan sobre los niveles marinos del Priaboniense y a su vez quedan recubiertos por la formación detrítica continental superior datada como del Priaboniense Superior, con flora de Charáceas características, que en el apartado siguiente se detallan.

No se debe descartar que, coetáneamente con el depósito de la Formación salina, en algunos puntos se haya producido erosión o diastema como consecuencia de un levantamiento local del nivel de base. Este fenómeno parece ser el que ha actuado en el área que actualmente corta la Riera de Mal Rubí al norte de Artés, dentro de la Hoja de Manresa (36-14), al pie de la carretera de Calders a Moyá. En esta Riera, el contacto entre la Formación margas de Igualada, marina, y las facies del Priaboniense Superior, de yesos, y Formación Complejo de Sanahuja, parece ser claramente disconforme, aunque conservándose paralelismo entre formaciones. Las margas

marinas están fuertemente abarrancadas y rellenas por los yesos, margas y arenas superiores. Al mismo tiempo en estos depósitos superiores, hay una gran cantidad de repliegues de detalle y fallas de muy pequeño salto, ausentes en las margas marinas. Esta disconformidad ocupa indudablemente la misma posición estratigráfica que la correspondiente a la Formación salina y a los depósitos detríticos con indentaciones marinas y continentales aflorantes en el extremo SE. de la Hoja de Calaf (35-14), aunque no se descarta la posibilidad que haya una cierta diacronía.

2.2.2 Priaboniense Superior (T_{c22-23}^{Ac} ; T_{c22-23}^{Ac} ; T_{c23}^{Ac} ; T_{c23}^{Ac} y T_{c23}^{Ac})

La parte inferior de las facies yesíferas (T_{c22-23}^{Ac}) y la molásica roja de Artés (T_{c22-23}^{Ac}) en parte corresponde a un paso lateral de la Formación salina de Cardona, la cual es bien sabido que no aflora en la Hoja. Ha sido representada en la leyenda correspondiente e incluida en este apartado por ser continuidad de las litofacies aflorantes del Priaboniense Superior.

La facies yesífera (T_{c22-23}^{Ac}) sólo asoma en el núcleo anticlinal de Santa María de Oló. Está constituida por yesos masivos o pulverulentos, localmente laminados, con delgadas intercalaciones de margas grises. Se supone forman parte de las anhidritas del techo de la Formación salina. La potencia es superior a 20 m. y el tramo se presenta muy cubierto.

Sobre los yesos anteriores se coloca la Formación Complejo de Sanahuja en la litofacies de margas y limolitas grises (T_{c23}^{Ac}) con lentejones de yeso o yeso finamente diseminado. Es frecuente la presencia de areniscas muy finas en «flaser» (30 m.). En la parte superior hay unos 20 m. de capas medianas y gruesas de areniscas compactas, muy bien clasificadas y carentes de matriz, que presentan intercalaciones margosas. Las areniscas presentan abundantes estructuras asociadas a corriente, especialmente «ripples» y laminación convoluta. Esto representa la colmatación de un «lagoon» somero, lo que permite una fácil clasificación de los materiales.

La Formación molasa de Artés (T_{c22-23}^{Ac}) está constituida por margas y limolitas carbonatadas, rojo-ladrillo a pardas, localmente abigarradas (rojas, verdes o grises). Pueden presentar yeso en nódulos que son abundantes en la base, finamente diseminados, o rellenando grietas. Hay intercalaciones de bancos a capas gruesas de areniscas con estratificación cruzada de gran escala, tipo «trough», y con secuencia típica de estructuras de paleocanales.

Insertos en la Formación Artés (T_{c23}^{Ac}) asimismo hay bancos de calizas lacustres, micríticas, oquerosas o margosas, con abundantes Charáceas.

En litofacies muy parecida a la de la Formación Artés, pero diferenciada por la tonalidad pardo-amarillenta de las margas y que nunca presenta inter-

calaciones calcáreas, tenemos un retazo de la Formación molasa de Solsona (Ts_{c23}^{Ac}). En ella los paleocanales están mejor desarrollados y, en su álveo, pueden presentarse microconglomerados tanto más abundante cuanto más al Norte nos encontremos.

En la parte alta de esta unidad y en la columna de Santa María de Oló, en una serie de margas, con intercalación de calizas microcristalinas (Tc_{c23}^{Ac}), se han separado las siguientes especies de Charáceas:

Raskyella aff. *pecki*, GRAMB.; *Harrisichara* aff. *vasiformis* (REID y GROVES); *Harrisichara* aff. *lineata*, GRAMB.; *Harrisichara tuberculata* (LYELL), y *Rabdochara stockmansii*, GRAMB.

Esta asociación caracteriza a los niveles del Priaboniense más alto, ya en tránsito al Sannoisiense, como demuestran las últimas especies citadas.

En cambio, en la columna de Sampedor, levantada en la vecina Hoja de Manresa (36-14), muy cerca del borde SO. de esta Hoja, el tramo inferior del nivel de lignitos contiene una asociación de Charáceas más característica del Priaboniense Superior, entre las que se destacan: *Raskyella pecki*, GRAMB.; *Raskyella* cf. *vadaszi* (RASKY); *Harrisichara* aff. *vasiformis* (REID y GROVES), y *Harrisichara* cf. *lineata*, GRAMB. Se trata del tramo inferior al nivel de vertebrados de la zona de Montmartre (base del Sannoisiense).

2.3 OLIGOCENO

2.3.1 Sannoisiense (T_{c31}^A ; Ts_{c31}^A ; Tc_{c31}^A y Tm_{c31}^A)

En la presente unidad se han distinguido las facies siguientes: La Formación molasa de Artés (T_{c31}^A), caracterizada por su tonalidad roja, es prolongación vertical de la misma, inserta en el Priaboniense, ya descrita.

La Formación molasa de Solsona (Ts_{c31}^A), caracterizada por su tonalidad pardo-amarillenta, es igualmente prolongación vertical de la misma, que se ha descrito en el Priaboniense Superior.

En la base del Sannoisiense, e intercalada en la Formación Artés, hay una facies muy característica (Tm_{c31}^A) que constituye un magnífico nivel guía cartográfico. Lo típico es el color gris azulado de la litología, que presenta fuertes cambios, desde margas calcáreas y areniscas, en el extremo NE. de la Hoja, llegando a acuñarse, a calizas y areniscas en la zona de Santa María de Oló, y a margas en el extremo occidental que, fuera de la Hoja, se cargan de yeso hacia el SO.

En la Formación Artés, y ocupando gran parte del área meridional y SE. de la Hoja, se intercalan capas gruesas o bancos de calizas lacustres micríticas (Tc_{c31}^A) puras o margosas. Puede haber algún nivel fino de lignito.

Las calizas presentan una brecha de vertebrados indeterminables al S. de Santa María de Oló.

Como es característico del Terciario continental, las columnas estratigráficas en las que predominan las biofacies de tipo lacustre (calizas y margas) son muy ricas en microfósiles (Charáceas, Ostrácodos y pequeños Gasterópodos). Este es el caso de las columnas de Santa María de Oló, Estany y Montcabré; en cambio, donde las litofacies son muy detríticas fluviales, con potente desarrollo de paleocanales (columna de Puigreig-Sur), los microfósiles son muy raros y la mayor parte de las muestras son estériles.

Se ha datado esta unidad como Sannoisiense, por la presencia repetida de:

Harrisichara tuberculata (LYELL); *Rhabdochara stockmansii*, GRAMB.; *Tectochara aff. mariani*, L. y N. GRAMB., y *Sphaerochara aff. tasnadii* (RASKY).

Son frecuentes también los Ostrácodos, entre los que merecen destacarse *Ilyocypris boehli*, TRIEBEL; *Fabanella (Neocyprideis) sp.*; *Eocytheropteron sp.*; *Loxoconcha sp.*, y *Darwinula sp.*, así como pequeños Gasterópodos referibles al *Melanoides albigenensis*, NOUL; *Planorbis*, y *Limnaea sp.*

2.4 CUATERNARIO

El Cuaternario requiere un estudio estratigráfico especial, si se tiene en cuenta la engorrosa discontinuidad de los materiales que lo constituyen. Discontinuidad vertical, debido al escalonamiento en terrazas; discontinuidad horizontal, a causa de la erosión parcial o total de muchos niveles. Para ello se requiere un estudio geomorfológico de la totalidad de la cuenca fluvial para tratar de correlacionar los depósitos de cabecera del río con los fluvio-marinos de la desembocadura. Aunque el Llobregat y sus afluentes no estén estudiados en su conjunto, tiene, en cambio, un interesante estudio del curso inferior, entre Olesa de Montserrat y el Delta, debido a SOLE SABARIS, VIRGILI y ZAMARREÑO (1957, 1964), del cual extrapolamos algunos datos referentes especialmente a los hallazgos paleontológicos y a la edad e interpretación del desarrollo de las terrazas fluviales. Por las razones aducidas se comprende la gran dificultad de realizar un estudio estratigráfico de detalle del Cuaternario en el reducido marco de una Hoja del mapa a escala 1:50.000.

En la cartografía se ha distinguido un Cuaternario indiferenciado (Q), que se ha utilizado para indicar aquellos aluviones, o depósitos de pequeño arrastre o formados «in situ» (aluviones y coluviones), de extensión limitada, aislados del tronco fluvial principal, y que resultan muy difíciles de correlacionar con algún nivel de terraza concreto. Se trata de manchones de terrenos detríticos, arcillas o gravas de origen local, que se acumulan en peque-

ñas depresiones e impiden observar el substrato terciario. La edad es incierta, ya que se encuentran en la parte alta o cabeceras de los tributarios del Cardoner, que tienen, en este sector, un perfil convexo, lo cual denota que los interfluvios pertenecen a una antigua morfología de caracteres suaves, o, si se quiere, a un relieve estructural, sobre Terciario, con tendencia a evolucionar a una penillanura, y con rellenos parciales, que se han indicado también bajo la sigla (Q_2^{A1}), sin que esto prejuzgue una edad holocena o pleistocena. En otros casos son acumulaciones coluviales de vertientes fijadas en las cabeceras o depósitos de fondos de valle que, cuando han sido muy extensos, se han indicado con igual sigla.

2.4.1 Pleistoceno (Q_1^{T1} ; Q_1^{T2} ; Q_1^{T3})

Se han distinguido en la cartografía:

Q_1^{T1} : Terraza media, 50-60 m.

Q_1^{T2} : Terraza baja, 20-25 m.

Q_1^{T3} : Terraza inferior, 5-7 m.

La correlación de las mencionadas terrazas fluviales con las estudiadas y datadas por SOLE SABARIS et al. (1957, 1964) aguas abajo de Olesa de Montserrat se hace delicada. En nuestra opinión falta, o no hemos encontrado, la terraza alta, Villafranquiense, que suele estar a 80 m. por encima del cauce actual, en el vecino Cardoner en Manresa. Sin embargo, hemos conservado la nomenclatura utilizada. El río aquí tiene una fuerte pendiente, lo cual hace, junto con su fuerte encajamiento, que no haya depósitos aluviales actuales en el cauce del Llobregat.

La terraza media (Q_1^{T1}) está constituida por unos 5 a 8 m. de gravas muy rodadas, de origen pirenaico, bastante frescas, poligénicas, recubiertas por 1 a 2 m. de limos calcificados y brechas de origen lateral. En un nivel similar de Martorell se encontró *Elephas antiquus*, por lo que la atribución sería al Riss, siguiendo al mencionado autor. Esta terraza está muy bien desarrollada.

La terraza baja (Q_1^{T2}) tiene numerosos afloramientos en el curso del Llobregat, y debajo de ella se encaja la siguiente (Q_1^{T3}) o terraza inferior. Ambas tienen un lecho de gravas basales, frescas, sin cemento, recubiertas por limos, arcillas y suelos. La terraza podría ser Wurmiense, si la correlacionamos con la correspondiente del Bajo Llobregat.

La terraza inferior, en la Riera Gavarresa; la de Relat y de Santa María de Oló (Q_1^{T3}) pasa a constituir un fondo de valle, en el que el río está apenas sin encajar.

2.4.2 Holoceno (Q_2^{Al} ; Q_2^{Lc} ; Q_2^{tr})

En general, los rellenos de fondo de valle, desligados de los troncos fluviales provistos de gradería de terrazas, han sido indicados con la sigla (Q_2^{Al}). En el pueblo del Estany existe actualmente una llanada bastante extensa, recubierta por depósitos (Q_2^{Lc}) hoy en cultivo, que fueron un fondo lacustre (de ahí el nombre del pueblo). El estanque fue desecado no hace muchas décadas. Finalmente se ha indicado con (Q_2^{tr}) un depósito de toba calcárea, a unos 15 m. sobre la Riera de Santa María de Oló, en la casa llamada Les Tosques, cerca del límite sur de la Hoja.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

El Terciario aflorante en esta Hoja presenta una tectónica de plegamiento relativamente suave, adquirida como consecuencia de las últimas fases de plegamiento pirenaicas, cuya edad se discute a continuación. Los pliegues están orientados de acuerdo con dos sistemas que se interfieren. El plegamiento sinsedimentario motiva las grandes diferencias de potencias, en las que también juega un papel importante la tectónica salina y diapírica que a continuación se detalla.

El Terciario correspondiente a la presente Hoja puede dividirse, a efectos tectónicos, en tres pisos estructurales, cada uno de los cuales adquiere unas características peculiares de deformación.

Estos tres pisos son:

3. Terciario continental suprasalino: Priaboniense Superior-Oligoceno.
2. Formación salina de Cardona: Priaboniense Medio-Superior.
1. Eoceno marino.

El Eoceno marino forma el substrato, prácticamente desconocido en la parte interna de la Depresión Central Catalana. Dejando aparte los bordes sur y norte de la cuenca, éste ha sido cortado en algunos sondeos de investigación de potasa y especialmente de petróleo (sondeos de Pinós, Castellfullit de Boix y Guissona, de ESSO; Basella, Sanahuja y Oliana, de CIEPSA; Puigreig y Perafita, del INI). La geofísica (sísmica de reflexión) ha revelado que el reflector situado en el tope de la formación marina/contacto basal de la sal de Cardona presenta una tectónica de plegamiento, o mejor, defor-

mación mucho más suave que la que se observa en superficie. Deformación, además, que no guarda muchas veces relación con las direcciones superficiales del piso tectónico superior, pudiendo incluso haber una inversión tectónica. De ahí, por ejemplo, que se emplazara el sondeo petrolífero de Sanahuja (en el poblado de Sant Climent) en el eje sinclinal del Stampiense, pero que en profundidad existía un suave braquianticlinal.

El piso o etapa intermedia, la sal de Cardona, actuó de nivel de despeque, adquiriendo una estructura diapírica propia por halocinesis o migración salina.

El nivel estructural superior, de material «muerto» continental, tiene una estructura de plegamiento y fractura, de cierta energía, superior a la del Eoceno marino.

Parece demostrado, por medio de la sismica de reflexión, que el reflector Eoceno marino/sal desciende de una manera general en suave pendiente hacia el Pirineo. Esto significa que la potencia del Terciario continental aumenta hacia el Norte, pasando a espesores de más de 4.000 m. en la zona aragonesa y a unos 2.000 ó 3.000 m. en la zona catalana. Dicho nivel reflector, además, se introduce por debajo del frente de los mantos de corrimiento pirenaicos, especialmente en la zona de Las Nogueras y en Oliana. Esto comporta un recubrimiento tectónico de muchas facies marginales detríticas.

El hecho que acabamos de señalar explica que el punto de aplicación de los esfuerzos tectónicos tangenciales, provocados por la «mise en place» del manto frontal pirenaico, tuviera lugar en el piso tectónico superior 3), señalado anteriormente. La cobertera muerta de material suprasalino continental, empujada de este modo hacia el Sur, se pliega de acuerdo con las direcciones de esfuerzo, y se desliza por encima de la Formación salina de Cardona. Esta, a su vez, conforme a su elevadísima plasticidad, migra (halocinesis) y se repliega disarmonicamente con respecto al techo y muro de la misma, originando así estructuras diapíricas, de tipo intumescencia, dirigidas con ejes paralelos a las del nivel estructural 3. El Eoceno marino actúa de substrato pasivo (piso tectónico 1) poco deformado; sin embargo, la sismica ha revelado la existencia de algunas fallas normales, y otras quizá de desgarr regional correlativas de la primera fase orogénica pirenaica (es decir, anteriores al Terciario continental) o que hayan vuelto a jugar posteriormente y que hayan condicionado la tectónica diapírica 2) y de plegamiento del piso tectónico superior 3). Una de ellas es la conocida como «falla del Segre»; otras serían las que, en profundidad, han condicionado la colocación de las estructuras de Suria y Cardona.

Los *sistemas de pliegues* de la Depresión Central Catalana son los siguientes: 1.º Sistema SO.-NE. (véase Fig. 1):

Anticlinal del diapiro de Belfort-Montmagastre-Anticlinal de Oliana.

Sinclinal de Gualter.

Anticlinal de Cubells-Tiurana.

Sinclinal de Pons.

Anticlinal de Vilanova de la Aguda.

Sinclinal de Sant Climent.

Anticlinal del Estany.

Sinclinal de Ardevol.

Anticlinal de Pinós-Anticlinal de Cardona.

Sinclinal de Saló.

Anticlinal de Suria-Anticlinal de Balsareny.

Sinclinal de Callús.

Anticlinal de Santa María de Oló.

Este sistema está cortado por otro de dirección ONO-ESE.; el eje más conspicuo es el del anticlinal de Sanahuja (también llamado del Llobregós), que corta oblicuamente a casi todos los ejes del sistema anterior (salvo los dos primeros y los dos últimos). Los demás ejes son, de norte a sur:

- Anticlinal de San Lorenzo de M.
- Sinclinal de Busa-Prats de Lluçanés.
- Anticlinal de Cap de Pla-Puigreig.
- Sinclinal de Solsona.

El sinclinal de Navás ocupa una posición intermedia entre ambos sistemas. Nótese que el anticlinal de Sanahuja se prolonga hacia el SE., en la zona de Calaf, por un sistema de fallas. Probablemente sea la continuación de la falla de desgarré, e igual dirección, conocida por falla del Llobregat, de tipo dextrógiro.

El primer sistema, de dirección NE-SO., es paralelo a la supuesta falla del Segre, o, si se quiere, al flanco oriental del manto Gavarnie-Montsec. El segundo es paralelo al frente del manto de la Pedraforca (SEGURET, 1970; REILLE, 1971, y GARRIDO y RIOS, 1972).

El anticlinal de núcleo yesífero de Pons-Cubells flexiona hacia el Oeste, empalmando con el de Barbastro-Tamarite-Balaguer.

Las discordancias y fases de plegamiento es preciso tratarlas también en el cuadro regional. La primera fase pirenaica cuiasiense y/o luteciense no afectó evidentemente a las formaciones aflorantes en la zona de nuestro estudio. La segunda fase, según RIBA (1973), puede ser fini-eocena, seguida de otras dos pulsaciones intrasannoisienses (o, si se quiere, pre-stampiense). La tercera fase es fini-oligocena y pre-aquitaniense (CRUSAFONT, RIBA y

VILLENA, 1966, y REILLE, 1971). Posteriormente al Oligoceno ha habido otras fases más débiles intramiocenas que no han quedado registradas en las series estratigráficas de la parte oriental de la Depresión del Ebro. Las dos pulsaciones intra-sannoisienses pueden ser correlativas de dos discordancias angulares; una en el flanco sur del anticlinal de Cardona, y otra entre Vilanova de la Aguda y Pons.

Tratándose de sedimentación molásica no es de extrañar que existan marcadas *diferencias de potencia* entre dos columnas estratigráficas no demasiado alejadas; las condensaciones y reducciones de niveles se notan al examinar un mapa de líneas fotogeológicas. Podemos pensar que en facies molásica las potencias medidas son mayores en los flancos de un surcosinclinal cuando los aportes son bilaterales que en el centro o eje del mismo, donde las facies son más finas y de sedimentación más tranquila. La pendiente sedimentaria original puede falsear los valores medidos con respecto a la potencia vertical. En algunos surcos-sinclinales amplios, como el sinclinal de Callús o el de Saló, las mayores potencias medidas se encuentran en el corte levantado en el eje sinclinal y en dirección SO., mientras que la potencia es mucho más reducida en un flanco del mismo y hacia la misma dirección. Este fenómeno es debido, como se ha indicado, a la disposición imbricada de las unidades litoestratigráficas con polaridad hacia el SO. y a la formación de intumescencias salinas de los anticlinales semi-diapíricos de Balsareny, Suria, Cardona y El Estany, que se comportaron como áreas estables o en emergencia, en comparación con el carácter subsidente del resto de la depresión. Se trataría de un cierto tipo de megaestratificación oblicua, con «foresets» a la escala kilométrica, recogida a la vez por la tectónica y por la modalidad típica de depósito de una molasa.

3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

En el marco de la Hoja núm. 331, Puigreig, tenemos los siguientes ejes principales de plegamiento, de Norte a Sur:

- Sinclinal de Prats de Lluçanés: ONO.-ESE.
- Anticlinal de Puigreig: ONO.-ESE.
- Sinclinal de Navás: O.-E.
- Anticlinal de Balsareny: OSO.-ENE.
- Sinclinal de Callús: SO.-NE.
- Anticlinal de Santa María de Oló: OSO.-ENE.

Además, se presenta gran cantidad de fallas normales y cabalgantes, en general de poco salto, excepto la que va asociada al anticlinal de Santa María de Oló.

En general, los sinclinales son pliegues de gran radio con ramas muy

extensas, poco inclinadas, de buzamientos inferiores a los 10° en general. El primero, el sinclinal de Prats de Lluçanés, nace en Olost, a partir de una zona tabular, con suave pendiente hacia el Noroeste. Este sinclinal cruza el ángulo nororiental de la Hoja para pasar luego por el pueblo de Prats (que le da el nombre), Gironella y va a enlazar con el sinclinal de la Sierra de Busa.

El anticlinal de Puigreig se origina en las cercanías de Oristá por simple arrugamiento progresivo de la zona tabular al E. de dicho pueblo; sigue por San Felú Saserra y va a pasar por Puigreig, y en igual dirección sale de la Hoja por su ángulo NO. Se trata de un anticlinal ligeramente asimétrico, de flancos muy suaves, con buzamientos no superiores a los 15° en el flanco sur, y de 4 a 7 en el flanco norte. En Puigreig fueron realizados dos sondeos que llegaron al substrato de las formaciones continentales y no encontraron la sal. Se trata, pues, de una estructura sin intumescencia salina y, por consiguiente, no causada por halocinesis, como ocurre en otras estructuras anticlinales de más al Sur y más al Oeste.

El sinclinal de Navás, también muy suave, viene a constituir una divisoria entre los dos sistemas de pliegues, que no llegan a cruzarse. Tiene sus terminaciones en dos zonas tabulares de convergencia de pliegues: Oristá y Castelladral. Presenta un fuerte buzamiento axial hacia el Oeste. Todos los pliegues mencionados terminan por aplanamiento de las charnelas. Nos preguntamos si dichas zonas tabulares tienen algún significado en relación con la formación salina infrayacente. ¿Fueron zonas de altos sedimentarios con poca o nula sedimentación de evaporitas? ¿O fueron zonas de difluencia halocinética? La sísmica, o algún sondeo, probablemente nos lo contestaría.

El anticlinal de Balsareny es continuación hacia el ENE. de la estructura de Suria. Se trata de un eje anticlinal con dos intumescencias desarrolladas en ambos ríos Cardoner y Llobregat. Hacia el NE. el anticlinal desaparece por aplanamiento de la charnela. Este anticlinal está bien conocido por ser sede de explotación minera de potasa. La formación salina no está a mucha profundidad (a 420 m. en el pozo de explotación) y las capas del criadero están poco plegadas. Al igual que las demás estructuras descritas, el anticlinal de Balsareny tiene flancos con buzamientos de 5 a 11°.

La estructura de Santa María de Oló es, desde luego, la más notable de la Hoja y debe ser atribuida en gran parte a la tectónica salina, aunque favorecida, como ya se ha dicho anteriormente, por alguna alineación estructural profunda. Se trata de un pliegue anticlinal muy agudo con el flanco norte fallado y hundido. Esta falla normal se localiza muy próxima, y algo al sur del eje anticlinal, por lo que en muy pocos lugares se observan buzamientos fuertes en el flanco norte, donde los estratos están muy poco inclinados. El flanco sur, en cambio, presenta fuertes buzamientos que llegan incluso a la verticalidad. En el núcleo anticlinal afloran discontinuamente los términos margoso detríticos del Complejo lacustre de Sanahuja, que en

algunos puntos parecen haber sido arrastrados hasta la superficie. En el flanco norte aparecen pequeños repliegues anticlinales y sinclinales que deben ser atribuidos a un reajuste de capas después de la migración salina. En el flanco sur hay abundantes *drag-flods*, aunque dichas estructuras también podrían ser debidas a *slumping*.

La estructura de Santa María de Oló se amortigua hacia el SO. y converge junto con la falla del Guix (existente en la Hoja vecina de Manresa, núm. 363) hacia una zona situada al sur de Avinyó, donde es cortada por pliegues muy agudos, con fuertes buzamientos en los flancos, de dirección N.-S.

En el área de Moyá-L'Estany (parte oriental de la Hoja) la estructura de detalle está muy complicada por la presencia de una gran cantidad de repliegues y fallas de poco salto. Se trata de fallas de componente N.-S., o NNO.-SSE. y de algún pliegue de igual dirección que parecen responder a fracturas de zócalo pertenecientes a los sistemas del valle del Congost y reborde occidental del macizo del Montseny. Creemos que la depresión lacustre de l'Estany tenga un origen tectónico.

4 HISTORIA GEOLOGICA

La Historia Geológica de una región debe establecerse teniendo en cuenta el mayor número de datos posibles. Por otra parte, el área ocupada por una Hoja resulta extremadamente pequeña para conocer los principales hechos ocurridos en el transcurso de los tiempos geológicos. Por todo ello, la Historia Geológica se basará en los datos obtenidos de los trabajos cartográficos del bloque 12-12, que comprende las Hojas de Pons, Cardona, Puigreig y Calaf, que en el presente año ha realizado Compañía General de Sondeos, Sociedad Anónima. La Historia Geológica es, por tanto, la misma para las cuatro Hojas que integran el citado bloque.

El Eoceno marino (Biarritzense y Priaboniense Inferior) corresponde a un ambiente nerítico de plataforma (FERRER, 1967, 1971), aunque en algunas de las muestras se encuentren foraminíferos planctónicos; además, según REGUANT (1967), dicho Eoceno representa una facies de un medio de baja energía, en aguas cálidas y tranquilas; con las áreas vecinas distributivas en estado de biostasia (zona de Vich); salinidad normal, aunque hacia los bordes de la cuenca se pase a medios hipohalinos. Esta baja energía del medio se pone de manifiesto por el carácter micrítico de las intercalaciones de calizas.

A este Eoceno, en el borde de la Cordillera Prelitoral Catalana, vertían ríos muy cargados de material clástico grueso que formarían conos de deyección costeros que progradarían hacia el centro de la cuenca del Ebro (Montserrat, Sant Lloréns del Munt, etc.). Lateralmente se pasaría a cuñas

marinas de la Formación margas de Igualada. Otro tanto ocurriría en el borde opuesto pirenaico con los conglomerados de Berga.

Este mar biarritziense-priaboniense se fue desplazando hacia el SE. de la cuenca, correlativamente con la primera fase orogénica pirenaica. Esto dio lugar a un contacto diácrono de las facies continentales con las marinas. Las capas marinas más altas se encuentran en el sector comprendido entre Collsuspina y Manresa.

El tránsito marino a continental tiene lugar en el sector Calaf-Manresa, en el Priaboniense Medio y Superior, que es, en la zona de Guardiola (perfil de Arbós-Edllet), muy detrítico, con facies de playa y continentales de llanura de inundación. En cambio, en la zona de Igualada se realiza a través de una serie calcáreo-organógena (Miembro Tossa), incluso arrecifal, que se enriquece en grava, para pasar lateralmente a los conglomerados de Montserrat. En Moyá-Collsuspina el tránsito se realiza con depósitos litorales de arenas, arrecifes y lignitos. Hacia el norte de Igualada, por otra parte, las calizas del Miembro Tossa pasan a un medio restringido de «*lagoon*», con el depósito de evaporitas de la Formación salina de Cardona.

Así pues, las facies marinas típicas en el Priaboniense Medio y Superior desaparecen, y la mayor parte de la cuenca catalana del Ebro queda ocupada por un «*lagoon*» con alimentación de aguas marinas. Ahora bien, los caracteres geométricos de la cuenca y los depósitos aflorantes en la actualidad no permiten deducir si existió la clásica barra litoral, o fue un cordón de arrecifes lo que lo aisló del mar abierto; o, por el contrario, según la teoría de BUSSON, sería una extensa plataforma marina sin barras, de aguas muy someras, en la que por evaporación se produciría una masa densa de agua hipersalina, con depósito selectivo de sales, sin necesidad de llegar a la sequedad y de acuerdo con el reparto geográfico de sales de la teoría de BRIGGS.

Es de esperar que, para que esta cuenca evaporítica no se colmatara durante el Priaboniense, fuese necesaria una subsidencia bastante continuada. Así, la potencia de sales, aunque algo arriesgada de evaluar, sería del orden de los 100 m. (Sallent, Callús), mientras que en la parte de Cardona, más al Norte, ésta debería de ser doble o triple. Por desgracia, las investigaciones de potasa no han cortado nunca la base de la sal, y la sísmica de reflexión acusa, bajo la mina de Cardona, una base posible algo más allá de los 2.000 m. de profundidad. Este depósito salino constituye un megaciclo sedimentario, casi simétrico: anhidrita-sal-silvinita-carnalita-sal-anhidrita.

Aun dentro del Priaboniense Superior, desaparecida la influencia marina, y con ella el depósito de las menas de potasa, se pasa ya a un régimen sedimentario continental endorreico, con suministro de aguas fluviales más sulfatadas y carbonatadas, ricas en calcio y sodio. Los aportes detríticos son bilaterales, unos proceden del Pirineo, otros de la Cordillera Costera Catalana. Los más groseros quedaron en el borde, formando un fanolomerado,

mientras que los más finos se transportaron al centro de la cuenca, donde antes de terminar el Priaboniense queda ocupada por una laguna central de aguas bastante permanentes. En los bordes de estos sectores se han registrado algunas erosiones (disconformidades) debidas a levantamientos locales o a descenso del nivel de base local endorreico. Durante este episodio lacustre el depósito detrítico denotaba un transporte en corrientes turbidíticas y, hacia la parte más céntrica de la cuenca (zona de Calaf-Suria), era asiento de calizas lacustres en plaquetas y margas, y sobre todo de importantes masas de yesos acompañadas de intervalos de halita (Formación yesos de Barbastro).

A propósito de estas facies correspondientes al Complejo lacustre, como se ha indicado en el apartado de Estratigrafía, son las litofacies calcáreas (calizas y margas) las que presentan una asociación más abundante de microfaua (Ostrácodos) y microflora (Charáceas) tanto en el Priaboniense Superior como en el Sannoisiense y Stampiense.

La presencia de Ostrácodos pertenecientes a los géneros *Loxoconcha*, *Fabarella* (*Neocyprideis*), «*Cypris*», *Ilyocypris*, *Eocytheropteron* y *Hemicyprideis*, en las tres unidades separadas del Terciario continental, demuestra que se trata de sedimentos de agua salobre, de salinidad comprendida entre oligohalina a polihalina, predominando el medio mesohalino en la mayor parte de la región estudiada. En determinados momentos, los aportes fluviales adquirieron gran importancia (series de arcillas rojas con areniscas y/o conglomerados en paleocanales), lo que daba lugar a que la salinidad de la cuenca disminuyese, en cuyos niveles predominan los Ostrácodos de los géneros «*Cypris*», *Darwinula*, etc., característicos de medios oligohalinos. Por el contrario, en los tramos más calcáreos, sin niveles de areniscas, las facies son de tipo polihalino, con predominio de Ostrácodos pertenecientes a los géneros *Eocytheropteron*, *Loxoconcha*, etc. Los depósitos yesíferos han tenido lugar, muy probablemente, en un medio polihalino.

Al entrar en el Oligoceno (Sannoisiense), el depósito de las molasas adquiere gran desarrollo en la cuenca intramontañosa. Hacia los bordes predominan los conglomerados (Formaciones de Montserrat y de Berga), que pasan lateralmente hacia el centro a molasas que cubrieron las llanuras de inundación y las «bajadas», surcadas por una red fluvial no jerarquizada de cauces, que luego se rellenan (paleocanales) a medida que el nivel de base del centro de la cuenca va ascendiendo por la sedimentación. Hacia el centro, el ambiente sedimentario pasa a ser lacustre-salobre (como ya se ha dicho anteriormente), con precipitación de calizas, lignitos y margas (Calaf) (Formación Tárrega), y hacia la parte más profunda se precipitan los depósitos químicos más solubles, como son los yesos e incluso halita (cartografiados en las Hojas de Pons y Calaf) (Formación yesos de Barbastro). Nótese que en este esquema paleogeográfico, en el surco-eje de la cuenca sedimentaria, no hay conglomerados, ni siquiera en la zona al oeste de Vich. Dicho

surco fue levantándose por el lado oriental, de modo que la umbilicación, o zona de mayor profundidad, y por tanto, de sedimentación de evaporitas, fue desplazándose durante todo el Oligoceno hacia el Oeste, para quedar ubicado en el área de Los Monegros, ya en el Mioceno. Este hecho explica por qué las calizas de la Formación Tárrega van siendo cada vez más modernas a medida que nos desplazamos del área del Estany-Moyá hacia Maials, Fraga y Mequinzenza. Lateralmente, cada capa de caliza lacustre pasa hacia el Oeste a los yesos (con algo de halita). Hay pues una imbricación de ambientes sedimentarios en los que se da siempre, en cada isocrona, la sucesión molasa-caliza lacustre-yesos.

La distribución del colorido de las facies es un hecho que merece un comentario. Durante el Priaboniense Superior y parte del Sannosiense el color de los depósitos continentales, especialmente los arcillosos, es predominantemente el rojo. Sin embargo, ya antes de terminar el Eoceno empiezan, por lo menos en la parte oriental de la cuenca (zona de Avinyó-Puig-reig), a depositarse sedimentos de facies claras, amarillentas, de origen pirenaico (se trata de la Formación molasa de Solsona-arenoso), que alcanza el Stampiense y que indenta hacia el Sur con las facies permanentemente rojas, procedentes de las Cordilleras Costeras Catalanas y de la Ibérica. El color de los sedimentos es indudablemente heredado de las áreas distributivas (ya que hay verdaderos «pasos laterales de color»), y éstos son transportados a la Depresión del Ebro sin alterar sustancialmente, salvo cuando se asocian a evaporitas, blanqueándose. Así pues, el colorido de los sedimentos es de origen edáfico, y si éste cambia, a partir del Priaboniense Superior y Sannosiense, para los depósitos de origen pirenaico, ello implica un paso en los Pirineos a un clima más húmedo y fresco, probablemente debido al levantamiento orogénico de los mismos. Esto no se dejó sentir apenas para la Ibérica y Catalánides.

Sobre el clima dominante durante el Eoceno Superior y el Oligoceno tenemos valiosos datos paleobotánicos proporcionados por los yacimientos de Cervera, Sarreal, Ribesalbes, Sossís, etc., estudiados por DEPAPE (1950), FLICHE (1906), MADERN (1966, 1969), FERNANDEZ MARRON (1967, 1971, 1973) y DE SITTER (1961), que denotan la existencia de especies que crecerían bajo un clima intertropical cálido húmedo, agresivo y laterizante, con marcadas variaciones estacionales, con una estación seca acusada, lo cual permitiría la rubefacción de los suelos (PINILLA y RIBA, 1972). Ahora bien, no tenemos que imaginar un clima terciario homogéneo para todo el territorio. Las diferencias altitudinales, provocadas por unos Pirineos en surrección, y una depresión cerrada, como continúa siéndolo hoy en día la del Ebro, provocadora de un mínimo pluviométrico y de sequedad ambiental, pudieron dar lugar a la diferenciación de sedimentos aludida en el párrafo anterior.

Considérense otros aspectos de la sedimentación durante el Oligoceno

Inferior. La fuerte subsidencia iniciada al establecerse el régimen de deposición continental prosiguió intensamente durante el Priaboniense Superior y el Oligoceno. Este depósito, además, como ya se ha hecho notar en el apartado anterior, quedó fuertemente influenciado por la actividad tectónica.

Durante el Sannoisiense se dejaron sentir en el Ebro las fases de plegamiento del Pirineo. RIBA (1973) cita dos discordancias posteocenas y pre-stampienses en el alto Cardoner, que pueden ser correlativas a las dos registradas dentro de la cuenca durante el Sannoisiense (la del sur del anticlinal de Cardona y la de Pons-Vilanova de la Aguda) (Hojas de Pons y Cardona). Son discordancias angulares asociadas a progresivas. La colocación de los mantos de corrimiento pirenaicos (SEGURET, 1970) y sus últimos empujes hacia el Sur, hicieron que éstos se aplicaran directamente a la cobertera de la sal (Priaboniense Superior-Oligoceno), lo cual se traduciría por un empuje hacia el Sur en dicho nivel estructural y el consabido plegamiento de la misma. Se trata, pues, de un plegamiento cuticular utilizando las evaporitas terciarias como nivel de despegue, y en éstas además se cebaría la halocinesis orientada según los sistemas de ejes descritos en el apartado anterior (pliegues semi-diapíricos). El momento de máxima deformación quedó registrado en las dos discordancias mencionadas. El efecto halocinético, una vez cebado, pudo desarrollarse con cierta autonomía, prolongando la duración del plegamiento de la cobertera continental. A esta misma fase diástrófica se debe la inyección del diapiro de Bellfort (Hoja de Pons), fosilizado por las últimas bancadas del Stampiense.

Durante el Stampiense prosiguen los procesos de desarrollo y colmatación de la cuenca intramontañosa descritos para el Sannoisiense anteriormente. Los aportes groseros pirenaicos de la molasa de Solsona van llegando más hacia el centro de la cuenca sedimentaria, cuya umbilicación o surco más deprimido se situaría en la zona Calaf-Mayals con pocos o sin depósitos de evaporitas. Esto puede implicar una humidificación del clima con más aportes fluviales y menor evaporación.

En el Oligoceno Superior y antes del Aquitaniense se registra la última fase del plegamiento alpino (CRUSAFONT, RIBA y VILLENA, 1967; REILLE, 1971). Con ella se refuerza el plegamiento esbozado en las fases anteriores: la discordancia de Cardona se deforma (es decir, se incurva el plano de discordancia) y la sal del anticlinal de Cardona se inyecta diapíricamente, creando el diapiro actual.

En el área catalana de la Depresión del Ebro, a partir del Oligoceno, ya no se registran depósitos más modernos. El conjunto del Terciario continental queda sometido a erosión y formación de un relieve estructural, con cuevas y relieves invertidos, pero sin llegar a formarse una penillanura. Solamente existen algunos recubrimientos de piedemonte en los glaciares pliocuaternarios del N. de Lérida. La red fluvial se encaja epigenéticamente sin respetar las alineaciones tectónicas, por lo menos en lo que atañe a los

troncos principales. Otros, en cambio, se adaptan a los ejes estructurales, como ocurre con el río Llobregós en los anticlinales de Sanahuja y Vilanova de la Aguda. La terraza más alta (Villafranquiense) se sitúa en el tránsito plio-cuaternario.

En el Cuaternario se registra la profundización de los valles, con la formación de los episodios de aterrazamiento de los cuatro niveles descritos en el apartado 2 de Estratigrafía.

Algunos movimientos tectónicos recientes, de poco alcance, se han dejado sentir durante el Pleistoceno, que se han cebado en la sal, renovándose la actividad halocinética. Así, tenemos las deformaciones de la terraza alta de Cardona alrededor de la Montaña de Sal, las deformaciones de la terraza del Tordell, en Suria, y el abovedamiento de las terrazas pre-wurmíenses del anticlinal de Pons y Balaguer (SOLE SABARIS, 1955).

5 MINERIA Y CANTERAS

En la Hoja de Puigreig, las sustancias útiles conocidas que han merecido explotación, o que siguen teniéndola, son las siguientes:

1. Sales sódicas y potásicas.
2. Lignitos.
3. Canteras de arcillas y gravas.

5.1 SALES SODICAS Y POTASICAS

La sal gema ha sido explotada desde tiempo inmemorial en la llamada Montaña de Sal o Montaña Roja de Cardona.

En Suria, junto a la margen izquierda del Cardoner, existió otro criadero de sal gema, que se trabajó en pequeña escala durante la guerra civil de los Siete Años, quedando más tarde prohibida su explotación por un veto interpuesto de Hacienda, y fue abandonada antes de 1880. Dicho lugar, conocido por el nombre de la Casa Salí (a 1 km. al sur de Suria, y al nivel del lecho de inundación del río), fue el lugar en el que, en 1912, tuvo lugar el descubrimiento de la potasa. Los señores Macari y Viader, al poner en explotación mediante un pozo de 60 m. una antigua mina abandonada, para proseguir la fabricación de bolas de sal, utilizadas para la alimentación del ganado, se dieron cuenta con sorpresa que algunas de ellas eran rechazadas por los animales. Al querer averiguar cuáles podían ser las «impurezas» que dichas bolas pudieran encerrar, se procedió a realizar un taladro horizontal y otro vertical y a una serie de análisis químicos que dieron por resultado la presencia de una importante masa de potasa de excelente ley. Este descubrimiento dio lugar a una impetuosa avalancha de solicitudes de concesio-

nes mineras, muchas de las cuales eran de extensión poco frecuente en la minería española. Aunque de forma encubierta, dichas peticiones eran realizadas por entidades extranjeras que, en un principio, quizá lo que más les interesaba era retener la explotación española en beneficio de la competencia extranjera. Por dicha razón el Estado obligó a dichos peticionarios, mediante disposiciones concretas al respecto (1914), para que realizaran las prospecciones adecuadas, y al mismo tiempo se hizo una reserva estatal de toda la zona aún no solicitada que abarcaba la totalidad de lo que podemos considerar la cuenca potásica catalana, tal como ha sido reconocida en la actualidad. El polígono tenía por vértices: Isona-Berga-Vich-Manresa-Igualada-Tárrega-Balaguer-Isona, y una extensión de 472.000 hectáreas.

En 1914 empezaron los primeros sondeos en Suria, pero la Primera Guerra Mundial perturbó las investigaciones en curso. En 1914 apareció la primera Memoria sobre las sales potásicas de Cataluña, debida a RUBIO y MARIN. Tres sociedades emprendieron trabajos: La Sociedad Solvay empezó en Suria el primer pozo maestro, aunque la explotación no se inició hasta 1925. Se trata en la actualidad de la empresa conocida por Minas de Potasa de Suria, S. A., la cual perforó trece pozos de investigación en el área de Suria. La Sociedad Fodina prospectó el área de Vilanova de la Aguda y terrenos comprendidos entre el Llobregós y el Cardoner, mediante siete pozos que revelaron la existencia de cierta proporción de potasa dentro de la masa salina y yesífera. Una tercera compañía, la entonces Sociedad de Industria y Comercio, filial de la Unión Española de Explosivos, ejecutó sondeos de reconocimiento en la zona de Cardona (tres pozos de pequeño diámetro), así como varios taladros en la Montaña Roja de Cardona, que revelaron la presencia de silvinita en masas de importante riqueza.

En Cardona, los pozos se iniciaron en 1925, y la puesta en explotación quedó diferida hasta 1931. Los dos pozos y contrapozos alcanzan en la actualidad la profundidad de 1.020 metros.

La Sociedad Potasas Ibéricas descubrió, en la región de Sallent, mediante seis sondeos, un yacimiento potásico particularmente rico, e inicia la explotación en 1932, en el valle del Llobregat. Poco después, en 1934, Explotaciones Potásicas inició la perforación de un pozo de 529 m. en Balsareny, en el mismo valle, pero su explotación no se inicia hasta 1954.

En la actualidad, Cardona, Balsareny y Sallent han pasado a depender de Unión Española Río Tinto.

Resumiendo, en 1932 (MARIN, 1923) ya se habían realizado cincuenta sondeos en la cuenca potásica catalana. Las sales potásicas fueron reconocidas en 39 sondeos (RIOS, 1962). Los datos geológicos de superficie y los geofísicos (GARCÍA SIÑERIZ, 1933) han permitido reconocer los niveles potásicos en una extensión superficial de unos 160 Km², y con un espesor medio de 2 m. las reservas estimadas de K₂O son de 500×10⁶ de Tm. y con seguridad de 4,5×10⁶ (según el Mapa Metalogénico de España, I. G. M. E.

«Potasas-Sal Común», 1972). La ley en K_2O es del 19 por 100 en Suria, 16,5 por 100 en Cardona, y de 22,5 por 100 en Sallent, como contenido promedio, y un intervalo de ley del 15 al 23 por 100. La producción anual es de 380.000 Tm. de K_2O , lo cual representa el 62 por 100 del total español, y solamente el 2,5 por 100 de la producción mundial según la fuente antes mencionada. Por otra parte, según E. PINEDA (en RIOS, 1962), estima una reserva de 9×10^9 Tm. de silvinita con el 20 por 100 de K_2O y $1,8 \times 10^9$ Tm. de K_2O , sin considerar el K_2O incluido en la carnalita. Para el cálculo de las sales recuperables, las anteriores cifras deben ser en gran manera reducidas.

Los niveles de silvinita, según los mineros, son dos (ver apartado de Estratigrafía): el nivel A inferior y el nivel B superior, separados por un intervalo de halita; éstos son laborables cuando tienen un espesor superior a 2 m. La mena principal, desde luego, es la silvinita, siendo por el momento la única mena beneficiada. El origen del banco basal de silvinita (RIOS, 1962) probablemente sea debido a precipitación directa, mientras que las capas superiores de interestratificación silvinita-carnalita pueden ser debidas a recristalizaciones, estimuladas por la presión que favorece el proceso. Se debe destacar la presencia de estériles en las menas de silvinita. Dichos estériles de forma ovoidea están integrados principalmente por halita y algo de silvinita, con muy baja ley en conjunto. En estos estériles los minerales están fuertemente recristalizados y con algunos restos de arcillas diseminados. Es probable que en conjunto los estériles sean debidos a fenómenos de recristalización favorecidos por los esfuerzos tectónicos y la presión litoestática. En la Formación salina de Cardona es característica la ausencia de sulfato magnésico.

La cuenca potásica catalana es muy similar en cuanto a la paragénesis de minerales, características geológicas y edad a la cuenca de Alsacia, aunque difieran en el aspecto tectónico. De acuerdo con RIOS (1962), ésta es diferente del yacimiento del NE. de Alemania no solamente en cuanto a edad se refiere, sino además por la falta de sulfatos. La paragénesis mineral de la cuenca catalana, en contraste con la germana, está caracterizada por una interestratificación de halita en la carnalita, y otra en la silvinita, al mismo tiempo que esta última suele presentar tonos más claros.

Actualmente constituyen las sales potásicas la única riqueza minera explotada dentro del perímetro de esta Hoja. Fue una de las zonas señaladas de interés minero desde el inicio de la investigación de potasas, por lo que se han practicado numerosos sondeos dentro de los términos de Balsareny, Avinyó y Puigreig. Las sales potásicas se descubrieron primeramente en el denominado *sondeo de Balsareny*, con una gran riqueza en silvinita. A continuación se describen los sondeos más importantes realizados dentro de la Hoja (MARIN, 1932; LARRAGAN y BATALLER, 1950).

1. El *sondeo de Balsareny* se ubicó junto a Can Vila, en la rama sur del

anticlinal de Balsareny y a unos 2 km. al NE. del pueblo. Hasta 476 m. se cortaron margas y areniscas con yesos, a continuación se atravesaron margas abigarradas con algo de anhídrita hasta 537 m., seguidas de margas rojas con bancos de areniscas, algo de yeso y nódulos de sal hasta los 640 m. Después de atravesar margas grises con anhídrita y sal común, apareció la formación marina a partir de la cota de 674 m. En la formación salina fueron cortados tres niveles de carnalita de 2,5 a 3 m. de espesor entre 702 y 721 m. con halita intercalada. La silvinita se cortó en una capa de 1 m. a los 736 m., dando un contenido de 22 por 100 en K_2O .

2. El *sondeo Avinyó-1* fue emplazado aproximadamente 1 km. al SSO. del pueblo, junto a la riera Gabarresa. Se cortaron margas abigarradas con yesos y escasos bancos de areniscas hasta los 181 m., entrándose en la Formación salina a partir de la cota de 197 m., después de atravesar 16 m. de margas grises con sal. Sólo se cortó una capa de carnalita de 1 m. a la cota de 241 m. y se perforó el Eoceno margoso a partir de la cota de 335 m., después de atravesar los cinco metros precedentes en margas oscuras con anhídratas y sal. El sondeo se terminó a 340 m., con los indicados resultados totalmente negativos.

3. El *sondeo Avinyó-2* se emplazó en el arroyo Cornet y equidistante de los dos anteriores. Hasta la cota de 565 m. se cortaron margas abigarradas con yeso e intercalaciones variables de areniscas. A continuación areniscas, calizas y margas grises hasta los 604 m., en los que se entró en la Formación salina. En ésta se cortaron dos capas de carnalita de 3,6 y 1,5 m. y una capa de silvinita con 0,6 m., respectivamente, a las cotas de 614, 624 y 629 metros. La silvinita dio un contenido del 45 por 100 en K_2O . A partir de 744 m. se entró en las margas grises azuladas (Eoceno), inmediatamente después de atravesar 5 m. de anhídrita, terminándose el sondeo a los 751 m.

4. El *sondeo Puigreig* para potasa se localiza en el núcleo anticlinal de Puigreig, a la salida norte del pueblo. Desde el punto de vista de la investigación de potasas dio resultados totalmente negativos, cortándose el Eoceno marino a partir de los 535 m. hasta 817 m., donde se terminó. En la base de las molasas típicas continentales se cortó un nivel de margas grises de 53 m. de potencia y, en el techo de los depósitos marinos se encontraron niveles detríticos con Nummulites y margas carbonosas. O sea, en conjunto, unas formaciones análogas a las que afloran en el borde oriental de la cuenca en el contacto marino-continental, por lo que hay que suponer que este sondeo está ubicado en un punto de semejante disposición paleogeológica y, por lo tanto, que marca el límite septentrional de la cuenca salina y potásica en esta área.

5. El *sondeo Beta-II* fue realizado por la Sociedad Fodina, dentro de su concesión Beta. Se localiza unos 2,5 Km. al SSO. de Balsareny. Hasta la cota 392 m. fueron cortadas las molasas continentales de margas abigarradas, con capas de areniscas predominantes en el techo y de calizas hacia la base. A continuación 15 m. de areniscas seguidas de 18 m. de margas grises, quizás atribuibles a la formación Santa María de Oló. A partir de la cota de 425 m. se entró en la Formación salina, en la que se continuó perforando hasta la cota de 553 m., en que se terminó la perforación. Fue cortada una potente capa de carnalita con 6,4 m. y ley variable, y cuatro capas de silvinita con un contenido de K_2O del 17,1 al 31,4 por 100. La capa de carnalita se comenzó a cortar a la cota de 464 m. y las de silvinita a las de 470, 448, 496 y 504 m., presentando unas potencias respectivas de 1,25, 1,94, 1,80 y 2,30 metros. A partir de la base de esta última capa se perforó el resto del pozo en la «sal vieja».

6. La Sociedad La Minera perforó, al norte de Sallent, dos sondeos que caen dentro del perímetro de esta Hoja. El *sondeo Sa. NO.* se localiza a 1 km. al sur de Balsareny. Hasta la cota de 306 m. se cortaron las molasas, seguidas de margas con areniscas y de margas grises (Formación Santa María de Oló), para entrarse en la Formación salina a partir de la cota de 361 m. Se cortaron dos niveles importantes de silvinita a las cotas de 425 y 435 m., con un espesor de 2 y 2,7 m., respectivamente. En este sondeo se perforaron abundantes capas y vetas de carnalitas por encima de los niveles de silvinita. El sondeo se continuó hasta la cota de 474 metros, donde se terminó aun dentro de la «sal vieja».

7. El *sondeo Sa. SE.* se localiza unos 3,3 km. al SE. de Balsareny. Presenta análogas características que los anteriores realizados en esta zona: molasas en la parte superior, hasta la cota de 390 m., areniscas y margas grises hasta 433 m. y, a partir de esta cota, hasta los 530 m., en que se terminó el sondeo, se perforó la Formación salina. Se cortaron dos capas de silvinita a las cotas de 473 y 476 m. con 1,7 y 4,4 m., respectivamente. También se cortaron, además de delgados lechos, dos capas importantes de carnalita.

Se explota exclusivamente la silvinita, encontrándose de muro a techo las siguientes capas: *Capa A₁* de 0,5 m. y una ley media del 30 por 100 de K_2O , a continuación 0,5-0,6 de halita con intercalaciones de margas. Sobre la anterior, la *Capa A* de 2,25 m. y una ley media del 14-18 por 100 de K_2O , pudiendo presentar abundantes repliegues, con enriquecimiento de silvinita en las charnelas y disarmonías entre los niveles inferiores y superiores. Un entredós de sal con intercalaciones de margas de 2,5 metros de espesor y a continuación la *Capa B* de 0,5 m. y ley media del 30 por 100. A continuación vienen los niveles de carnalita y halita que constituyen los niveles superiores de la formación salina.

Las capas potásicas que se explotan en Balsareny constituyen la continuación de las que son explotadas en Sallent, desde donde bajan en suave pendiente hasta el núcleo sinclinal de Callús. En éste se localiza la mina, estando aquí las capas horizontales. Al pasar ambas minas a la misma empresa (Unión Explosivos Río Tinto) se ha concluido en la actualidad un proyecto de unión de ambas por una galería, con lo que se puede mecanizar en gran parte el laboreo por medio de máquinas rozadoras que descienden a lo largo de la capa por gravedad gracias a su buzamiento.

Según la Memoria del Mapa Metalogénico de España, mineralizaciones de Potasa-Sal común (1972), la producción de K_2O de la mina de Balsareny supone un 7 por 100 de la producción nacional, que equivale a 42.980 Tm. de K_2O al año.

5.2 LIGNITOS

Los lignitos constituyen un término carbonoso casi siempre ligado al ciclotema de las calizas lacustres del Terciario continental del Ebro. Dicho término, en algunos parajes, se hace particularmente potente y ha permitido algún laboreo, sin llegar a una explotación rentable. En el término de la Hoja de Puigreig están señalados lignitos terciarios en: Avinyó, una capa de 0,2 m., en el Serrat de Aguilera y en Santa María de Oló, con una capa de 0,4 m. en el Solei de Vilagut (MAURETA y THOS, 1881).

CLOSAS (1948) cita también lignitos en el término de Sallent.

5.3 CANTERAS

En la Hoja de Puigreig se explotan esporádicamente canteras de gravas y arenas para áridos ubicados en las terrazas fluviales del Llobregat.

En la zona de Avinyó se instaló un horno y molino de cal de uso comercial.

Numerosas ladrillerías de fabricación artesana se encuentran dentro del marco de la Hoja, prácticamente en cada pueblo.

6 HIDROGEOLOGIA

Hasta el presente no se ha realizado un estudio extensivo y sistemático de las características hidrogeológicas de la Depresión Central Catalana.

En general, podemos dejar sentado que la Depresión del Ebro no constituye una cuenca hidrogeológica apta para el alumbramiento de grandes caudales de agua. Los acuíferos son muy reducidos, locales, y sus aguas de mala calidad. Los sondeos realizados hasta el presente no han acusado la existencia de acuíferos de cierta importancia.

Los sondeos perforados recientemente por Obras Públicas (ver FAYAS, 1972) en Callús y al norte de Cardona, no encontraron rocas porosas y permeables lo suficientemente adecuadas como para instalar en ambos pozos una planta de inyección de los vertidos industriales. Especialmente se trataba de inyectar las salmueras procedentes de las minas de Cardona y Suria, y las aguas de la Riera Salada de Cardona, que hoy van íntegramente al Cardoner, dándole una salinidad muy superior a la tolerable, en lo que a las normas contra la polución se refiere. Según el mencionado autor, la salinidad media en Martorell es de las 450 Tm./día de cloruros (expresadas en ion cloro).

La falta de porosidad-permeabilidad de las facies detríticas del Terciario continental se debe a la matriz arcillosa que rellena los espacios intergranulares, así como al cemento carbonatado. Este alto contenido arcilloso, no lavado, de las fracciones granulométricas superiores, es atribuido a ambientes de poca energía, especialmente lacustres.

El carácter lacustre endorreico se revela por el alto contenido de los sedimentos en sales solubles. Véanse, como información, los mapas de salinidad realizados por PINILLA (1972). Esta salinidad supera mucho los 100 meqv. de semisuma, medidos en 100 g. de material y disolución a 0,5 l. En material arcilloso de facies evaporíticas de yesos dominan, en general, los cloruros sobre los sulfatos, y el Na^+ con mucho sobre el K^+ , siendo, asimismo, abundante el Mg^{++} . Los carbonatos solubles se hallan principalmente en el reborde pirenaico, en áreas poco salobres o en zonas de calizas lacustres relativamente poco ricas en evaporitas.

Los acuíferos susceptibles de ser explotados se suelen encontrar en la Depresión del Ebro, en:

- 1.—Antiguos conos de deyección, paleocanales, o capas de areniscas o conglomerados sedimentados en un medio de alta energía que permitiera una clasificación y separación de los materiales gruesos de los finos. Ello es posible especialmente en los bordes de cuenca, aunque, en nuestro caso, es difícil encontrar dichas facies, dado que la mayor parte de las formaciones pertenecen al centro de la misma.
- 2.—En calizas lacustres fisuradas, algo disueltas por la circulación subterránea, pueden hallarse caudales muy modestos.
- 3.—En zonas fracturadas.
- 4.—En formaciones yesíferas permeables por disolución, con aguas casi impotables.
- 5.—En los aluviones y materiales cuaternarios.

Los factores que determinan la existencia de niveles permeables pueden combinarse, dándose condiciones óptimas para que se formen acuíferos y, por consiguiente, de forma eventual, manantiales.

Sin embargo, dada la escasez de fuentes y la dificultad de encontrar acuíferos por medio de pozos, las masías aisladas han optado, en general, por la solución de recogida de aguas pluviales y el empleo de cisternas.

Observando el mapa se nota que una gran parte de los pozos existentes están abiertos en terrenos cuaternarios, lo que significa que es en estos terrenos donde se ubican los mejores acuíferos y donde existen además las aguas menos duras.

En la Hoja de Puigreig, merecen citarse:

- 1—Una fuente de agua ferruginosa en el pueblo de Estany. El nombre de este pueblo es debido a la existencia de un estanque, posiblemente de origen tectónico, que en 1737 fue «saneado» mediante la apertura de una galería de desagüe.
- 2—Hay fuentes al sur de Puigreig, cerca del Ferrocarril: la fuente del Lledó, y otras al sur del pueblo, todas ellas en paleocanales.
- 3—En Santa María de Oló, el suministro de agua se realiza a partir de la de una fuente situada al otro lado del barranco, en el flanco sur del anticlinal y en calizas fisuradas, llamada Font de les Hortes.
- 4—El resto de los pueblos se surtían de las aguas subálveas o superficiales, debidamente depuradas, del Llobregat.

7 BIBLIOGRAFIA

- ALMELA, A. (1943).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja n.º 294, Manlléu». *Inst. Geol. Min. España*, 52 págs., 9 láms., Madrid.
- ALMELA, A., y RIOS, J. M. (1943).—«Contribución al conocimiento de la zona subpirenaica catalana. 2.ª parte. Las edades de los yesos del Eoceno catalán y algunas observaciones sobre la estratigrafía del mismo». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 56, pp. 391-452, 1 fig., 3 láms., 1 mapa, Madrid.
- (1947).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Explicación del Mapa Geológico de la provincia de Lérida». *Inst. Geol. Min. España*, 106 págs., 11 figs., 20 láms., Madrid.
- ALMELA, A., y LLOPIS LLADO, N. (1947).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 396, Sabadell». *Inst. Geol. Min. España*, 106 págs., 11 figs., 20 láms., 1 corte geol. pleg. col., Madrid.
- ALMELA, A. (1948).—«El Eoceno de San Lorenzo de Morunys (Lérida)». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 18, pp. 41-65, 2 figs., 2 láms., Madrid.
- ALMELA, A., y RIOS, J. M. (1949).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja n.º 329, Pons». *Inst. Geol. Min. España*, 31 págs., 14 fotos, 2 figs., Madrid.

- (1953).—«El Eoceno al sur de Montserrat». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 65, pp. 3-25, 2 figs., 4 láms., 1 mapa geol. Escala 1:200.000, Madrid.
- (1954).—«La terminación meridional del Eoceno catalán». *C. R. Congr. Géol. Int. XIX Sess. Alger, 1952. Section 13. Questions diverses de Géologie Générale*, fasc. 13, pp. 77-88, 1 fig., Alger.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y SOLE SABARIS, L. (1956).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Memoria Explicativa de la Hoja n.º 418, Montblanch». *Inst. Geol. Min. España*, 91 págs., 13 figs., 16 láms., Madrid.
- ALMELA, A. (1958).—«La vertiente sur-pirenaica desde el punto de vista de la investigación petrolífera». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, t. 50, n.º 2, pp. 241-281, 3 figs., Madrid.
- (1962).—«Structure d'ensemble des Pyrénées aragonaises et découvertes récentes dans cette région». *Mém. Soc. Géol. France. Livre à la Mém. du Prof. P. Fallot*, t. 1, pp. 313-331, 3 figs., París.
- (1965).—«Tectónica yesifera de la cuenca del Ebro». *Com. I. Col. Obras Públicas en Terrenos Yesíferos*, t. 3, pp. 5-12.
- ALMERA, J. (1900).—«Descripción geológica y génesis de la Plana de Vich». *Mem. R. Acad. Cien. Art. Barcelona*, t. 5, n.º 20, 54 págs., 1 mapa, Barcelona.
- ALVARADO, A. de; SAN MIGUEL, M., y BATALLER, J. R. (1947).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Explicación de la Hoja n.º 391, Igualada». *Inst. Geol. Min. España*, 113 págs., 10 figs., 37 láms., Madrid.
- ALVAREZ PEREZ, A., y MONTORIOL, J. (1972).—«Nota referente a la bibliografía sobre los sulfuros metálicos de Cataluña». *Acta Geol. Hisp.*, t. 7, n.º 6, pp. 187-192, Inst. Nac. Geología, Barcelona.
- ARANEGUI, P. (1929).—«Formaciones cuaternarias en la cuenca del Cardener». *Asoc. Esp. Prog. Cienc. Congreso de Barcelona*, t. VI, pp. 67-70, Madrid.
- ASHAUER, H. (1934).—«Die östliche Endigung der Pyrenäen». *Beitr. Geol. West. Mediterragebiet*, n.º 11, *Abh. Ges. Wiss. Göttingen. Math-Phys*, t. III, n.º 10, Berlín. Trad. *Publ. Alem. Geol. España*, t. 2, pp. 201-336, 23 figs., 3 mapas geol. color, Madrid.
- ASHAUER, H., y TEICHMULLER, R. (1935).—«Die Variscische und Alpidische Gebirgsbildung Kataloniens». *Abh. Gess. Wiss. Göttingen. Math-Phys*, t. III Folge, heft 16, 78 págs., 7 láms., 48 figs. Trad. *Publ. Extr. Geol. España*, t. 3, C. S. I. C., Madrid.
- BARANDICA, M.; GARCIA SIÑERIZ, J.; MILANS DEL BOSCH, J.; GIL, R., y SANS HUELIN, G. (1926).—«Investigaciones geofísicas de la cuenca potásica de Cataluña». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 47, pp. 351-380, 4 figs., 12 fotos, 1 mapa, Madrid.
- BARRERA, E. (1967).—«Estudio sobre innovaciones y tendencias en la minería de potasa de Europa Occidental». *III Jorn. Nac. y I Int. Minero-Metalúrgicas, Gijón 15-20 mayo de 1967. Actas*, t. 1, pp. 655-787, Gijón.

- BATALLER, J. R. (1917).—«Riqueza mineralógica de España». *Revista Social*, año XVI, n.º 202, Barcelona.
- (1929).—«Sobre el Oligoceno Inferior de Santa Coloma de Queralt». *Asoc. Esp. Prog. Cienc. Congreso de Barcelona*, t. 5, sec. IV, pp. 21-24, 2 figs., Madrid.
- (1931).—«La sal gema», t. VI, p. 19, Ed. Salvat, Barcelona.
- (1933).—«Condiciones geológicas de las aguas minerales de Cataluña». *Publ. Lab. de Geol. Seminario de Barcelona*, Publ. 428, 90 págs., Barcelona.
- (1934).—«Estudios geológicos sobre las aguas minerales de Cataluña». *Ibérica*, n.º 1.008, pág. 40, n.º 1.015, pág. 56, n.º 1.016, pág. 156, figs., Barcelona.
- BATALLER, J. R., y DEPAPE, G. (1950).—«Flore Oligocène de Cervera (Catalogne)». *Anal. Esc. Perit. Agric. y Espec. Agropec. Serv. Tec. de Agricultura*, vol. IX, 60 págs., 16 figs., III láms., Barcelona.
- BATALLER, J. R. (1951).—«Las fanerógamas fósiles de España». *Anal. Esc. Perit. Agricol.*, t. 10, pp. 129-149, Barcelona.
- (1954-1955).—«Enumeración de las especies nuevas del Eocénico de España». *Anal. Esc. Perit. Agricol. Esp. Agropec. Serv. Tec. de Agricultura*, vol. 13, Secc. orig., 50 págs., Barcelona.
- (1956-1960).—«Mamíferos fósiles cuaternarios de Cataluña». *Not. Estrat. y Paleontol.*, n.º 8. *Anal. Esc. Tec. Perit. Agric.*, t. 14, pp. 6-9, 1 lám., Barcelona.
- BAUZA, F. (1876).—«Breve reseña geológica de las provincias de Tarragona y Lérida». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 3, pp. 94-114, Madrid.
- BERGOUNIQUX, F. M. (1958).—«Les reptiles fossiles du Tertiaire de Catalogne». *Est. Geol.*, t. 14, n.º 39, pp. 129-219, 30 figs., 44 láms., Madrid.
- BIROT, P. (1937).—«Recherches sur la morphologie des Pyrénées Orientales Franco-Espagnoles. Thèse». *Baillièrre et Fils. Ed.*, París.
- BOFILL, A. (1897).—«Notas sobre la presencia del "Anchodus Aymardi" en los lignitos de Calaf, provincia de Barcelona, su significación bajo los puntos de vista paleontológico y estratigráfico». *Mem. R. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 3.ª época, t. 1, pp. 332-337, 1 lám., Barcelona.
- BORN, A. (1917).—«Zur Geologie der spanischen Kalisalzagerstätten». *Zeits. für Praktische Geologie*, año 25, pp. 159-163, Berlín.
- (1919).—«Das Ebrobecken. Eine skizze seiner Entstehung und seines geologischen Aufbaus». *N. Jahrb. Min., Geol. und Paläontol.*, Beil Bd. 42, pp. 610-727, 18 figs., 2 mapas tec., 2 láms.
- CALDERON, S. (1910).—«Los minerales de España», 2 tomos, I, 414 págs.; II, 559 págs., Madrid.
- CAMPS, C. de (1898).—«Influencia de la cuenca del Llobregat en el desarrollo de la agricultura e industria catalana». *Mem. R. Ac. Cienc. Art. Barcelona*, t. 2, págs. 336, Barcelona.

- CAREZ, L. (1881).—«Etudes des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne». Thèse, 327 págs., 72 figs., 8 láms., 2 mapas, París.
- CASADES I. GRAMATXES, P. (1897).—«Lo Lluçanés. Excursions a dita comarca». *Trab. Centr. Exc. Catalunya*, Barcelona.
- CLOSAS MIRALLES, J. (1948).—«Los carbonos minerales de Cataluña». *Miscelánea Almera*, 2.ª parte. *Mem. Com. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, n.º 7, pp. 61-193, 30 figs., 8 láms.
- COLOM, G.; VIA, L., y REGUANT, S. (1970).—«Hallazgo de *Harrisichara lineata*, GRAMBAST, en el yacimiento del Parés (Sant Boi del Lluçanes, Vich)». *Acta Geol. Hisp.*, t. V, n.º 3, pp. 65-66, 2 figs. Inst. Nac. de Geol., Barcelona.
- COMISION DEL MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA (1892).—«Mapa Geológico de España. Hoja n.º 23. Escala 1:400.000», Madrid.
- CRUSAFONT, M. (1954).—«La zona pirenaica como filtro-barrera paleobiológico». *Pirineos*, t. 10, n.º 33-34, Inst. Est. Pir., Zaragoza.
- CRUSAFONT, M.; VILLALTA, J. F. de, y TRUYOLS, J. (1956).—«Caracterización del Eoceno continental en la cuenca de Tremp y edad de la orogénesis pirenaica». *Act. II Congr. Inst. Estud. Pyrénéennes*, Luchon-Pau, 1953, t. 2, Sect. I, pp. 39-53, 3 figs., 3 láms., Toulouse.
- CRUSAFONT, M. (1958).—«Endemism and Paneuropeism in Spanish fossil mammalian faunas, with special regard to the Miocene». *Societas Scientiarum Fennica. Commentationes Biologicae*, XVIII (1), pp. 3-30, 5 figs., Helsingfors.
- CRUSAFONT, M., y TRUYOLS, J. (1964).—«Les mammifères fossiles dans la stratigraphie du Paléogène continental du bassin de l'Ebre (Espagne). Coll. sur le Paléogène (Bordeaux, Sept. 1962)». *Mém. Bur. Rech. Géol. et Min.*, n.º 28, vol. II, pp. 735-740, París.
- CRUSAFONT, M. (1965).—«Nuevos yacimientos del tránsito Eoceno-Oligoceno de la cuenca del Ebro (Bagés)». *Fossilia. Rev. Cat. Paleon. Univ.*, n.º 1, p. 12, Barcelona.
- CRUSAFONT, M.; RIBA, O., y VILLENA, J. (1966).—«Nota preliminar sobre un nuevo yacimiento de vertebrados aquitanienses en Santa Cilia (río Formiga, prov. de Huesca) y sus consecuencias geológicas». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 83, pp. 7-14, 1 mapa, Madrid.
- CRUSAFONT, M., y GOLPE, J. M. (1968).—«Los nuevos yacimientos de mamíferos del Eoceno español». *Bol. Geol. y Min.*, t. 79, n.º 4, pp. 341-353, Inst. Geol. Min. España, Madrid.
- CRUSAFONT, M.; GOLPE, J. M.; GIBERT, J., y THALER, L. (1971).—«El yacimiento sannoisiense de Calaf, tres cuartos de siglo después». *Paleontología y Evolución*, vol. III, pp. 63-65, Inst. Prov. de Paleontología de Sabadell.
- CRUSAFONT, M., y GOLPE, J. M. (1971).—«Biozonation des Mammifères tertiaires d'Espagne». *Congr. du Néogène Méditerranéen*, Sept. 1971, Lyon.

- CHEVALIER, M. (1931).—«Tectonique de la Catalogne». *Géol. Médit. Occidentale*, vol. 2.
- (1933).—«Structure orogénique du versant méridional des Pyrénées orientales et centrales». *Bull. Inst. Cat. d'Hist. Nat.*, vol. 33, n.º 4-5, Barcelona.
- DALLONI, M. (1930).—«Etude Géologique des Pyrénées Catalanes». *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. 26, Fasc. 3, 373 págs., 65 figs., 12 láms., 3 mapas, Alger.
- DEPAPE, G., y BATALLER, J. R. (1931).—«Note sur quelques plantes fossiles de la Catalogne». *Bull. Inst. Cat. d'Hist. Nat.*, 2.ª época, vol. 31, pp. 194-208, 6 figs., 2 láms., Barcelona.
- DEPAPE G. (1950).—«Sur une flore d'âge oligocène de Cervera (Catalogne)». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 230, pp. 673-675, Paris.
- DEPAPE, G., y BRICE, D. (1964).—«Sur la présence du genre *Rhus* (SUMAC) dans la flore oligocène de Cervera (Catalogne)». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 259, pp. 2.484-2.486, Paris.
- (1965).—«La flore oligocène de Cervera (Catalogne). Données complémentaires». *Ann. Soc. Géol. du Nord. Lille*, vol. 85, pp. 3-8, 2 hoj. fotos, Lille.
- DEPERET, Ch. (1897).—«Sur l'existence de l'horizon de Ronzon à "Ancodus Aymardi" dans la province de Barcelone». *Bull. Soc. Geol. France*, 3.ª sér., t. 26, p. 233, y *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, p. 75, Paris.
- (1898).—«Aperçu général sur la bordure nummulitique du Massif ancien de Barcelone, et étude de la faune oligocène de Calaf». *Bull. Soc. Géol. France*, 3.ª sér., t. 26, pp. 713-724, 1 fig. (reunión en Barcelona), Paris, y *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 27, Madrid, 1903.
- (1899).—«Etude de la faune oligocène de Calaf». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 27, Madrid.
- DEPERET, Ch., y VIDAL, L. M. (1906).—«Contribución al estudio del Oligoceno en Cataluña». *Mem. R. Acad. Cienc. Art. de Barcelona*, t. 5, n.º 19, pp. 311-345, Barcelona.
- DEPERET, Ch. (1906).—«Los vertebrados del Oligoceno Inferior de Tárrega (prov. Lérida)». *Mem. R. Acad. Cienc. Art. de Barcelona*, 3.ª época, t. V, n.º 21, pp. 401-451, 14 figs., 4 láms., Barcelona.
- DOLLFUS (1924).—«Comunicación sobre el trabajo "Investigaciones en la cuenca potásica de Cataluña"». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, Séance 23 juin 1924, Paris.
- DOUVILLE, R. (1911).—«La Peninsula Ibérique: A. Espagne». *Hand. d. Reg. Geol.*, III Band, 3 heft, pp. 1-175, 112 figs., 1 mapa, Heidelberg.
- ELIAS MARCHAL, U. (1854).—«El criadero de sal gema de Cardona». Barcelona.
- ENADIMSA (1968).—«Programa General de Investigación de las reservas de Potasa». *Instituto Nacional de Industria. Empresa Nacional «Adaro» de Investigaciones Mineras*, 85 págs., 4 planos, Madrid.
- (1972).—«Mapa Metalog. de España. Escala 1:500.000. Mapa predictor de

- mineralizaciones de potasas-sal común». *Dep. de Public. del Inst. Geol. Min. España. Ministerio de Industria*, 36 págs., 14+3 figs. pleg., Madrid.
- FARRES, F.; TRAVERIA, A., y MONTORIOL, J. (1969).—«Los yacimientos de celestina de la comarca de Vich (Barcelona)». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol.*, t. 67, pp. 287-312, 3 figs., 5 tabl., 11 láms., Madrid.
- FAURA Y SANS, M. (1908).—«Mamífers fòssils descoberts a Catalunya». *Bull. Inst. Cat. d'Hist. Natural*, vol. VIII, Barcelona.
- FAURA Y SANS, M., y MARIN, A. (1926).—«Cuenca potásica de Cataluña y Pirineo Central. Guía Geológica. Excursión C-3». *XIV Congr. Geol. Int. Madrid*, 213 págs., 5 figs., 3 mapas, XLVIII láms., 1 mapa, Escala 1:300.000, Madrid.
- FAURA Y SANS, M. (1929).—«Precisions sur l'existence du Tongrien dans l'Oligocène de Catalogne». *Bull. Soc. Géol. France*, 4.^a sér., t. 29, pp. 285-300, 2 figs., y *C. R. Somm.*, págs. 33, París.
- FAYAS JANER, J. A. (1972).—«Inyección profunda de vertidos industriales». *Agua*, n.º 73, Jul.-Agos., 1972, pp. 26-41, 6 figs., Barcelona.
- FERNANDEZ MARRON, M. T. (1967).—«Variaciones paleoclimáticas del Terciario, en relación con las Gimnospermas fósiles». *Col. Pa. Col. de la Cat. de Paleontol.*, Fac. Cienc., n.º 12, pp. 3-4, Madrid.
- (1971).—«Descripción de dos nuevas especies pertenecientes a la flora del Oligoceno de Cataluña». *Acta Geol. Hisp.*, t. 6, n.º 2, pp. 58-60, 3 figs., Inst. Nacional de Geología, Barcelona.
- (1971).—«Estudio paleoecológico y revisión sistemática de la flora fósil del Oligoceno español». *Publ. Fac. Cienc. Sec. Biológicas. Univ. Complutense*, Ser. A, n.º 152, 177 págs., 7 láms., Madrid.
- (1973).—«Nuevas aportaciones a la sistemática y paleoecología de la flora oligocena de Sarreal (Tarragona)». *Est. Geol.*, t. 29, pp. 157-169, Madrid.
- FERRER, J. (1967).—«La Paléocène et l'Eocène des Cordillères côtières de la Catalogne (Espagne)». *Eclogae Geol. Helvetiae*, vol. 60, n.º 2, pp. 567-576, 2 figs., 4 láms.
- FERRER, J.; ROSELL, J., y REGUANT, S. (1968).—«Síntesis litoestratigráfica del borde oriental de la depresión del Ebro». *Acta Geol. Hisp.*, t. 3, n.º 3, pp. 54-56, Inst. Nacional de Geología, Barcelona.
- FERRER, J. (1971).—«El Paleoceno y el Eoceno del borde sur-oriental de la Depresión del Ebro (Cataluña)». *Schweizerische Paläont. Abhand.*, vol. 90, 70 págs., 50 figs., 8 láms., 6 cuadr., 1 mapa geol., Basilea.
- (1971).—«Presencia de microforaminíferos priabonienses en el Eoceno de Igualada». *Acta Geol. Hisp.*, t. 6, pp. 4-7, 2 figs., Inst. Nacional de Geología, Barcelona.
- FLICHE, P. (1906).—«Note sur quelques végétaux fossiles de la Catalogne». *Bull. Inst. Cat. d'Hist. Nat.*, t. 6, 2.^a época, n.º 8-9, pp. 115-133, 2 figs., 1 lám., Barcelona. *Reprod. Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 28, pp. 153-166, 2 figs., Madrid.

- FLICHE, P. (1906).—«Nota sobre algunos vegetales terciarios de Cataluña». *Bol. Com. Map. Geol. España*, t. 28, pp. 153-166, 2 figs., 1 lám. D. Madrid.
- (1906).—«Note sur quelques végétaux tertiaires de la Catalogne». *Bull. Inst. Cat. d'Hist. Nat.*, vol. 6, n.º 8-9, pp. 115-133, 2 figs., 1 lám., Barcelona.
- (1908).—«Nouvelle note sur quelques végétaux fossiles de la Catalogne». *Bull. Inst. Cat. d'Hist. Nat.*, vol. 8, pp. 77-87, 2 figs., 1 lám., Barcelona.
- FOLCH GIRONA, J. (1914).—«Les sals potàssiques de Suria». *Bull. Inst. Cat. d'Hist. Nat.*, 2.ª época, año XI, n.º 8, p. 148, Barcelona.
- FONT ALTABA, M., y MONTORIOL POUS, J. (1968).—«Contribución al conocimiento de los yacimientos de la cuenca potásica catalana (Barcelona, España)». *Reindiconti Soc. Ital. Miner e Petrologia*, t. 24, pp. 1-18.
- FONT I SAGUE, N. (1926).—«Curs de geologia dinámica i estratigráfica aplicada a Catalunya». 2.ª ed. 370+16 pp., 306 figs., Barcelona.
- «Carta Geológica de Catalunya. Geografía de Catalunya. Escala 1:300.000», p. 73, Barcelona.
- FONTBOTE, J. M. (1945).—«Estudio morfotectónico de las sierras de Bellmunt, Milany y Puigsacalm». *Miscelánea Almera*, 1.ª parte, *Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, n.º 7, pp. 189-212, 4 figs., 8 fotos, Barcelona.
- FONTBOTE, J. M. (1954).—«Las relaciones tectónicas de la depresión del Vallés-Penedés con la cordillera prelitoral catalana y con la depresión del Ebro». *Vol. Homenaje a D. Eduardo Hernández-Pacheco R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, pp. 287-310, 5 figs., Madrid.
- FONTBOTE, J. M.; COLOM, G., y LINARES, A. (1957).—«Sobre la estratigrafía del Eoceno del Alto Llobregat (Pirineo Catalán)». *Cursillos y Conf. del Inst. "Lucas Mallada"*, fasc. 4, pp. 94-103, 2 figs., 1 lám., Barcelona.
- GARCIA SIÑERIZ, J. (1933).—«Investigación sísmica en la zona potásica de Callús». *Intp. Geol. Medic. Geofis. Memoria Inst. Geol. Min. España*, t. 1, pp. 79-125, 6 extensibles, Madrid.
- (1933).—«Investigación sísmica en la zona potásica de Suria». *Intp. Geol. Medic. Memoria Inst. Geol. Min. España*, t. 1, pp. 125-164, 6 extensibles.
- GIMENO CONCHILLOS, A. (1922).—«Estado en que hoy se encuentra el estudio de los criaderos sódicos y potásicos en la depresión del Ebro». *Publ. Acad. Cienc. Zaragoza. Curso de Conf. dedicado a la Ciudad de Zaragoza*, pp. 45-66, 12 figs., Zaragoza.
- GOLPE POSSE, J. M. (1971).—«Datos sobre el yacimiento estampiense de "El Talladell", cerca de Tárrega». *Paleontología y Evolución*, t. III, pp. 58-62, *Publ. Inst. Prov. Paleontol.*, Sabadell.
- (1971).—«Suiformes del Terciario español y de sus yacimientos». Tesis Doctoral, 639 págs., *Facultad de Ciencias, Universidad Barcelona*.
- (1971).—«Suiformes del Terciario español y de sus yacimientos. Resumen de la Tesis presentada para aspirar al grado de Doctor en Ciencias». *Secretariado de Publicaciones*, 14 págs., Barcelona.

- GOMEZ LLUECA, F. (1944).—«Mamíferos fósiles del Terciario». *Trab. Inst. Cienc. "José Acosta". Ser. Geol.*, t. 1, n.º 2, Madrid.
- GUTZWILLER, O. (1918).—«Les sals potassiques a Catalunya». *Economía i Finances*, n.º 10, Barcelona.
- HARBORT, E. (1914).—«Diskussion zu dem Vortrag des Herr Schmidt», *Basel Zeits. d. Deutch. Geol. Gess.*, Band 66, Monasb., n.º 7, Berlín.
- (1926-1931).—«Kurzer überblick über die Salzlagerstätten Spaniens». *Géol. de la Médit. Occ.*, t. II, part. II, n.º 5, 9 págs., 1 fig., 1 lám., Barcelona, 1931, y en *Internat. Bergwirtschaft*, Leipzig, 1926.
- HASELDOCKX, P. (1972).—«The presence of *Nypa* palms in Europe: A solved problem». *Geol. en Mijnbouw*, vol. 51, n.º 6, pp. 645-650, 2 láms., 2 tabl., Leiden.
- HERNANDEZ-PACHECO, F. (1929).—«Pistas de aves fósiles en el Oligoceno de Peralta de la Sal (Lérida)». *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 15, pp. 379-382, 3 láms., Madrid.
- HERNANDEZ-SAMPELAYO, P., y BATALLER, J. R. (1944).—«*Trionyx Marini*: Tortuga nueva del Oligoceno leridano». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 13, pp. 7-10, 1 lám., Madrid.
- HOTTINGER, L. (1960).—«Recherches sur les Alvéolines du Paléocène et de l'Eocène». *Mém. Suisses de Paléontol.*, t. 75-76, 243 págs., 117 figs., 1 tabl., 18 láms., Basilea.
- HOTTINGER, L., y SHAUB, H. (1960).—«Zur Stufeneinteilung des Paleocaenus und des Eocaenus. Einführung des Ilerdien und des Biarritzien». *Eclogae Geol. Helvetiae*, t. 53, pp. 453-479, Basilea.
- HOYT, A. GALE (1920).—«Potash deposits in Spain». *U. S. Geol. Survey*, n.º 715 a, pp. 1-16, 3 figs., 3 láms., Washington.
- JULIVERT, M. (1954).—«Estratigrafía del Eoceno-Oligoceno entre el Francolí y el Anoiá». *Mem. y Com. Inst. Geol. Dip. Prov.*, n.º 11, pp. 5-22, 1 figs., 1 mapa escala 1:250.000 col., Barcelona.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J. M.; RIBEIRO, A., y CONDE, L. (1972).—«Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Escala 1:1.000.000». *Inst. Geol. Min. España*, Madrid.
- JUNG, J. (1931).—«Comparaison entre les massifs de sel de la Catalogne, du Hanovre et de la Roumanie». *Géol. Médit. Occidentale*, t. 2, n.º 7, pp. 1-2, Barcelone.
- (1931).—«Le bassin potassique de la Catalogne». *Géol. Méd. Occidentale*, t. 2, part. 2, n.º 5, pp. 3-12, 4 figs., Barcelona.
- KAISER, E. (1927).—«Über Fonglomerate, besonders im Ebrobecken». *Sitzungsberichte Bayerischen Ak. Math-Natur. Wiss.* Abt. 16 januar, pp. 17-28, 4 figs., 2 tabl.
- KALIN, J. (1936).—«Über einen neuen Crocodilidae aus den Oligocäen von Tárrega (Katalonien)». *Eclogae Geol. Helvetiae*, t. 29, pp. 578-579, Basilea.
- (1936).—«*Hispanochampsia mülleri* nov. gen. sp. ein neuer Crocodillide

- aus dem unteren Oligocän von Tárrega (Katalonien)». *Abh. der Schweiz, Paläontol. Gesell.*, t. 58, Basilea.
- KEYES, Ch. (1931).—«Grand Canyon of Spain». *Géol. Médit. Occidentale*, t. 2, n.º 8, pp. 3-10, 2 figs., 2 láms., Barcelone.
- (1931).—«World's great potash reserves». *Géol. Médit. Occidentale*, t. 2, part 2, n.º 9, pp. 1-12, 3 figs., 2 láms., Barcelone.
- KROMM, F. (1966).—«La sédimentation éocène entre la zone prépyrénéenne et la cordillère pré littorale catalane (prov. de Gérone et de Barcelone, Espagne)». *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, sér. B., t. 106, n.º 1, 6 págs., 3 láms., Bordeaux.
- (1967).—«Stratigraphie de l'Eocène entre Montblanch et Igualada (prov. de Barcelone et Tarragone, Espagne)». *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, sér. B, t. 104, n.º 2, 7 págs., 1 tabl., 1 lám. (résumée thèse 3e cycle, Bordeaux, 1961).
- (1968).—«Stratigraphie résumée de l'Eocène du versant sud des Pyrénées orientales de la zone prépyrénéenne (prov. de Gérone et de Barcelone, Espagne)». *C. R. Somm. S. Soc. Géol. France*, fasc. 7, pp. 224-226, París.
- KUKUK, P. (1931).—«Das Katalonische Kalisalzvorkommen». *Géol. Médit. Occidentale*, t. 2, part. 2, n.º 10, pp. 1-17, 10 figs., 3 láms., Barcelone.
- LARRAGAN, A. de (1923).—«Datos acerca de los sondeos realizados en la cuenca potásica de Cataluña». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 64, 3.ª ser., pp. 103-210, 7 figs., Madrid.
- LARRAGAN, A. de; BATALLER, J. R., y MASACHS, V. (1950).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 361, Guissona». *Inst. Geol. Min. España*, 56 págs., 10 figs., 5 láms., Madrid.
- LARRAGAN, A. de, y BATALLER, J. R. (1950).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 331, Puigreig». *Inst. Geol. Min. España*, 56 págs., 9 láms., 1 sondeo, 1 mapa geol. col., Madrid.
- LARRAGAN, A. de; BATALLER, J. R., y LLOPIS LLADO, N. (1951).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 362, Calaf». *Inst. Geol. Min. España*, 99 págs., 22 figs., 10 láms., Madrid.
- LARRAGAN, A. de (1952).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 330, Cardona». *Inst. Geol. Min. España*, 76 págs., 18 figs., 12 fotos, 3 láms., Madrid.
- LARRAGAN, A. de, y MASACHS ALAVEDRA, V. (1956).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 363, Manresa». *Inst. Geol. Min. España*, 108 págs., 28 figs., 1 corte geol. col., 1 mapa geol. col., Madrid.
- LEVAIVILLE, J. (1921).—«Les gisements de potasse en Catalogne». *Ann. de Géographie*, t. XXX, pp. 396-399, París.
- LLOPIS LLADO, N., y MASACHS ALAVEDRA, V. (1943).—«El problema de los conglomerados del margen meridional de la depresión del Ebro». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 11, pp. 63-108, 5 fotos, 2 cortes, Madrid.
- LLOPIS LLADO, N. (1945).—«Morfología de los relieves de pudingas de Sant

- Lloréns del Munt-Serrat de l'Obac (Barcelona)». *Est. Geog.*, t. 17, pp. 687-814, Madrid.
- (1946).—«La paleogeografía y el paisaje fósil de la provincia de Lérida». *Ilerda*, a IV, n.º 7, pp. 7-27, 5 figs., Lérida.
- (1947).—«Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los Catalánides». Estudio Geológico. Premio Juan de la Cierva 1944. Tesis Doctoral. *Inst. Lucas Mallada*, C. S. I. C., 372 págs., 40 figs., 22 láms., 4 mapas geol., 4 mapas aparte. Escala 1:200.000, Barcelona.
- (1952).—«Sobre la morfotectónica del borde occidental de la Plana de Vic». *Mem. Com. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, n.º 9, pp. 49-50, 1 fig., Barcelona.
- LOPEZ DE AZCONA, J. M. (1965).—«Estudio geoquímico de los yesos de España peninsular». *Com. I. Col. sobre O. P. en terrenos yesíferos*, t. 5, pp. 59-60, 1 fig.
- LOZANO CALVO, L. (1948).—«Las anomalías isostáticas en España según la teoría de Airy». *Rev. de Geofísica*, n.º 27, pp. 254-273, 1 lám., Madrid.
- MACAU, F., y RIBA ARDERIU, O. (1965).—«Situación, características y extensión de los terrenos yesíferos en España». *Com. I Col. Int. sobre la O. P. en terrenos yesíferos*, t. 5, pp. 157-184, 1 fig.
- MADERN, M. (1966).—«Nova aportació a la flora de l'Oligocèn de Cervera (Lleida)». *Bol. Sec. Est. Centr. Exc. «Puig Castellar»*, 2.º ép., pp. 76-77, 1 fig., Santa Coloma de Gramanet (Barcelona).
- MADERN I CARRERAS M. (1969).—«Algunes observacions de parasits vegetals en la flora oligocènica de Cervera». *Bull. Sec. Est. Centre Exc. «Puig Castellar»*, 2.º ép., pág. 212, Santa Coloma de Gramanet.
- MALLADA, L. (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España», t. VI. Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno. *Mem. y Com. Mapa Geol. España*, t. 6, 686 págs.
- (1889).—«Reconocimiento geográfico y geológico de la provincia de Tarragona». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 16, pp. 3-174, 1 mapa, Madrid.
- (1892).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, 254 págs., XI láms., Madrid.
- MANGIN, J. Ph. (1962).—«La phase tectogénique pyrénéenne dans les Pyrénées et les conglomérats de la Poble de Segur (Lérida, Espagne)». *C. R. Soc. Géol. France*, pp. 13-14, París.
- MARCET RIBA, J. (1930).—«Las terrazas del NE. de España». *Mem. R. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 3.º época, vol. XXII, n.º 7, pp. 129-174, Barcelona.
- MARIN, A., y RUBIO, C. [1914 y 1918].—«Sales potásicas de Cataluña». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 34, pp. 173-230, y t. 39, pp. 349-384, 5 láms., 1 mapa escala 1:50.000, Madrid.
- MARIN, A. [1922].—«Le bassin potassique espagno!». *C. R. XII Congr. Géol. Int. Bruxelles*.

- (1922).—«Los yacimientos potásicos de Cataluña». *Conferencia en el Ateneo de Madrid*. Folleto de 33 págs., Madrid.
- (1923).—«Investigaciones en la cuenca potásica de Cataluña». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 44, pp. 3-78, 12 figs., 14 láms., 5 mapas, 1 mapa geol. escala 1:50.000, Madrid.
- (1923).—«Nuevas investigaciones en la cuenca potásica de Cataluña». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. XLIV, pp. 3-78, 12 figs., 12 fotos, cortes, planos, láms., Madrid.
- MARIN, A., y GOMEZ LLUECA, F. (1924).—«Sobre un sondeo en Puigreig (Barcelona)». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 24, pp. 201-202, 1 lám., Madrid.
- MARIN, A.; SAN MIGUEL, M.; BATALLER, J. R.; MARCET, J., y LARRAGAN, A. (1926).—«Guía C-4 del 14 Congreso Geológico Internacional "Cataluña". Cuenca potásica, Cretáceo de Berga. Región volcánica de Olot». *Inst. Geol. Min. España*, 216 págs., 30+20 láms., figs., mapas cortes, 1 mapa escala 1:300.000, Barcelona.
- MARIN, A. (1926).—«Algunas notas estratigráficas sobre la cuenca terciaria del Ebro». *Congr. Géol. Int. C. R. XIV Sess. en Espagne*, 4.º fasc., pp. 1.943-1.955, 5 figs., 1 corte geol., 1 mapa. Reproducido en el *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. XLVII, pp. 111-127, Madrid.
- (1926).—«Algunas notas estratigráficas sobre la cuenca terciaria del Ebro». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 47, 2.ª parte, pp. 113-127, 3 láms., 5 figs., 1 mapa geol. esq. de Fayón, 1 lám. col., Madrid.
- (1926-1927).—«La potasa». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 48, partes 1926 y 1927, n.º 1-2, pp. 1-415, 34 figs., 29 láms., 8 láms. Col. y pp. 1-355, 49 figs., 9 láms., 1 mapa escala 1:300.000, Madrid.
- (1928).—«Algunas consideraciones acerca de la intervención del Estado en el asunto de las sales potásicas de Cataluña». *Publ. del Primer Congr. Nac. de Ingeniería. Revista Minera*.
- (1929 y 1931).—«Plan de Investigación de la cuenca potásica del Nordeste de España». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 69, pp. 73-86, 1 lám. 1929, y *Géol. Médit. Occidentale*, t. 2, 2.ª parte, n.º 10, pp. 1-10, 1 lám., Barcelona.
- (1930).—«Riqueza minera del Pirineo». Conferencia en la Academia de Ciencias de Zaragoza, 32 págs.
- (1932).—«Allocution à la Société Géologique de France, le mai 1932». *Bull. Soc. Géol. France*.
- (1932).—«Bassin potassique. Introduction». *Géol. Médit. Occidentale*, t. II, Part II, pp. 1-3, Barcelona.
- (1932).—«Sondeos de Investigación de sales potásicas. Sondeos en la cuenca potásica española». *Bol. de Sondeos*, t. 3, fasc. 1, pp. 29-99, 12 cuadr. de sondeos, Madrid.
- (1933).—«Estado actual de la minería de sales potásicas en España». *Asoc. de Ingenieros de Minas de España*, 46 págs., Madrid.

- «Bosquejo geológico de la provincia de Barcelona, escala 1:200.00». *Inst. Geol. Min. España*, Madrid (sin fecha), anejo a una Memoria físico-geológica (en publ.).
- MARIN, A., y PIÑA, S. (1935).—«Aplicaciones del espectro al estudio de las menas potásicas». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, t. 6, pp. 77-89, 5 figs., Madrid.
- MARIN, A. (1936).—«Importance scientifique et industrielle d'une grande ride du socle pyrénéen». *Congr. Int. des Mines et de la Géologie Appliquée de 1935*, t. 1, p. 320, París.
- MARIN, A.; MANDULEY, M. L., y BATALLER, J. R. (1941).—«Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja n.º 389, Tárrega», *Inst. Geol. Min. España*, 47 págs., 9 figs., 16 láms., Madrid.
- MARIN, A.; BATALLER, J. R., y MANDULEY, M. L. (1944).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 390, Cervera». *Inst. Geol. Min. España*, 43 págs., 10 láms., Madrid.
- MARIN, A. (1944).—«La depresión del Ebro. La tectónica y los yacimientos minerales». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 57, pp. 7-57, Madrid.
- (1950).—«Minería de la Potasa». *Potasas Españolas*, S. A., 206 págs., 28 láms., Madrid.
- MARTI NARBONA, C. (1967).—«Ensayo de mecanización en potasa en la cuenca del Llobregat». *III Jornadas Nacionales y I Internacionales Minerometalúrgicas. Gijón, 15-20 mayo 1967. Actas*, t. 1, Secc. 1.ª, pp. 643-654, Gijón, y en *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 97-98, pp. 395-410, 7 figs., pleg., Madrid.
- MARTINEZ ABAD, J. L. (1970).—«Geología del Petróleo del Valle del Ebro y Sector Pirenaico Meridional». *Industria Minera*, n.º 128, pp. 3-11, 2 figs.
- MARTINEZ ABAD, J. L.; RACERO GIL, C., y RODRIGUEZ PARADINAS, A. (1971).—«Síntesis de las investigaciones petrolíferas realizadas en el territorio español». *I Congr. Hispano-Luso-Americano de Geol. Económica. Madrid-Lisboa*, Sep. 1971, 2.ª Secc., pp. 21-40, 8 figs.
- MASACHS ALAVEDRA, V. (1942).—«El Eoceno entre Monistrol y Manresa. Determinación de su estratigrafía por los Nummulites». *Las Ciencias*, año 8, n.º 2, pp. 317-332, 3 figs., Madrid.
- (1945).—«Observaciones geomorfológicas sobre la Segarra». *Ilerda*, año 3, n.º 4, pp. 137-151, 3 láms., Lérida.
- (1952).—«La edad, el origen y los movimientos de las sales paleógenas de la cuenca del Ebro». *Mem. y Com. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, t. 9, pp. 51-65, 3 figs., Barcelona.
- MASACHS ALAVEDRA, V., y VILLALTA COMELLA, J. F. (1953).—«Aportación al conocimiento de la cronología de las terrazas fluviales del NE. de España. Un valioso documento paleontológico». *Mem. y Com. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, n.º 10, pp. 73-77, 2 láms., Barcelona.
- MASACHS, V. (1954).—«Edad del horizonte de tránsito entre el Eoceno ma-

- rino y las calizas con *Melanoides albigensis* NOUL en una parte del sector catalán de la depresión del Ebro». *Vol. Extraordinario Homenaje a Eduardo Hernández-Pacheco*, pp. 453-457. *R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, Madrid.
- MASACHS, V.; CRUSAFONT, M., y VILLALTA, J. F. de (1945).—«Sur l'âge du gisement potassique de la Catalogne». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, n.º 13, pp. 304-305, París.
- MASACHS, V., y LARRAGAN, A. (1956).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 363, Manresa». *Inst. Geol. Min. España*, 108 págs., 28 figs., 3 láms., Madrid.
- MASRIERA GONZALEZ, A. (1971).—«Sobre la composición mineralógica y génesis de las arcillas interestratificadas en las evaporitas de los yacimientos de Sallent y Balsareny (Barcelona)». *Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, 26, p. 35, Barcelona.
- (1972).—«Contribución al estudio de la composición mineralógica de la fracción arcillosa del Terciario de la Depresión Central Catalana (Barcelona)». *Com. VI reunión grupo Esp. Sedimentología. Granada*, abril, 1972.
- (1973).—«Contribución al estudio petrológico y sedimentológico del Paleógeno de la Depresión Central Catalana, limítrofe al curso medio del Llobregat (Barcelona)». *Tesis Fac. Ciencias Dept. de Petrología, Barcelona*, 2 vols., 194 págs., 61 figs., 30 láms., Barcelona.
- MAURETA, J., y THOS, S. (1881).—«Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, 487 págs., 8 láms., mapas y cortes geol., 1 mapa geol. prov. Barcelona. Escala 1:400.000. Plano geol. cuenca carbonífera de Calaf. Escala 1:50.000. Madrid.
- MELGAR, J. (1967).—«Consideración sobre el origen de los yacimientos potásicos y su aplicación a la investigación de la zona reservada al sur de los Pirineos». *III Jornadas Nacionales y primeras Internacionales Mine-ro-Metalúrgicas*, pp. 709-738, Gijón.
- MENENDEZ AMOR, J. (1950).—«Flora fanerogámica del Terciario y su extensión en la Península». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 48, n.º 2, pp. 155-166, Madrid.
- MENENDEZ PUGET, L. (1923).—«Trabajos en investigaciones de laboratorio referentes a las sales potásicas de Cataluña». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. XLIV, pp. 79-99, 3 gráfs., Madrid.
- MIR, J. (1942).—«Análisis de sales potásicas». *Afinidad*, n.º 14, pp. 365-308, y n.º 18, pp. 463-468, Barcelona.
- (1942).—«Determinación mineralógica de las sales potásicas». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 10, pp. 125-137, 14 figs., 1 gráf., Madrid.
- (1943).—«Tres métodos rápidos de análisis de sales potásicas». *Afinidad*, 3.º época, n.º 1-2, pp. 12-16, Barcelona.
- (1946).—«Sobre el contenido en bromo de las sales potásicas de la

- cuenca del Llobregat (Barcelona)». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 16, pp. 267-287, 2 láms., Madrid.
- (1964).—«La potasa al día». *Mem. R. Ac. Cienc. Art. Barcelona*, vol. XXXV, n.º 7, pp. 253-325 (03-75), 1 plano topográfico, 1 corte geol., Barcelona.
- MONTORIOL POUS, J., y FONT ALTABA, M. (1968).—«Sobre la movilidad de la halita, la silvinita y las arcillas durante las deformaciones tectónicas». *Acta Geol. Hisp.*, t. 3, n.º 4, pp. 108-110, *Inst. Nac. de Geología*, Barcelona.
- MONTORIOL POUS, J. (1968).—«Técnica seguida en la toma de muestras para la formación de una colección monográfica sobre la cuenca potásica catalana». *Bol. Geol. Min.*, t. 79, fasc. 2, pp. 82-93, Madrid.
- MONTORIOL POUS, J., y FONT ALTABA, M. (1969).—«Contribución al conocimiento mineralógico de los yacimientos potásicos de Suria y Balsareny (Barcelona), mediante su estudio decrepitolométrico». *Est. Geol.*, vol. 25, pp. 101-105, 2 tabl., 2 figs., Madrid.
- MONTORIOL POUS, J., y TRAVERIA CROS, A. (1969).—«Estudio de la paragénesis de los yacimientos de Cardona, Suria y Balsareny (Barcelona)». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., Secc. Geol.*, t. 67, pp. 169-199, 16 figs., Madrid.
- PANZER, W. (1926).—«Geomorphologische Beobachtung in Nordost-Sapnien». *Geol. Rundschau*, Bd. XVII, h. 3, pp. 229-232, 2 figs.
- (1926).—«Talentwicklung und Eiszeitklima im Nordöstlichen Spanien». *Abh. der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, t. 39, heft. 2, pp. 141-182, 20 figs., Frankfurt a. M.
- (1927).—«Neogene Strandterrassen im Ebrobecken». *Sitzb. Bayr. Ak. Math. Nat. Kl.*
- (1928).—«Neogene Strandterrassen im Ebrobecken». *Zeltschr. f. Geomorph.*, t. 3, pp. 308-310, Berlín.
- (1933).—«Die Entwicklung der Täler Kataloniens». *Assoc. Etude Géol. Médit. Occidentale*, t. 3, 3.ª parte, n.º 21, 36 págs., 8 figs., 4 láms., Barcelona.
- PARDILLO VAQUER, F. (1948).—«La kaliborita de Sallent (Barcelona)». *Est. Geol.*, n.º 7, pp. 41-54, 15 figs., Madrid.
- PINEDA, E.—«Cuenca potásica de Cataluña». *Temas Profesionales. Dirección General Minas y Combustibles*, n.º 3, p. 51, cortes geol.
- POPESCU-VOLTESI, I. (1931).—«Sur le bassin tertiaire catalan». *Géol. Médit. Occidentale*, t. 2, part 2, n.º 12, pp. 1-6, 2 láms., Barcelona.
- POWERS, S. (1931).—«Origin of the red color of the potash salts at Cardona and Suria, Spain». *Géol. Médit. Occidentale*, t. 2, 2.ª part, n.º 13, pp. 1-4, 2 láms., Barcelona.
- PUEYO MUR, J. J. (1972).—«Estudio geoquímico preliminar de diversas muestras salinas de Sallent y Balsareny (Barcelona, España)». *Acta Geol. Hisp.*, t. 7, n.º 2, pp. 59-61, *Inst. Nac. de Geología*, Barcelona.
- QUIRANTES, J. (1969).—«Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de Los Monegros». *Edic. Depto. Sedimentología y Sue-*

- los. Tesis Doctoral. Univ. de Granada, 11+101+16 págs., 75 figs., 6 cortes geol., mapas geol., Zaragoza.
- (1971).—«Las calizas en el Terciario continental de Los Monegros». *Est. Geol.*, t. 27, pp. 355-362, 4 figs., Madrid.
- RAAF, J. F. M. de; BEET, C. V., y SLUIJS, G. K. (1965).—«Lower Oligocene bird-tracks from Northern Spain». *Nature*, t. 207, pp. 146-148.
- REGUANT, S. (1964).—«L'Eocène marin de l'Est et du Sudest de Vich (Barcelone). Colloque sur le Paléogène. Bordeaux 1962». *Mém. B. R. G. M.*, n.º 28, 2, pp. 727-734, 2 figs.
- (1966).—«Las intercalaciones rojas del Eoceno marino de Vich (Barcelona)». *Acta Geol. Hisp.*, t. 1, n.º 1, pp. 6-8, 1 fig., Barcelona.
- (1967).—«El Eoceno marino de Vich (Barcelona)». Tesis Doct. Fac. Cienc. Oviedo, 2 vols., 617 págs., 26 láms. *Mem. y Com. Inst. Geol. Min. España*, t. 68, 350 págs., 64 figs., 1 mapa geol. Escala 1:100.000, Oviedo.
- REGUANT, S.; ROMAN, J., y VILLATTE, J. (1970).—«Echinides de l'Eocène Moyen de la région de Vich (Barcelona)». *Bull. Soc. Géol. France*, 7.º sér., t. XII, pp. 894-912, 5 figs., 2 láms., París.
- REILLE, J. L. (1967).—«Sur l'importance des Charophytes dans l'étude des formations continentales tertiaires du versant méridional des Pyrénées». *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 265, pp. 778-780, París.
- (1967).—«Sur l'évolution de la sédimentation détritique postérieure à la phase pyrénéenne, dans la partie orientale du Montsec (prov. de Lérida, versant Sud des Pyrénées)». *C. R. Soc. Géol. France*, 6 nov. 1967, pp. 279-280, 1 fig., París.
- (1967).—«Subdivisiones stratigráficas y fases de plisamiento en el Paleógeno continental sud-pyrénéen (région de Barbastro, prov. de Huesca)». *C. R. Ac. Sc. Paris*, sér. D., t. 265, pp. 852-854, París.
- (1971).—«Las relaciones entre tectogénesis y sedimentación en el versante sud de las Pirineas centrales. D'après l'étude des formations tertiaires esencialmente continentales». Tèse. *Univ. Montpellier*, 330 págs., 109 figs.
- RIBA, O., y MACAU, F. (1962).—«Situación, características y extensión de los terrenos yesíferos en España». *I Col. Int. sobre O. P. en los terrenos yesíferos. Serv. Geol. O. P.*, 33 págs., 1 fig., 1 mapa geol. col., Madrid.
- RIBA, O. (1967).—«Resultados de un estudio sobre el Terciario continental de la parte este de la Depresión Central Catalana». *Acta Geol. Hisp.*, t. 2, n.º 1, pp. 3-8, 2 figs., Inst. Nac. de Geología, Barcelona.
- RIBA, O.; VILLENA, J., y QUIRANTES, J. (1967).—«Nota preliminar sobre la sedimentación en paleocanales terciarios de la zona Caspe-Chiprana (prov. de Zaragoza)». *Anal. Edad. y Agrob.*, t. 28, pp. 617-634, 7 figs., 2 tabl., 12 fotos, Madrid.
- RIBA, O. (1972).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja n.º 33.

- Lérida». 1.ª edición, 31 págs., 2 figs., 1 mapa col. *Inst. Geol. Min. España*, Madrid.
- RIBERA, J. M., y FONTBOTE, J. M. (1945).—«Estudio geomorfológico de la hoya de erosión de San Vicente de Castellet». *Est. Geol.*, n.º 2, pp. 85-112, 9 figs., 15 fotos, Madrid.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1943).—«Contribución al conocimiento de la zona sub-pirenaica catalana. 1.ª parte: Observaciones geológicas sobre el borde sur de los Pirineos Orientales». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 56, pp. 337-389, 4 figs., 5 láms., pleg. con 5 mapas y cortes, 7 láms., Madrid.
- RIOS, J. M., y ALMELA, A. (1953).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 328, Artesa de Segre». *Inst. Geol. Min. España*, 123 págs., 43 figs., Madrid.
- RIOS, J. M. (1958-1963).—«Relación de los principales sondeos para investigación de petróleo llevados a cabo en España desde 1939». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 50, 1.ª aportación 1958; n.º 59, 2.ª aportación 1959-60; n.º 63, 3.ª aportación 1960; n.º 66, 4.ª aportación 1961; n.º 70, 5.ª aportación 1962; n.º 75, 6.ª aportación 1963, Madrid.
- (1959).—«Algunas consideraciones acerca del enjuiciamiento del valle del Ebro en sus posibilidades petrolíferas». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 53, pp. 107-148, Madrid.
- (1959).—«Materiales salinos del suelo español». *Mem. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 64, 166 págs., 76 figs., Madrid.
- (1962).—«Saline deposits of Spain». *Papers from the Int. Conf. of Saline Deposits*. Houston, Texas, 1962, Geol. Soc. of Am. Sp. Paper, n.º 88, pp. 59-74.
- ROSELL, J.; JULIA, R., y FERRER, J. (1966).—«Nota sobre la estratigrafía de unos niveles con carófitas existentes en el tramo rojo de la base del Eoceno al S. de los Catalánides». *Acta Geol. Hisp.*, año I, n.º 5, pp. 17-20, 1 mapa, 1 cort., 1 ser. estrat. Inst. Nac. de Geología, Barcelona.
- ROYO GOMEZ, J. (1922).—«El Mioceno continental Ibérico y su fauna malacológica». *Com. de Inv. Paleontol. y Prehist.*, Memoria n.º 30, ser. Paleont., n.º 5, 230 págs., 54 figs., 13 láms., 1 mapa col., Madrid.
- (1926).—«Tectónica del Terciario continental Ibérico». *Congrés. Géol. Int. C. R. XIVe Sess.*, pp. 593-623, y en *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 47, pp. 131-163, 13 láms., 7 figs., Madrid.
- (1926).—«Edad de las formaciones yesíferas del Terciario Ibérico». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 26, pp. 259-279, 8 figs., Madrid.
- RUBIO, C., y MARIN, A. (1914).—«Sales potásicas en Cataluña». *Bol. Inst. Geol. Min. España*, t. 34, pp. 173-230, 3 láms., t. 39, pp. 349-384, Madrid.
- RUIZ DE GAONA, P. M. (1952).—«Resultado del estudio de los foraminíferos del Nummulítico de Montserrat y regiones limítrofes». *Est. Geol.*, n.º 15, pp. 21-28, Madrid.

- RUHL, A. (1909).—«Geomorphologische Studien aus Katalonien». *Zeitschrift Ges. Erdkunde*, n.º 4-5, 53 págs., 57 figs., Berlín.
- SAENZ GARCIA, C. (1917).—«Sales potásicas en Cataluña». *Ibérica*, vol. VII, n.º 202, pp. 306-307, Tortosa.
- (1931).—«Notas acerca de la distribución estratigráfica del Terciario lacustre en la parte septentrional del territorio español». *Conf. Sindical Hidrográfica del Ebro*, n.º 36, pp. 3-29, 14 fotos, 1 mapa, Zaragoza.
- (1942).—«Estructura general de la cuenca del Ebro». *Est. Geog.*, año III, n.º 7, pp. 249-269, 1 fig., 1 mapa col., Madrid.
- (1954).—«Nouvelle synthèse stratigraphique et tectonique du Tertiaire continental espagnol (résumé)». *Congr. Géol. Int. Alger, 1952. Sect. 13*, n.º 13, pp. 287-288, Argel.
- SAN MIGUEL, A., y PUEYO, J. (1971).—«Observaciones petrológicas y petroestructurales de los yacimientos salinos de Sallent y Balsareny (Barcelona)». *Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, n.º 26, pp. 5-20, Barcelona.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M., y MARCET RIBA, J. (1928).—«Contribución al estudio de las terrazas del NE. de España». *Bull. Inst. Cat. d'Hist. Nat.*, vol. 8, n.º 3-4, 11 págs., 14 figs., 5 láms.
- SCHMIDT, C., y TOBLER, A. (1913).—«Estudios geológicos de la región salina de Cataluña».
- SCHMIDT, C. (1915).—«Sondages profonds Segués et Semis. Sondages I sur la concession B près de Suria. Con cortes geol., planos de la concesión minera. Bâle».
- (1922).—«Mitteilungen über die Kalisalzagerstätten in Katalonien». *Eclogae Geol. Helvetiae*, vol. 16, n.º 3.
- (1922).—«Rapports sur les gisements de potasse de Catalogne». *Eclogae Geol. Helvetiae*, vol. 16, n.º 3, Bâle.
- SCHRIEL, W. (1929).—«Der Geologische Bau der Katalonischen Küstengebietes zwischen Ebromündung und Ampurdan». *Beitr. Geol. West. Medit. Gebiet. 2 Abh. Ges. Wiss. Gött., Math, Phys. Kl.*, t. 14, n.º 1, 79 págs., 29 figs., 11 láms., Berlín.
- SEGURET, M. (1970).—«Etude tectonique des nappes et séries décollées de la partie centrale du versant sud des Pyrénées. Caractère synsédimentaire, rôle de la compression et de la gravité». Tesis, *Fac. Sciences Montpellier*, 1970, 224 págs., 73 figs., 3 láms.
- SOLANS HUGUET, S., y MONTORIOL POUS, J. (1968).—«Estudio termoquímico de la zona potásica de los yacimientos de Suria y Balsareny (Barcelona)». *Acta Geol. Hisp.*, t. 3, pp. 102-104, 1 fig., 2 tabl., Barcelona.
- SOLE SABARIS, L., y MASACHS ALAVEDRA, V. (1940).—«Edad de las terrazas del río Cardoner en Manresa». *Asoc. Est. Geol. Med. Occidental*, t. 6, n.º 5, 5 págs., Barcelona.
- SOLE SABARIS, L. (1945).—«El Mapa Geológico de la provincia de Barce-

- lona. Miscelánea Almera». *Publ. Inst. Geol. Dip. Prov. Barcelona*, 1.ª parte, pp. 43-62, 5 figs., t. VIII, Barcelona.
- SOLE SABARIS, L., y LLOPIS LLADO, N. (1946).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja n.º 360, Bellvís». *Inst. Geol. Min. España*, 55 págs., 8 figs., 5 láms., Madrid.
- SOLE SABARIS, L., y MASACHS, V. (1946).—«Itinerario V. Barcelona-Suria-Cardona». En: *Geología de los alrededores de Barcelona*. Ministerio de Educ. Nac. «*La nueva Geografía*». *Dir. Gen. Ens. Med.* Madrid, pp. 87-97, 1 lám.
- SOLE SABARIS, L. (1958).—«Geografía de Catalunya. Geografía Física». *El Relleu*, pp. 23-160. *Editorial Aedos*, Barcelona, t. 1, 646 págs., Barcelona.
- SOLE SABARIS, L., y LLOPIS LLADO, N. (1951).—«Geografía Física. 1.ª parte de la Geografía de la Península Ibérica». *Geografía Universal de Vidal de La Blache y L. Gallois*, t. IX, 500 págs., 186 figs., 96 láms., Barcelona.
- SOLE SABARIS, L.; VIRGILI, C., y RIPOLL PERELLO, E. (1957).—«I. N. Q. U. A. Congrès International. Livret Guide de l'Excursion B1 environs de Barcelone et Montserrat (16 sept. 1957)». Madrid-Barcelona, 25 págs., 9 figs., 2 mapas geol. col., Gráficas Marina, Barcelona.
- SOLE SABARIS, L. (1972).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la Cartografía existente. Hoja n.º 34, Hospitalet». *Inst. Geol. Min. España*, 38 págs., 1 mapa col., Madrid.
- SOLE SUGRAÑES, L. (1970).—«Estudio geológico del Prepirineo Español entre los ríos Segre y Llobregat». Tesis Doctoral. Univ. de Barcelona, 495 págs., 60 figs., 7 láms., 1 mapa geol. col. E. 1:50.000, Barcelona.
- (1972).—«Nota sobre una discordancia en el Eoceno medio del Prepirineo Oriental». *Acta Geol. Hisp.*, t. 7, n.º 1, pp. 1-6, 1 fig. Inst. Nac. Geología, Barcelona.
- THALER, L. (1965).—«Une échelle de zones biochronologiques pour les mammifères du Tertiaire d'Europe». *C. R. Soc. Géol. France*, n.º 4, p. 118, París.
- (1966).—«Les rongeurs fossiles du Bas-Languedoc dans leurs rapports avec l'histoire de faunes et la Stratigraphie du Tertiaire d'Europe». *Mem. Mus. Hist. Nat.*, Ser. C., t. 17, pp. 1-295, 25 figs., 27 láms.
- (1969).—«Rongeurs nouveaux de l'Oligocène moyen d'Espagne». *Palaeovertebrata*, t. 2, pp. 191-207, 9 figs. Annexe: «Les Rongeurs de Tárrega», pp. 204-206.
- TOMAS, Ll., y FOLCH, S. (1914).—«Les sals de potass de Suria. La Almeraita». *Bull. Inst. Cat. d'Hist. Nat.*, nov.-sp., 2.ª época, a XI, n.º 4, pp. 11-13, Barcelona.
- TRUYOLS SANTONJA, J., y CRUSAFONT PAIRO, M. (1961).—«Consideraciones sobre la edad del yacimiento de vertebrados de Tárrega». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 61, pp. 99-108, Madrid.

- VERNEUIL, E., y COLOMB, E. (1868).—«Carte Géologique de l'Espagne et du Portugal. Escala 1:250.000». 1.ª ed. 2.ª ed. 1868, París.
- VEZIAN, A. (1856).—«Du terrain post-pyrénéen des environs de Barcelone et de ses rapports avec les formations correspondantes de la Méditerranée». Thèse *Univ. de Montpellier*, 116 págs., 1 mapa geol. Escala 1:80.000.
- VIA BOADA, L. (1969).—«Aportación paleontológica a la síntesis estratigráfica y cronoestratigráfica del Eoceno marino de Cataluña». *Actas V Congr. Int. Est. Pirenaicos. Jaca-Pamplona, 1966*, C.S.I.C., pp. 5-60.
- (1969).—«Crustáceos decápodos del Eoceno Español». *Pirineos*, a 25, n.º 91-94, 479 págs., 12 cuadros, 39 láms. Inst. Estudios Pirenaicos, C.S.I.C. Jaca.
- VIDAL, L. M. (1898).—«Compte-rendu de l'excursion du 30 septembre au gisement de sel de Cardona». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, t. 27, pp. 149-152, Madrid, y *Bull. Soc. Géol. France*, 3.ª sér., t. 26, pp. 725-728, París.
- (1900).—«La tectónica y los ríos principales de Cataluña». *Mem. R. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 3.ª época, t. 2, n.º 26, 12 págs., 1 mapa escala 1:900.000, Barcelona.
- VIDAL, L. M., y DEPERET, Ch. (1906).—«Contribución al estudio del Oligoceno en Cataluña». *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. Barcelona*, 3.ª época, t. V., pp. 311-345, 6 figs. (con versión francesa), Barcelona.
- VIDAL, L. M. (1909).—«Ressenya Mineral». *Geol. Gen. Cat.*, t. V, 2e., pp. 227-246, Barcelona.
- (1914).—«Cuatro palabras sobre las salinas de Cardona y su edad geológica». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. 14, pp. 373-383, 4 figs., Madrid.
- (1916).—«La faz de la tierra en Cataluña durante varias épocas geológicas». *Mem. R. Acad. Cienc. Art. Barcelona*, 3.ª época, t. 13, pp. 61-74, Barcelona.
- WOLFF, W. (1913).—«Das Katalonische Kaligebiet, die Südöstlichen Pyrenäen und das Vulkangebiet von Olot». *Géol. Médit. Occid.*, t. 2, 2.ª part, n.º 14, pp. 1-6, 1 fig., 1 lám., Barcelona.
- YEGROS, S. (1852).—«Apuntes sobre salinas». *Revista Minera*, t. III, pp. 104, 129, 162, 197, 225, 257, 289, Madrid.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA