



IGME

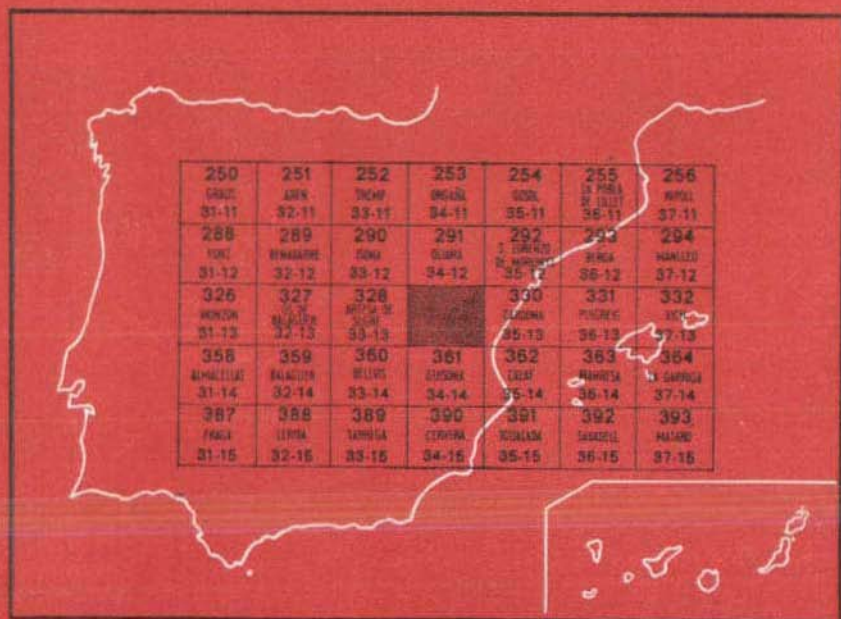
329
34 13

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PONS

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PONS

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas con normas, dirección y supervisión del IGME, por la Compañía General de Sondeos, S. A., y la Sección de Estratigrafía y Sedimentología del Instituto Jaime Almera de Investigaciones Geológicas (C. S. I. C., Barcelona). Han intervenido en los trabajos cartográficos de campo los doctores O. RIBA y A. MALDONADO, y en los de Estratigrafía los doctores J. RAMIREZ DEL POZO, A. MALDONADO y O. RIBA, de los mencionados centros. La redacción de la Memoria ha ido a cargo de los señores RIBA, RAMIREZ DEL POZO y TOMAS y J. RAMIREZ DEL POZO, de la Compañía General de Sondeos, S. A., Vitoria.

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 - 27.130 - 1975

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

1 INTRODUCCION

El territorio comprendido en la Hoja de Pons (329), del Mapa Topográfico 1:50.000 está comprendido entre los paralelos 41° 50' y 42° y los meridianos 4°50' y 5° 10' al este de Madrid y pertenece en su totalidad a la provincia de Lérida. Geográficamente engloba parte de las comarcas naturales de La Noguera, Segarra y Solsonés. El río Segre y su afluente Llobregós drenan toda la Hoja.

Desde el punto de vista geológico, los terrenos aflorantes son los siguientes: el Triásico de Bellfort (al NO. de la Hoja), que no había sido cartografiado hasta el presente, formando un diapiro; el Terciario continental Eoceno y Oligoceno con los pisos Priaboniense, Sannoisiense y Stampien- se. Es de destacar la importante masa yesífera, diaríprica, que asoma en los anticlinales de Pons, Sanahuja y Vilanova de la Aguda, con sus notables pasos laterales de facies. Los mencionados pliegues forman además dos sistemas de ejes que se cortan entre sí. Cabe señalar, además, el anticlinal del Estany y el sinclinal de Ardevol y de Pons.

En el marco de la Hoja de Pons no existe ninguna explotación minera; sin embargo, se han reconocido mediante sondeos, en los anticlinales de Sanahuja y Vilanova de la Aguda, importantes masas salinas con algunas capas potásicas que tal vez puedan ser explotadas el día de mañana.

Los primeros bosquejos geológicos referentes al área de la presente Hoja forman parte de los estudios de conjunto de la Península Ibérica y datan de mediados del siglo pasado. Así, aparecen los mapas de EZQUERRA DEL BAYO (1850), VERNEUIL (1850), WILLKOMM (1852), VERNEUIL y COLLOMB (1864-1868), en los que, aparte de ser muy esquemáticos y de pequeña escala, se repiten los mismos datos geológicos obtenidos en los primeros reconocimientos del país. En ellos, el Oligoceno de la Depresión Central Catalana aún queda figurado como Cretácico. Algo más tarde apareció el «Mapa Geológico de España y Portugal», de BOTELLA (1879), en el que se distinguen, en la parte oriental de la Depresión del Ebro, un Eoceno marino de otro lacustre que cubre gran parte del terreno de dicha depresión y, además, un Oligoceno muy reducido. Los límites de los mencionados manchones distan aún mucho de los considerados actualmente.

El primer reconocimiento cartográfico y geológico de la parte barcelonesa de la Depresión Central Catalana se debe a J. MAURETA y S. THOS Y CODINA (1881), con su mapa provincial a escala 1:400.000, que luego aparece incorporado en el mapa de conjunto español, a la misma escala, de la Comisión del Mapa Geológico de España (1892). La Memoria descriptiva de los ingenieros MAURETA y THOS constituye, aún hoy en día, una fuente de datos de gran valor geológico. El estudio detallado de la cuenca lignitifera de Calaf y de las salinas de Cardona y Suria es aún de gran valor informativo. En el mencionado mapa se separa un Eoceno nummulítico de un Eoceno Superior continental, y, encima, el sistema «Proiceno», el actual Oligoceno, cuyos límites aún resultan muy imprecisos.

A raíz de los hallazgos de vertebrados fósiles en Calaf y Tárrega por ALMERA, y de los estudios estratigráficos subsiguientes de BOFILL (1897); DEPERET (1897) y DEPERET y VIDAL (1906), se concluye, como más tarde acepta MARIN (1923), que la totalidad de las formaciones continentales estudiadas en esta Hoja, y en general de toda la Cuenca potásica Catalana, son «francamente oligocenas», y desde aquel momento, las cartografías aparecidas, muchas de ellas debidas a la investigación geológica de la Cuenca potásica Catalana (véase particularmente los numerosos trabajos de MARIN y LARRAGAN), representan el Terciario continental como Oligoceno. Véanse también los mapas provinciales de conjunto de Barcelona y Lérida a escala 1:200.000 (MARIN, 1932, y ALMELA y RIOS, 1947, respectivamente) y las primeras ediciones del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, de Puig-reig (1950), Cardona (1952), Calaf (1951) y Pons (1949); además del mapa de la Cuenca Potásica Catalana de FAURA y MARIN (1926). Sin embargo, los autores de la vecina Hoja de Manresa, LARRAGAN y MASACHS (1956), empezaron a distinguir en su cartografía un Eoceno continental del Oligoceno. En la Memoria de la Hoja mencionada, los propios autores exponen pareceres opuestos en cuanto a dicha distinción estratigráfica se refiere, si bien en el mapa, excelentemente levantado por MASACHS, están separa-

dos un Ludiense (Eoceno Superior continental) y un Oligoceno. MASACHS, en varias publicaciones, además de la presente, sustenta la hipótesis de la existencia del mencionado Ludiense, apoyándose en el recientemente descubierto yacimiento de Sampedor, con una fauna del Oligoceno basal o, si se quiere, de la parte culminante del Eoceno, y además una serie de cuñas marinas intercaladas en la serie continental, descubiertas por el mismo autor, que datan como eocenos los depósitos que, indudablemente, recubren la formación salina de Cardona. Los estudios paleontológicos más recientes sobre vertebrados (ver CRUSAFONT) apoyan plenamente la existencia del Eoceno continental. En la presente Hoja dicho piso está avalado, además, por flora de Charofitas.

La edición anterior de la Hoja de Pons (ALMELA y RIOS, 1949) y su Memoria explicativa ofrece, como ya figuraba en algunas publicaciones de los mismos autores (ALMELA y RIOS, 1943), una visión concreta de los accidentes tectónicos que afectan al Oligoceno de la zona comprendida en el marco de la Hoja de la Depresión del Ebro. Se distinguen en el mapa solamente dos facies litológicas: los yesos inferiores y las areniscas, margas y conglomerados del «Oligoceno normal». En la Memoria explicativa se vierten muchas observaciones estratigráficas sobre los pasos laterales de facies, potencias medidas y accidentes tectónicos. No figura en el mapa el diapiro de Bellfort.

Algunos estudios más recientes se deben a WAGNER, MAUTHE y MEN-SINK (1971), con una cartografía detallada, aunque muy discutible, del área diapírica de Cardona, así como los datos aportados en la tesis de REILLE (1971) sin cartografías de la zona estudiada.

O. RIBA realizó un estudio estratigráfico y cartográfico de conjunto de la Depresión Central Catalana (C. I. E. P. S. A., 1961-1963, inédito), con cartografía a escala 1:50.000, el cual ha sido base importante para la realización del presente mapa. Dos esquemas de conjunto, cronostratigráfico y litostratigráfico, salieron publicados recientemente (RIBA, 1967). En las nuevas Hojas del mapa geológico a escala 1:200.000 (Síntesis de la cartografía existente, Hoja núm. 34, Hospitalet) (SOLE SABARIS, 1972) se ha tomado para la Depresión Central Catalana la cartografía elaborada por RIBA.

La ejecución de esta Hoja ha corrido a cargo de la Compañía General de Sondeos, S. A., y la Sección de Estratigrafía y Sedimentología del Instituto Jaime Almera de Investigaciones Geológicas (C. S. I. C., Barcelona). Han intervenido en los trabajos cartográficos de campo los Dres. O. RIBA y A. MALDONADO, y en los de Estratigrafía los Dres. J. RAMIREZ DEL POZO, A. MALDONADO y O. RIBA, de los mencionados centros. La redacción de la Memoria ha ido a cargo de los señores RIBA, RAMIREZ DEL POZO y MALDONADO. Los estudios de laboratorio (Sedimentología y Micropaleontología) han sido realizados, respectivamente, por los Dres. M. AGUILAR

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

2 ESTRATIGRAFIA

La Hoja núm. 34-13, Pons, comprende terrenos pertenecientes al Triásico, Terciario y Cuaternario. El Triásico aflora solamente en el borde NO. de la Hoja, formando un diapiro inédito y no cartografiado hasta el presente. El Terciario comprende, en cuanto a los afloramientos se refiere, terrenos del Eoceno Superior (Priabonense) y del Oligoceno (Sannoisiense y Stampien- se). El Cuaternario, bastante reducido, forma recubrimientos de terrazas y algunos aluviones o coluviones dispersos.

2.1 TRIASICO (T_{c2} y T_{c3})

Aflora en el borde NO. de la Hoja, en forma de diapiro, parcialmente re- cubierto por el Terciario, en el pueblo de Bellfort.

2.1.1 Muschelkalk (T_{c2})

Aflora en forma de bloques de posición caótica, integrados en los mate- riales arcillosos del Keuper debido al diapirismo.

Se trata de calizas microcristalizadas (biomicritas) y calizas dolomíticas o dolomías, finamente cristalinas, entre las que se encuentran todos los pasos intermedios. A veces presentan estructura celular o carniólica. Los es- tratos se presentan en bancos masivos y a veces trabados, con potencias parciales de más de 40 m.

Los niveles de carácter calizo pueden ser relativamente fosilíferos y se caracterizan por la presencia de *Frondicularia woodwardi*, HOWCH; *Halobia*, y restos abundantes de Crinoideos y Moluscos.

2.1.2 Keuper (T_{c3})

Formación de facies Keuper típica, muy diapirizada, en la que no se puede realizar ninguna columna estratigráfica. Está representada, esencialmente, por margas dominantes de color rojo violeta, a veces de tonos grises, azu- lados o gris parduzcos, por masas importantes de yesos recristalizados ver- sicolores. Se presentan algunos bloques dolomíticos que por su estructura vacuolar podrían corresponder al tramo de carniolas, aunque es difícil de- distinguirlos de los del Muschelkalk por la disposición caótica de ambos.

2.2 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):

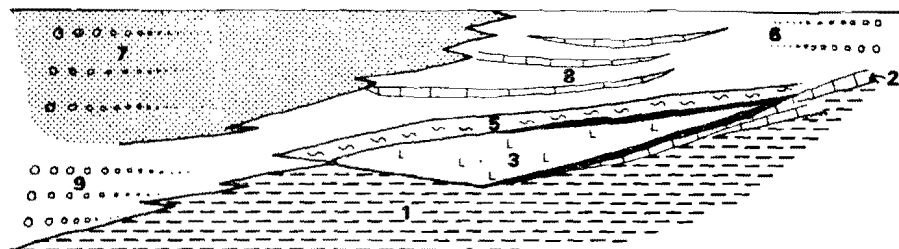
La regresión marina del Eoceno Superior que sucede al depósito de las *Margas de Igualada*, a través del *Miembro Tossa*, cuando existe, está representada por la potente *Formación salina de Cardona* que se originó en un «lagoon», en conexión aún con el mar, en un área fuertemente subsidente. Dicha formación salina consta de un megaciclotema único (ver 2.3.1). El límite entre las formaciones marinas y continentales es, en general, diacrónico; los niveles marinos más altos se encuentran en la zona de Moyá-Collsupina, con descenso hacia el N. (Pirineo) y hacia el SO. (Igualada-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.

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

N—

—S



WSW—

—ENE

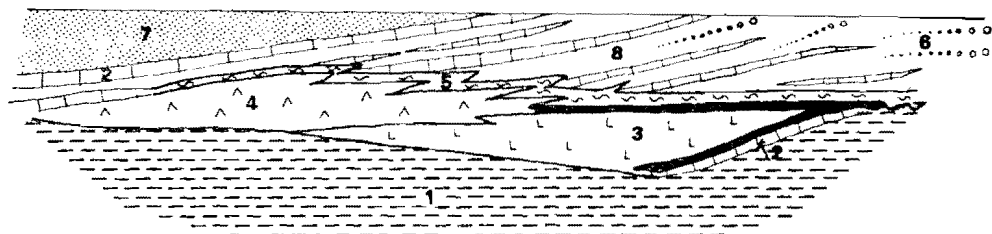


Figura 2

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 Sana-huja (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 Bellmút (roja).

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 *Elomeryx 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.; *Elomeryx 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 CRUSAFONT, 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 crocodílidos, y el Gasterópodo tan frecuente *Melanoides 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*, STAUDT-STAUDT, 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.; *Pseudotimomys* 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 *Melanoides 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 Querolios.

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

feros 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.

2.3 EOCENO

2.3.1 Priaboniense Medio-Superior (Tnk^{Ac}_{c22-23})

Encima del Eoceno marino representado por la Formación margas de Igualada (o si se quiere, de Ollana) descansa la Formación salina de Cardona, la cual, aunque no aflore, ha sido reconocida mediante numerosos sondeos reseñados en el apartado 5 de Minería. A título de información damos a continuación la sucesión estratigráfica de síntesis de Cardona, cuyos intervalos son los siguientes:

Techo: Margas grises con anhidrita, del Complejo lacustre 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.

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

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

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

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

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

Esta Formación salina ha sido reconocida en el anticlinal de Vilanova de la Aguda, pero no en los dos sondeos del anticlinal de Sanahuja (Sanahuja y Torá), ni así tampoco en el de Guissona (ESSO), en el que se cortaron más de 800 m. de evaporitas, especialmente anhidritas, con un intervalo superior bastante potente de sal gema.

Esta Formación viene recubierta por los yesos o anhidritas de la Formación Barbastro.

2.3.2 Priaboniense Superior (T_{c23}^{Ac} y T_{s23}^{Ac})

La Formación yesos de Barbastro (T_{c23}^{Ac}) está ampliamente representada en la Hoja en los anticlinorios de Sanahuja, Pons y Vilanova de la Aguda. Está constituida por yesos masivos, o anhidrita, localmente laminados, pulverulentos, e interestratificados con margas grises, azules o verduzcas. Potencias muy variables, pero superiores a los 700 m. (medidos en la columna de Sanahuja y comprendiendo además la parte de la Formación perteneciente al Sannoisiense). La parte Priaboniense de dicha formación está intensamente diapirizada, lo cual impide un levantamiento estratigráfico de detalle. Por los sondeos se sabe que, por lo menos en la parte oriental, descansa sobre la formación salina de Cardona.

Formando el techo del Priaboniense se presenta un nivel detrítico (T_{s23}^{Ac}), constituido por areniscas y margas grises que pasan hacia arriba a margas grises, y que contiene niveles de calizas oquerosas y paleosuelos lacustres. Predominan las estratificaciones cruzadas de pequeña escala, fundamentalmente «ripples» simétricos y asimétricos, laminación cruzada de tipo plana y estructuras «flaser». Encima siguen margas grises con yesos. La potencia para el intervalo arenisco es de 30 m., siendo en total de 120 m. Constituye un magnífico nivel guía que ya fue reconocido en los sondeos de potasa. Lateralmente se biselan y desaparecen.

En ellas se ha encontrado una microflora de oogonias de Charáceas, caracterizadas por la asociación de *Roskyella pecki*, GRAMB; *Harrisichara vasiiformis* (REID y GROVES); *Harrisichara lineata*, GRAMB., y *Gyrogona wrighti* (REID y GROVES), y los Ostrácodos *Ilyocypris brehli*, TRIEBEL, y *Loxoconcha* sp., cuyo conjunto caracteriza los niveles altos del Eoceno.

2.4 OLIGOCENO

2.4.1 Sannoisiense (T_{c31}^A ; T_{c31}^A ; T_{l31}^A ; T_{c31}^A y T_{s31}^A)

El yacente del Sannoisiense es el tramo de areniscas (T_{s23}^{Ac}) anteriormente reseñado, que ha servido de nivel guía para separar el Eoceno del Oligoceno. Encima de éste continúan los yesos de la Formación Barbastro (T_{c31}^A), que en esencia son yesos masivos, anhidrita, e interestratifica-

ciones de margas grises. La potencia del tramo yesífero sannoisiense, en Sanahuja, es de unos 450 m. En éste los yesos están poco diapirizados o sin diapirizar.

Lateralmente, y en el eje del anticlinal de Vilanova de la Aguda, los yesos pasan al Complejo lacustre de Sanahuja, en su facies roja detrítica (T_{c31}^A), similar a la que se encuentra en Cardona: hay «*graded bedding*» en las areniscas, estructuras «*flaser*», laminación convoluta, «*tool marks*» («*groove casts*», «*bounce casts*», etc.), laminación paralela, marcas de sobrecarga, etc., que denotan un ambiente turbidítico en medio de aguas lacustres de poca profundidad. Hacia arriba la Formación es más fluvial y pasa a las características de la Formación molasa de Artés, descrita en la Hoja de Calaf (35-14).

Intercalado en el mismo Complejo lacustre de Sanahuja tenemos el nivel calcáreo margoso, limolítico blanquecino, pardo y grisáceo, con calizas bioclásticas con Algas y restos de Gasterópodos (T_{c31}^A), que ha servido de nivel guía en la cartografía. Potencia inferior a 40 m. Lateralmente, hacia el Sur, pasa a los yesos (T_{c31}^A).

Las llamadas capas de Torá (T_{c31}^A), pertenecientes al mismo Complejo, están intercaladas en la Formación roja de Vilanova de la Aguda (T_{c31}^A). En Sanahuja están compuestas por una alternancia de margas limolíticas, areniscas y calizas detríticas, con el color dominante blanquecino o gris azulado y algunas pasadas rojizas. Lateralmente pasan a calizas, y en la zona de Biosca, en éstas se insertan capas de yeso sacaroideo. En esencia, presentan un carácter lacustre somero, probablemente en medio reductor, tal como demuestra la presencia de cubos de pirita. Estas capas de Torá constituyen un magnífico nivel guía cartográfico que subrayan por su color blanquecino los dos flancos de los anticlinales de Sanahuja y Vilanova. Encima de esas capas se intercala otro tramo rojo correspondiente a la Formación de Artés (T_{c31}^A).

En la parte alta del Sannoisiense, la molasa de Artés, roja, da paso vertical y horizontal a la molasa de Solsona (T_{c31}^A). Dicha molasa está constituida por margas y limolitas calcáreas, pardo amarillas, basalmente abigarradas rojo o gris, alternando con capas gruesas y bancos de areniscas con algunos microconglomerados, poco continuos lateralmente. Presentan abundantes estructuras sedimentarias, destacando la estratificación cruzada de mediana a gran escala, de tipo «*trough*» y cantos blandos en la base. Hacia el techo aparecen «*ripples*» y laminación paralela, que puede estar parcialmente perturbada por la actividad de los vérmidos («*burrowing*»). El contacto basal de las areniscas es erosional. Hacia la parte NE. de la Hoja los bancos detríticos pueden presentarse como conglomerados, especialmente en los tramos más altos del Sannoisiense. Son conglomerados con elemen-

tos poligénicos de origen pirenaico, con tamaños crecientes hacia el Norte. Las areniscas, en algunos lugares, son verdaderas arcosas. Esporádicamente han sido vistas pequeñas impregnaciones de cobre.

El Sannoisiense detrítico en facies roja de la Formación Artés, entre Vilanova de la Aguda y Pons, registra una importante discordancia sintectónica, en la que se ha observado cómo este paquete sedimentario reduce su potencia hacia el NO., en la zona de Serra Castellá, formando un abanico de capas que se cierra en dicha dirección, siendo recubierto, en conjunto, por las molasas de Solsona en discordancia angular. Esto nos data una fase de plegamiento intrasannoisiense.

Las muestras estudiadas micropaleontológicamente, correspondientes al Sannoisiense en esta Hoja, han sido bastante pobres en fósiles, y la mayor parte azoicas, debido a las características litológicas dominantes que presenta esta unidad. En conjunto se han caracterizado como sannoisienses los tramos con *Rhabdochara stockmansi*, GRAMB.; *Tectochara meriani*, L. y N. GRAMB., y los Ostrácodos *Ilyocypris boehli*, TRIBEL, y *Hemicyprideis* sp.

2.4.2 Stampiense (Ts_{c32}^A y Tcg_{c32}^A)

El Stampiense de la Hoja de Pons ocupa el núcleo de los sinclinales principales. Desde el punto de vista litoestratigráfico pertenece a la Formación Molasas de Solsona (Ts_{c31}^A), que se ha descrito en el apartado anterior al Sannoisiense. Se trata, en esencia, de una monótona y potente serie estratigráfica de margas amarillo-parduzcas y areniscas en capas y bancos con paleocanales que denotan una sedimentación en ambiente fluvial. Como proceden del Pirineo, los elementos detríticos se hacen más groseros hacia el Norte, por cuya razón se pueden encontrar ya verdaderas capas de conglomerados en la parte norte de la Hoja; especialmente en las inmediaciones del diapiro de Belfort y en el sinclinal de Sant Climents.

Los niveles datados como stampienses en esta Hoja son algo más fosilíferos que los descritos como sannoisienses, conteniendo una asociación de Charáceas constituidas por *Tectochara meriani*, L. y M. GRAMB.; *Chara microcera*, GRAMB. y PAUL; *Chara brongniarti*, BRAUN ex UNDER; *Rhabdochara major*, GRAMB. y PAUL, y *Gyrogona medicaginula*, LAM., así como por diferentes especies de Ostrácodos de reducido valor cronoestratigráfico.

La parte alta de la Formación detrítica, perteneciente al Stampiense, de los alrededores del diapiro de Belfort, solapa los materiales triásicos, formando discordancia angular, mientras que los tramos inferiores del Oligoceno están deformados y cortados por dicho diapiro.

2.5 CUATERNARIO

El Cuaternario, por ser muy discontinuo, tanto vertical como horizontal-

mente, requiere un estudio geomorfológico y estratigráfico que abarque la totalidad de la cuenca fluvial. Para el Segre se dispone de datos de PANZER (1926), BIROT (1937), SOLE SABARIS y FONT (1929), SOLE SABARIS (1955) y los autores de la edición anterior de esta Hoja (ALMELA y RIOS, 1949) y de la vecina de Artesa (RIOS y ALMELA, 1953).

2.5.1 Pleistoceno (Q_1^{T1} y Q_1^{T2})

SOLE SABARIS (1955) acepta, para el Segre, la existencia, aguas abajo de Balaguer, de cuatro niveles de terraza cuyas alturas se conservan constantes sobre el río:

- T1: Terraza alta, 85 m.
- T2: Terraza media, 60 m.
- T3: Terraza baja, 20 m.
- T4: Terraza inferior, 5 m.

Por encima de la terraza alta existe un glacis de pie de monte, recubierto de gravas, que ocupa los interfluvios y no guarda paralelismo con la red fluvial del Segre. SOLE atribuye al Riss la terraza media, y al Würm la terraza baja.

Dentro del marco limitado de la Hoja de Pons no hemos encontrado ningún resto de la terraza alta de 85 m. (tampoco lo encontraron nuestros predecesores), cosa que puede ser atribuida al fuerte encajamiento del Segre en el tramo de la presente Hoja. De la terraza media (Q_1^{T1}) se han encontrado algunos retazos, colocados a unos 60 m. sobre el río. El más destacable es el que se encuentra encima de Gualter, en la orilla derecha del Segre, y es cruzado por la carretera que conduce a Bellfort. Está constituida esta terraza por gravas de elementos muy rodados, poligénicos, de procedencia pirenaica, con matriz arenosa y los cantos poco alterados. Están recubiertas por limos arcillosos y depósitos coluviales de ladera.

La terraza baja, de 20 m. (Q_1^{T2}), está muy bien desarrollada en todo el curso del Segre, formando muchas banquetas sobre las cuales discurre la carretera y se asientan los núcleos de población. La composición es muy parecida a la anterior, en lo que se refiere al Segre. Este nivel de terrazas está también muy bien desarrollado en el Llobregós y tributarios de éste, pero la composición cambia, como es lógico, ya que el río Llobregós drena solamente terrenos terciarios. En la zona de Biosca, Sanahuja, etc., se puede observar muy bien en los abruptos de dicha terraza (cuya altura sobre el lecho actual disminuye aguas arriba) que los depósitos son esencialmente de limos arenosos, arenas y arcillas pardo-amarillentas o rojizas, con cantos dispersos de yeso, areniscas terciarias y alguna caliza, en general angulosos o poco rodados.

La terraza inferior (Q_2^{Al}) es, en realidad, el lecho de inundación del Segre y afluentes. El río está muy poco encajado, y por esta razón no se ha separado en la cartografía.

SOLE SABARIS (1955) encontró, coincidiendo con el eje del anticlinal Balaguer-Barbastro, una deformación o abovedamiento del mismo que afectó a las terrazas altas del Segre (de 60 a 85 m.), dando una flecha del orden de los 120 m. Dicha deformación no afectó a las terrazas bajas e inferior, que siguen paralelas al cauce actual del río. De esto deduce que la edad de deformación es post-Riss y pre-Würm. El anticlinal de Pons y el de Sahanuja, por estar a continuación del de Balaguer-Barbastro, es posible que también haya sufrido tales deformaciones, y así lo sospechan ALMELA y RIOS al no encontrar vestigios de las terrazas media y alta.

2.5.2 Holoceno (Q_2^{Al})

Como ya se ha indicado, la terraza baja de inundación de los ríos Segre y Llobregós se ha indicado como holocena (post-Würm) (Q_2^{Al}), así como algunos rellenos importantes de cursos secundarios desprovistos de aterrazamiento.

Se ha reservado el símbolo (Q) (Cuaternario indiferenciado) para indicar aquellos aluviones o depósitos de pequeño arrastre de origen local o verdaderos aluviones, de extensión limitada, aislados del tronco fluvial principal y que, por tanto, resultan muy difíciles de correlacionar con algún nivel de terraza concreto. Se trata de terrenos detríticos (arcillas y limos, mezclados con gravas angulosas de origen local) que se acumulan en pequeñas depresiones o en las cabeceras de los arroyos tributarios del Segre. La conservación se ha hecho posible debido a que el perfil longitudinal de dichos tributarios es convexo, con rotura de pendiente aguas abajo, donde se sitúan dichos retazos cuaternarios. Este hecho denota que los interfluvios excavados en el Terciario poseían, antes del encajamiento de la red fluvial, un relieve estructural muy suave, con tendencia a evolucionar a una penillanura recubierta parcialmente por esa clase de terrenos.

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 plega-

miento 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 Guísson, 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, deformación 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 sísmica 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 destríticas.

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 disarmónicamente 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 desgarre regionales 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):

O —

— E

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 Ardèvol.

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 desgarre, 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 cuisiense 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 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

El estudio tectónico de esta Hoja tiene que verse en el contexto de la zona en que está enclavada, relativamente cerca del Pirineo y de la unidad del Prepirineo conocida por Las Nogueras, sobre la que se han publicado numerosos trabajos. Citemos, en primer lugar, a los autores de la edición anterior ALMELA y RIOS (1949), de la Hoja vecina de Artesa de Segre (1953), así como de la síntesis provincial de Lérida (1947) y del estudio de la zona subpirenaica catalana (1943). Recordemos, asimismo, los trabajos de ASHAUER (1934), MISCH (1948), GUERIN DESJARDINS y LATREILLE (1961), y BIROT (1937) en lo tocante a la misma zona del Prepirineo. Por otra parte, MARIN y colaboradores (1923, 1926, etc.) iniciaron el estudio de la cuenca potásica catalana, trazando las grandes líneas estructurales, así como los autores de la Hoja de Guissona (LARRAGAN, BATALLER y MASACHS, 1950) y la síntesis de RIBA (1967).

Dentro del perímetro de la Hoja tenemos las estructuras siguientes:

Anticlinal del Diapiro de Bellfort-Montmagastre.

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 Ardévol.

Anticlinal de Sanahuja.

Todos, menos el último, pertenecen al sistema SO.-NE.; el de Sanahuja interfiere con los demás, en dirección ONO.-ESE.

El diapiro de Bellfort no había sido cartografiado hasta el presente. Se halla enclavado en el ángulo NO. de la Hoja y al lado mismo de la parroquia de dicho nombre. Este diapiro, constituido en su parte interna por una gran masa plástica de Keuper, muy yesífero, en el que se hallan retazos de calizas del Muschelkalk en posición caótica, tiene un contorno ligeramente ovalado, en forma de corazón, y ha atravesado la casi totalidad de la serie terciaria. Esta serie, en los bordes occidental y meridional se encuentra levantada con buzamientos de más de 45°, formando en sus flancos alguna suave discordancia progresiva. Por el Norte y Este, el Terciario también está en contacto mecánico, pero las capas superiores del Stampfense recubren, en «*onlap*», el techo del diapiro. Estas capas también han sido suavemente deformadas por un juego póstumo del mismo. El mencionado diapiro se encuentra en una alineación sensiblemente de dirección SO.-NE., en la prolongación del eje de Montmagastre, ya en la Hoja vecina de Artesa de

Segre, y se continúa hacia el NE. en la Hoja de Oliana. Así, concluimos, que la intrusión del diapiro de Bellfort se realizó durante el depósito del Oligoceno, frenándose en el Stampiense alto, y recibiendo un nuevo empuje después del Stampiense.

En general, la zona nororiental de la Hoja, zona de Sant Climent, Pinell, Llovera, hacia Solsona, tiene poco interés tectónico, ya que forma unos altillanos estructurales, ligeramente basculados, en los que se extinguen, por aplanamiento de las charnelas, el anticlinal de Vilanova de la Aguda y el sinclinal de Sant Climent. Salvo algunas excepciones, los sinclinales presentes en esta Hoja no ofrecen particularidades dignas de mención que no puedan deducirse directamente de la lectura del mapa. Veamos, en cambio, las estructuras anticlinales.

El anticlinal de Tiurana es un braquianticlinal, NE-SO., de 3 a 4 Km., abierto en «*bray*» por el propio Segre, sin llegar a aflorar los yesos infrayacentes a la molasa de Solsona. Hacia el sur de Miralpeix enlaza con el eje del anticlinal de Pons, después de pasar una breve ensilladura tectónica, para cortar de nuevo el eje el Segre, en las inmediaciones de Gualter. En este breve trayecto el eje anticlinal va acompañado de una falla que ha levantado el bloque correspondiente al flanco NO. del anticlinal de Cubells. Este anticlinal, más al SO., debido a un fuerte buzamiento axial, permite el asomo de importantes masas de yesos de la Formación Barbastro, en parte recubiertos por los aluviones del Segre, el cual se prolonga hacia el SO. para formar el anticlinal de Cubells, saliendo ya de la Hoja. Este anticlinal es asimétrico. Las capas del flanco O., cercanas a Casa del Noi (al O. de Pons), son llevadas a la vertical debido a la existencia de una falla que ha hundido el bloque occidental, y al carácter diapírico de dicha estructura anticlinal.

El anticlinal de Sanahuja, de dirección ONO-ESE. (también llamado anticlinal del Llobregós), presenta algunas complicaciones estructurales dignas de mención. Se trata, en primer lugar, de un anticlinal «semidiapírico»; es decir, de un anticlinal con un núcleo yesífero (y por debajo salino) perforante a lo largo de su eje. Los flancos han conservado la estratificación normal, incluso la casi totalidad de los yesos de la Formación Barbastro que se encuentran por encima del nivel margoso-detrítico (Ts_{c23}^{AC}) que ha servido de nivel-guía para separar el Eoceno del Oligoceno. El núcleo diapirizado se ha indicado en la cartografía mediante un signo especial, y el contacto entre los yesos estables y los movidos se ha indicado como contacto mecánico. Tal delimitación se puede hacer con facilidad mediante las fotografías aéreas, que descubren, en el núcleo diapírico, una serie de pliegues de detalle cuya disposición no está desligada de la interferencia de pliegues apreciable en la zona Pons-Vilanova, Ribelles-Oliola.

En efecto, en este sector existe una ostentosa interferencia de los pliegues de Sanahuja, por un lado; y por otro, del anticlinal de Vilanova

de la Aguda y su prolongación, al SO. del anticlinal de Cubells con sus dos ramas. Este fenómeno merecería un estudio cartográfico y tectónico de detalle, a una escala, por lo menos, al doble de la de este Mapa.

La extrusión diapírica del anticlinal de Sanahuja, en empalme con el anticlinal de Vilanova, se encuentra «frenada» por efecto del paso lateral de facies de los yesos a la Formación detrítica del Complejo lacustre de Sanahuja, desde luego menos plástica. Pero por debajo de ella aún existe la Formación salina de Cardona, reconocida mediante los cuatro sondeos de investigación potásica y la sísmica de reflexión, que prueban de que se trata de otra estructura anticlinal de fondo plano originada por una intumescencia salina. Hacia el Sur, los yesos de Barbastro adquieren una enorme potencia, más de 800 m. de yesos (o anhidritas con una importante intercalación de halita), cortados en el sondeo de Guissona (ESSO), los cuales están recubiertos por una masa de sedimentos suprasalinos de más de 1.500 m. de espesor, suficientes para cebar la migración salina. En dicho sector de entrecruzamiento de ejes, y dentro de la masa de yesos, se pueden observar estructuras de plegamiento de orden menor con ejes sumamente levantados.

Los enclaves de terrenos oligocénicos de los alrededores de Oliola forman parte de esta zona de interferencia. Se trata de dos importantes masas de molasas oligocénicas plegadas en sinclinal y separadas por un anticlinal cortado algo en bisel por una falla de desgarre (al parecer) de carácter levógiro. Las dos masas de molasa están incluidas en los yesos de tal forma que éstos parecen desbordar los contactos con la roca que antes los recubría. Los flancos, rebasando la verticalidad, pueden quedar invertidos, aparentando un falso anticlinal. Los yesos infrayacentes y flanqueantes están extraordinariamente replegados. Forman así dos estructuras sinclinales a modo de petaca, tendiendo a constituir un enclave dentro de la masa evaporítica plástica. ¿Se trata de un efecto algo lejano de la falla del Segre, también levógira? Es probable, pues, que los movimientos extrusivos de la sal y yesos respondan a fallas profundas, paralelas a la principal, de igual signo. El eje anticlinal de Sanahuja, al interferir con el eje de Vilanova, sufre, en efecto, una doble curvatura en S, con desplazamiento en el mismo sentido que los dos bloques de Oliola. Considérese asimismo la S al interferir con los ejes de Estany y Ardévol.

Con todo lo que acabamos de indicar se plantea el problema de la edad del plegamiento. El eje ONO.-ESE. de Sanahuja, ¿es anterior, contemporáneo o posterior a los ejes SO.-NE. con que interfiere? Pensamos, de acuerdo con lo expuesto, que es anterior y que en otra fase más tardía se formarían los pliegues del sistema SO.-NE., removiéndose al propio tiempo el de Sanahuja.

La discordancia angular del este de Pons nos indica la existencia de

movimientos intrasannoisienses, pero faltan más datos para saber, por su orientación, si pertenece a un sistema u otro.

En fin, queda por señalar que el anticlinal del Estany [también llamado por ALMELA y RIOS (1949) anticlinal de Sant Pere Sasserra] es un bonito braquianticlinal, ligeramente vergente al Sur, también de fondo plano. Aunque la sal está bastante profunda, no dejaríamos de recomendar se llevara a cabo algún sondeo de investigación, ya que la masa salina acumulada parece ser enorme.

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 (Biarritziense 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 diacrónico 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 sismica 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 fanalomerado, 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 microfauna (Ostrácodos) y microflora (Charáceas) tanto en el Priaboniense Superior como en el Sannoisiense y Stampiense.

La presencia de Ostrácodos pertenecientes a los géneros *Loxoconcha*, *Fabanella* (*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 Mequinenza. Lateralmente, cada capa de caliza lacustre pasa hacia el Oeste a los yesos (con algo de halita). Hay pues una imbricación de am-

bientes 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 Sannoisiense 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 prestampienses en el alto Cardoner, que pueden ser correlativas a las dos registradas dentro de la cuenca durante el Sannoisiense (la del sur del anticli-

nal 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 diastrófica se debe la inyección del diapiro de Belfort (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 riolasa 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 glaciais plio-cuaternarios 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 de-

jado 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-wurmienses del anticlinal de Pons y Balaguer (SOLE SABARIS, 1955).

5 MINERIA Y CANTERAS

En la Hoja de Pons, las sustancias útiles conocidas que han merecido investigación minera han sido las sales potásicas, sin llegarse nunca a la fase de explotación. Además, se explotan en la actualidad algunas canteras para áridos, en general de modo intermitente, y arcillas en ladrillerías de carácter artesano.

5.1 INVESTIGACION DE POTASAS

Dentro de la Hoja de Pons se localizan dos estructuras que, desde el principio de la investigación de la cuenca potásica catalana, llamaron poderosamente la atención de los mineros: el anticlinal de Vilanova de la Aguda y el anticlinorio de Sanahuja. En ambos afloran los yesos en el núcleo y, además, en Vilanova, se descubrieron manantiales salinos con alto contenido en sales potásicas. Esto indujo a la Empresa Fodina, S. A., a realizar varios sondeos de investigación en estas estructuras.

El número total de sondeos efectuados dentro de la Hoja fue de cinco, estando descritos por MARIN (1932). Se resumen a continuación los niveles más importantes cortados en cada uno de ellos.

El sondeo de Sanahuja se localiza alrededor de un kilómetro al SE. del pueblo, sobre la rama norte del anticlinorio, y ubicado sobre las «capas de Torá». De techo a muro se cortaron: 56 m. de margas y areniscas, seguidas de yesos alternando con margas grises, anhidrita y arcilla hasta los 238 m. A continuación se cortó la Formación salina, hasta la cota de 785 m. en que terminó el sondeo. Dentro de la Formación salina se encontró una capa de 0,70 m. de carnalita y yeso; vetas de sal con carnalita a los 431 y 476 m., así como frecuentes intercalaciones de margas, arcillas rojas o grises y anhidrita. No se cortó silvinita. Según se deduce de la localización del sondeo y de los detallados perfiles estratigráficos que hemos realizado en el levantamiento de esta Hoja, es muy probable que este sondeo no haya cortado la gran masa de la formación salina, que debe estar más profunda. El nivel de 34 m. de arcillas rojas cortado a la cota de 294 m. y que según MARIN (1932) puede representar los residuos del yacimiento potásico lavado, lo atribuimos al nivel intermedio de areniscas, intercalado en los yesos (Ty_{c23}^{Ac}).

El resto de los sondeos dentro de esta Hoja se ubicó en el núcleo del *anticlinal de Vilanova*, en las inmediaciones del pueblo donde afloran los yesos.

El *sondeo núm. 1* se realizó en el flanco SE. del anticlinal e inmediato al pueblo. Se cortaron margas con yesos y anhidritas hasta la cota de 208 m.; a continuación el complejo salino de margas, con anhidrita y sal común hasta los 654 metros, seguido de halita pura hasta la cota de 751 m. en que se terminó el sondeo. Se cortaron en este sondeo dos niveles potásicos: el superior a la cota de 303 a 318 m., constituido por 3 m. de arcillas y 12 m. de carnalita con algo de silvinita y sal común; el inferior, a la cota de 661-683 m., integrado por una capa superior de 6 m. de carnalita con halita, una capa intermedia de 12 m. de halita y una capa inferior de 4 m. de silvinita con halita.

El *sondeo núm. 2* se ubicó también en el flanco SE., unos 1.200 m. al NE. del anterior y un poco más retirado del eje anticlinal. Se cortaron yesos y margas y algunos bancos de areniscas hasta los 385 metros, y desde aquí hasta los 697 m. margas, arcillas y areniscas con nódulos de sal en el techo y algunas capitas de sal hacia abajo. A continuación, hasta el final del sondeo a los 843,50 m., se cortó sal común con tres capas de carnalita de 2, 4 y 2 m. a la cota de 704 m. y otras tres capas de silvinita y halita de 4, 4 y 0,6 m. a la cota de 773 m.

El *sondeo núm. 3* fue el único perforado en la rama norte del anticlinal, dando resultados totalmente negativos. Se cortaron margas, yesos y areniscas hasta los 314 m., y desde aquí hasta el final del sondeo a 873 m. se perforaron margas, anhidrita y sal, con trazas de carnalita a los 395 m. y a los 619 m.

El *sondeo núm. 4* se perforó al sur del núm. 1, suspendiéndose a la cota de 450 m. por dificultades mecánicas, llevando sólo 5 m. atravesados de la formación salina.

Desde el punto de vista minero los resultados de estos sondeos no son muy favorables, y según MARIN (1932), el criadero en el Llobregós ha sufrido metamorfismo después de su formación, y en muchos puntos ha sido lavado, quedando como residuo niveles de arcilla. Sin embargo, tal como ha sido indicado para el sondeo de Sanahuja, se cree poco probable en este caso el lavado, por lo menos para el nivel de arcillas de la cota de 294 m. No obstante, caso de estar la formación salina conteniendo las capas de silvinita más profunda, su rentabilidad desde el punto de vista minero queda dudosa a estas profundidades, al menos con las técnicas actualmente en uso en la cuenca catalana.

Fuera del marco de la investigación potásica también se cortaron sales en el sondeo de Sanahuja-1 [CIEPSA, 1962-1963], cercano al caserío de Sant Climent, en el tránsito de las margas eocenas marinas a los terrenos continentales a unos 2.375 m. de profundidad (altura del pozo, 626,50 m. sobre el nivel del mar). La potencia del horizonte de sal y la constitución del mismo no se estudiaron.

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 Pons hay emplazados algunos manantiales en la masa de yesos de los anticlinales de Sanahuja y proximidades de Pons; sin embargo, por tratarse de aguas muy selenitosas, su explotación, a pesar de ser muy caudalosos, es poco rentable.

En Oliola hay dos manantiales de aguas duras situados al SO. del pueblo, con un caudal de hasta cinco litros por minuto, que se utilizan para el riego. Su análisis ha dado cifras que hacen que estas aguas, cargadas de magnesio, cloruros, cal, sodio y anhídrido sulfúrico, sean totalmente impotables.

En Cabanabona (Oligoceno al sur de la Hoja) brota un manantial cuyo caudal es de 0,5 l/min., con un contenido bastante alto en anhídrido sulfúrico, cal, magnesio y muy poco elevado en cloruro sódico. La calidad es bastante baja. En la riera que baja de dicho pueblo hay algunos pozos abiertos en los aluviones que la recubren, cuyas aguas son explotadas para el riego.

En Biosca existe en las areniscas del Sannoisiense un manantial de caudal y características análogas a las de Cabanabona, con un contenido en

cloruro sódico algo excesivo, siendo, sin embargo, la calidad del agua una de las mejores existentes.

En Sanahuja existe un manantial a un kilómetro al norte del pueblo, con un caudal medio de 0,5 l/min. que proporciona una de las aguas de mejor calidad de las que se encuentran en la zona de esta Hoja, si bien es algo rica en cloruro sódico.

Vilanova de la Aguda se surte de algunas balsas, ya que está muy alejada de los manantiales.

Pons se alimenta del agua del Segre y aguas subálveas del Cuaternario.

7 BIBLIOGRAFIA

- ALMELA, A. (1943).—«Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Memoria explicativa de la Hoja n.º 294, Manlleu». *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 yesífera de la cuenca del Ebro». *Com. I. Col. Obras Públicas en Terrenos Yesíferos*, t. 3, pp. 5-12.
- 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.
- ASHAUER, H. (1934).—«Die östliche Endigung der Pyrenäen». *Beitr. Geol. West. Mediterrangebiet*, 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.
- 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.
- (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.
- (1937).—«Nota sobre uns diposits detrítics del Pla d'Urgell». *Arxius Esc. Sup. d'Agricultura*, Nov. Ser., t. III, fasc. 3, pp. 621-633, figs., cortes geol., 1 mapa, 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. Agrícol.*, t. 10, pp. 129-149, Barcelona.
- (1954-1955).—«Enumeración de las especies nuevas del Eocénico de Es-

- paña». *Anal. Esc. Perit. Agricol. Esp. Agropec. Serv. Tec. de Agricultura*, vol. 13, Secc. orig., 50 págs., 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.
- BERGOUNIOUX, 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.—«Remarques sur la structure de la zone des Sierras à l'Ouest d'Artesa de Segre». *C. R. S. Soc. Géol. France*, París.
- (1937).—«Recherches sur la morphologie des Pyrénées Orientales Franco-Espagnoles». Thèse. *Baillière 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 Kalisalzlagertstätten». *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.
- (1924).—«Investigaciones geológicas en los distritos salinos de las provincias de Lérida, Huesca y Zaragoza» (Inédito). 5 cortes geol., Franckfurt.
- CALDERON, S. (1910).—«Los minerales de España», 2 tomos, I, 414 págs.; II, 559 págs., Madrid.
- CAREZ, L. (1881).—«Etudes des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne». Thèse, 327 págs., 72 figs., 8 láms., 2 mapas, París.
- CLOSAS MIRALLES, J. (1948).—«Los carbones 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.
- 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 aquitanenses 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. París*, t. 230, pp. 673-675, París.
- DEPAPE, G., y BRICE, D. (1964).—«Sur la présence du genre *Rhus* (SUMAC) dans la flore oligocène de Cervera (Catalogne)». *C. R. Acad. Sc. París*, t. 259, pp. 2.484-2.486, París.
- (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, París.
- (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), París, 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, París.
- 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 previsor de mineralizaciones de potasas-sal común». *Dep. de Public. del Inst. Geol. Min. España. Ministerio de Industria*, 36 págs., 14+3 figs. pleg., 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.
- 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. (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).—«Nota sobre algunos vegetales terciarios de Cataluña». *Bol. Com. Map. Geol. España*, t. 28, pp. 153-166, 2 figs., 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.
- 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. (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.
- 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. I, n.º 2, Madrid.
- GUERIN-DESJARDINS, B., y LATREILLE, M. (1961).—«Etude géologique dans les Pyrénées espagnoles entre les ríos Segre et Llobregat». *Rev. Inst. Franç. du Pétrole*, t. 16, n.º 9, pp. 922-940, 1 lám., 1 mapa Geol.
- 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.

- [1931].—«Kurzer überblick über die Salzlagerstätten Spaniens». *Géol. Médit. Occidentale*, t. 2, 2.^a parte, n.º 5, pp. 3-9, 1 fig., 2 láms., Barcelona.
- 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 Stufenienteilung 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.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.—«División de Geología (1971). Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la Cartografía Existente. Hoja n.º 24, Berga, *Inst. Geol. Min. España*, 31 págs., 1 mapa col., Madrid.
- JULIVERT, M. (1954).—«Estratigrafía del Eoceno-Oligoceno entre el Francolí y el Anoia». *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 *Crocodylidae* aus den Oligocänen von Tárrega [Katalonien]». *Eclogae Geol. Helvetiae*, t. 29, pp. 578-579, Basilea.
- (1936).—«*Hispanochampsia mülleri* nov. gen. sp. ein neuer *Crocodylide* aus dem unteren Oligocänen von Tárrega (Katalonien)». *Abh. der Schweiz, Paläontol. Gessell.*, 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).
- 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. (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.

- 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.ª 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.ª ép., pág. 212, Santa Coloma de Gramanet.
- MALLADA, L. (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.
- (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España», t. VI. Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno. *Mem. y Com. Mapa Geol. España*, t. 6, 686 págs.
- 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.ª 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 espagnol». *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.; 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.
- «Bosquejo geológico de la provincia de Barcelona, escala 1:200.000». *Inst. Geol. Min. España*, Madrid (sin fecha), anejo a una Memoria físico-geológica (en publ.).
- (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.

- 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 marino 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, A. (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, límite 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 Minerometalúrgicas*, 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.
- MIR AMOROS, J. (1964).—«La potasa al día». *Mem. R. Ac. Cien. Art. Barcelona*, vol. XXXV, n.º 7, pp. 253-325 (03-75), 1 plano topográfico, 1 corte geol., Barcelona.
- 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». *Zeitschr. 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.
- PINEDA, E.—«Cuenca potásica de Cataluña». *Temas Profesionales. Dirección General Minas y Combustibles*, n.º 3, p. 51, cortes geol.
- PINILLA NAVARRO, A. [1966].—«Estudio sedimentológico de la zona aragonesa de la cuenca terciaria del Ebro». *Mem. Doct. Fac. Farm. Univ. Madrid*, 330 págs., 23 figs., 10 fotos, Madrid.
- 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.
- QUIRANTES, J. (1969).—«Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de Los Monegros». *Edic. Depto. Sedimentología y Sueños*. 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. (1967).—«El Eoceno marino de Vic (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.
- 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).—«Subdivisions stratigraphiques et phases de plisement dans le Paléogène continental sud-pyrénéen (région de Barbastro, prov. de Huesca)». *C. R. Ac. Sc. Paris*, sér. D., t. 265, pp. 852-854, París.
 - (1971).—«Les relations entre tectogénese et sédimentation sur le versant sud des Pyrénées centrales. D'après l'étude des formations tertiaires essentiellement continentales». Thèse. *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.
- 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.
 - (1960).—«Relación de los principales sondeos para investigación de petróleo llevados a cabo desde 1939 hasta mayo de 1960». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, n.º 59, pp. 133-166, 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.
- ROJAS TAPIA, B. J.; LATORRE VILLAMIL, F., y FERNANDEZ VARGAS, E. [1971].—«Contribución al conocimiento de la última fase de los movimientos meso-alpinos en las provincias de Navarra-Zaragoza-Huesca». *I Congr. Hispano-Luso-Americano de Geol. Económica*, Madrid-Lisboa, sept. 1971, la Secc., t. 1, pp. 377-385, figs.
- ROSELL, J. [1965].—«Estudio geológico del sector del Prepirineo comprendido entre los ríos Segre y Nogueira Ribagorzana (Prov. de Lérida)». *Pirineos*, año 21, n.º 75-78, pp. 5-127, Inst. Est. Pirinaicos, Jaca.
- 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». *Congrès Géol. Int. C. R. XI^{ve} 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.
- SAMPELAYO, P. H., y BATALLER, J. R. [1944].—«*Trionyx marini*, tortuga nueva del Oligoceno leridano». *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. España*, n.º 13, pp. 3-11, 2 figs., 1 lám., Madrid.

- 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. (1914).—«Recherches géologiques dans la région entre Calaf, Pons, Cervera et Copons». Con mapas, cortes geol., planos de las concesiones mineras. Bâle.
- SCHMIDT, C. (1922).—«Mitteilungen über die kalisalz-lagerstätten 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, Bâsel.
- 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.
- SOLE SABARIS, L., y FONT, J. M. (1929).—«Las terrazas del Segre en las inmediaciones de Lérida». *Publ. Inst. Geol. Topogr. Dip. Prov. Barcelona*, t. II, 7 págs., 1 figs., 5 láms., Barcelona.
- SOLE SABARIS, L. (1945).—«El Mapa Geológico de la provincia de Barcelona. 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, Bellvis». *Inst. Geol. Min. España*, 55 págs., 8 figs., 5 láms., Madrid.
- SOLE SABARIS, L. (1946).—«Problemas morfológicos del llano de Lérida». *Ilerda*, a IV, n.º 6, pp. 7-22, 2 láms., 1 mapa morfológico, 1 bloque diagr. Inst. Est. Ilerdense, Lérida.
- (1945).—«Resultados de las campañas del Mapa Geológico de la provincia de Lérida de 1943 a 1945». *Ilerda*, n.º 5, pp. 3-21, 2 figs., Inst. Est. Ilerdenses, Lérida.
- SOLE SABARIS, L. (1958).—«Geografía de Catalunya. Geografía Física». *El Rellieu*, 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. (1953).—«Terrazas cuaternarias deformadas del Nordeste de España». *Act. IV Congr. Int. I. N. Q. U. A. Roma-Pisa*, pp. 3-11, 2 figs., Roma.
- 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. Escala 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, fig. 1, Inst. Nac. de Geol., 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.
- 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.
- VICENTE CASTELLS, J. (1965).—«Algunos yacimientos fósiles de la provincia de Lérida». *Bol. Sec. Est. Cent. Exc.*, 2.ª época, n.º 1, pp. 7-8, Santa Coloma de Gramanet, Barcelona.
- 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., 42 figs., 12 cuadros, 39 láms. Inst. Estudios Pirenaicos, C.S.I.C. Jaca.
- VIDAL, L. M. (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.
- (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.
- WAGNER, G.; MAUTHE, F., y MENSİK, H. (1917).—«Der Salzstock von Cardona in Nordöspanien». *Geol. Rundschau*, vol. 60, n.º 3, pp. 970-996, 12 figs., Stuttgart.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA