

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:200.000
Síntesis de la Cartografía existente
TARRAGONA
Primera edición

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



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:200.000

Síntesis de la Cartografía existente

TARRAGONA

Primera edición

*Esta Memoria explicativa ha sido redactada
por LUIS SOLE SABARIS.*

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E 1:500.000

Editado
por el
Departamento de Publicaciones
del
Instituto Geológico y Minero
de España
Ríos Rosas, 23 - Madrid - 3

Depósito Legal: M-15.601-1972

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

1. INTRODUCCION

El área abarcada por esta Hoja corresponde a una pequeña parte de la provincia de Barcelona y el resto a la de Tarragona. Se extiende en su casi totalidad por la unidad morfoestructural de los *Catalánides*, a excepción de un pequeño ángulo NO., que comprende el Terciario de la *Depresión del Ebro*.

El sector de los *Catalánides* está constituido, a su vez, por tres unidades alineadas de NE. a SO.: la Cordillera Prelitoral, la Depresión Prelitoral y la Cordillera Litoral o Costera. La más importante de estas alineaciones montañosas es la Prelitoral, en donde se halla el Montmell (851 m.), Montagut (980 m.) y el robusto macizo de las Montañas de Prades (1.201 m.), mientras que los relieves de la Cordillera Litoral son menos importantes (Montcau, 643 m.) y descienden de NE. a SO. hasta desaparecer suavemente bajo el mar. En el sector comprendido en esta Hoja, estas cordilleras están formadas principalmente por Triás, Lías y Cretáceo, pero en la Prelitoral aflora también en algunos sectores el zócalo paleozoico.

Ambas cordilleras enmarcan a lo largo del litoral catalán una fosa tectónica intermedia o Depresión Prelitoral, situada entre los 100 y 250 m. de altitud, y rellenada por Mioceno marino y continental, así como por Cuaternario.

Hacia el S., a causa de la progresiva desaparición de la Cordillera Litoral, la depresión se abre directamente al mar, en el llamado Campo de Tarragona.

Son fundamentales los estudios de ALMERA, LLOPIS, ASHAUER, SCHRIEL, TEICHMÜLLER, BATALLER y VIRGILI, sobre esta región, además de las Hojas publicadas del mapa 1:50.000 (Tarragona, Reus, Valls, Montblanc, Vilafranca y Villanueva) y los mapas 1:40.000 de ALMERA, correspondientes a la parte de la provincia de Barcelona.

2. ESTRATIGRAFIA

Los terrenos representados en esta Hoja son muy variados y están bien caracterizados paleontológicamente la mayoría de ellos. Comprende el Carbonífero, los diferentes pisos del Triás, buena parte del Jurásico y Cretáceo, el Oligoceno continental, el Mioceno marino y continental, diversos tipos de depósitos cuaternarios marinos y continentales, a parte de algunos afloramientos graníticos y de otras rocas eruptivas.

2.1. GRANITO Y ROCAS ERUPTIVAS

En el ojal abierto por la erosión en la cobertera mesozoica, asoma en las montañas del Priorato y de la sierra de Prades una gran extensión del zócalo paleozoico, además de varios afloramientos de granito, los más importantes de los cuales son el de Alforja y Aleixar, y otros dos, en los alrededores de Falset y de Prades.

Se trata en todos estos sitios de un granito normal biotítico, muy descompuesto por acción meteórica, y del cual parten algunos diques porfídicos poco importantes. El granito de Falset está sin duda en relación con la región mineralizada de Bellmunt, en la que se explota la galena.

En el sector NE., cerca del borde de la Hoja, hay otro manchón eruptivo formado por diorita, el cual se extiende en dirección al monasterio de Poblet. En la periferia abundan los cristales de horblenda y las plagioclasas básicas, características mineralógicas que van perdiéndose hacia el interior, pasando a una diorita micácea menos básica. Tiene estructura en bóveda, y según ASHAUER y TEICHMÜLLER representa una fase de diferenciación precoz del magma granítico.

Las aureolas metamórficas están escasamente desarrolladas (corneanas, pizarras quiastolíticas).

2.2. PALEOZOICO

Existen tres manchones: uno, entre el curso del Llobregat y el macizo de Garraf, continuación del extenso afloramiento que en la Hoja adyacente por el E. forma el macizo del Tibidabo; otro, que bordea el Campo de Tarragona, al pie de la sierra de Miramar, y un tercero, que forma el afloramiento extenso de las Montañas de Prades y el Priorato. Los terrenos representados son Silúrico, Devónico y Carbonífero.

2.2.1. Silúrico

Está bien representado en el afloramiento cercano al curso del Llobregat por pizarras con *Monograptus priodon* BRONN. y *Rastrites peregrinus* BARR. (ALMERA, 1891), de más de 500 metros de espesor.

Otro pequeño asomo similar, pero sin fósiles, se halla en la sierra de Miramar y se conocen pequeños asomos en el Priorato (Vilella) debajo del Carbonífero discordante (ASHAUER y TEICHMÜLLER, 1935, p. 12).

2.2.2. Devónico

Formado por calizas y calcoesquistos de unos 30 m. de espesor, en el sector del Llobregat (cerros de Rocabruna y de Auriolles), en donde ALMERA (loc. cit.) señala *Harpes lioharpes venulosus* (HAWLE et CORDA), *Phacops miser* BAAR., *Orthoceras*, *Spirifer*, *Orthis*, *Leptaena*, etc.

Al pie de la sierra de Miramar y en Almoister (Priorato) hay también pequeños asomos de calizas que pueden atribuirse al Devónico.

2.2.3. Carbonífero

La casi totalidad del Paleozoico de las montañas de Prades y el Priorato debe atribuirse a este período. Se trata de una serie detrítica muy potente, de 600 a 800 metros de espesor como mínimo, que descansa en ligera discordancia angular sobre el Gotlandiense en los sitios en donde éste aflora. Consta

de capas de areniscas, conglomerados y pizarras arenosas replegadas, que en la base ofrecen pizarras silíceas con nódulos de fosforita (Vilella). En ellas, VILASECA (1917) ha citado una flora típica del Viseense con *Archaeopteris* (*Paleopteris*) *palmea* FAURA, *Archaeocalamites scrobiculatus* SCHLOT., *Lophoctenium richteri* DELG., *Arenicolites*, etc.

Según ASHAUER y TEICHMÜLLER (1935, pág. 12) es posible que las pizarras altas más finas, con goniatites indeterminables, puedan representar ya el Namuro-Westfaliense.

2.3. SECUNDARIO

2.3.1. Triásico

Hay buenos afloramientos de este terreno en el extremo E. de la Cordillera Litoral y a todo lo largo de la Prelitoral, sobre todo en las Montañas de Prades, en donde constituye una extensa plataforma estructural elevada alrededor de los 800 a 1.000 m. de altitud. Estos afloramientos fueron estudiados por VILASECA (1920), LLOPIS (1917), SOLE, VIRGILI y JULIVERT (1953) y posteriormente existe una amplia revisión del Triás de los Catalánides realizada por VIRGILI (1959).

El Triás de esta zona es de facies germánica y están bien desarrollados y caracterizados sus tres pisos. El Buntsandstein está formado por conglomerados y areniscas rojas, los cuales, hacia la parte alta, pasan a argilolitas rojas y finalmente verdosas, tramo este último que se ha equiparado al Röt alemán. En el Muschelkalk se distinguen tres tramos, de abajo a arriba:

- 1) Dolomías y calizas (nivel de *Paraceratites evoluto-spinosus* TORN. = *Ceratites antecedens*).
- 2) Tramo rojo intermedio, constituido por areniscas finas, arcillas rojas con yeso blanco.
- 3) Dolomías y calizas (nivel de *Daonella lommeli* VIS.).

El Keuper, por último, consta de arcillas abigarradas, primero algo margosas, de tránsito a las calizas del Muschelkalk Superior, y luego con abundantes yesos y finalmente con dolomías más o menos cavernosas de tránsito a las Carniolas.

Según VIRGILI, tanto en las Montañas de Prades, en donde el Triás se presenta muy bien desarrollado, como en el resto de los Catalánides, se puede subdividir en los siguientes niveles:

2.3.1.1. *Keuper* (espesor máximo, 150 m.)

- 3) Dolomías cavernosas de tránsito y carniolas.
- 2) Dolomías y margas con *Myophoriopsis* (*Pseudocorbula keuperiana* (QUENST.)).
- 1) Margas irisadas con yesos, que hacia la base pasan a margas calcáreas con *Myophoria vestita* ALB.

2.3.1.2. *Muschelkalk Superior* (su espesor oscila entre 50 y 100 metros).

- 4) Dolomías compactas con nódulos de sílex, con *Cassianella tenuistriata* LAUBE, *Myophoria goldfussi* (ZEIT.), Crinoideos, etc. Nivel equivalente al Lettenkohle germánico y a la fauna de Saint-Cassien.
- 3) Calizas con *Protrachiceras*.
- 2) Calizas con *Monotis* (*Daonella*) *lommeli*, v. *hispanica* VIRG., que frecuentemente se presenta asociado en el mismo yacimiento con *Protrachiceras*, y representan el Langobardiense.

- 1) Dolomías compactas.

2.3.1.3. *Muschelkalk Medio* (de 50 a 100 m., como máximo)

Margas, arenas y arcillas rojas con yeso blanco. Este nivel fue confundido frecuentemente con el Keuper o con el Buntsandstein, pero es equivalente al Anhydritgruppe alemán.

2.3.1.4. *Muschelkalk Inferior* (de 50 a 100 m.)

- 4) Dolomías con nódulos de sílex y con *Myophoria orbicularis* BRONN.
- 3) Calizas de fucoides, que también pueden repetirse en otros niveles del Muschelkalk.
- 2) Calizas con *Paraceratites*.
- 1) Calizas con *Spiriferina* (*Mentzelia*) *mentzeli* DUNK.

2.3.1.5. *Buntsandstein* (de 60 a 200 m. de espesor)

- 3) Arcillas versicolores, rojas o verdosas.
- 2) Areniscas rojas.
- 1) Conglomerados cuarzosos.

Los materiales del Muschelkalk Superior adquieren localmente un carácter arrecifal en el que dominan las formaciones debidas a las Dasycladáceas y Solenoporáceas, dando lugar a calizas masivas. En la carretera que va desde Alcover a Monttral se observa, entre dos formaciones de este tipo, un régimen de lagoon en el que se depositaron calizas tableadas, en hiladas cuyas potencias oscilan entre medio y 20 centímetros, con abundante fauna en la que se asocian a los moluscos característicos de estos niveles, restos de Limúlidos y Crustáceos (*Heterolimulus gadeai* VIA, VILL.), abundantes peces, así como algunos resto de reptiles (*Nothosaurus* y *Lariosaurus*), que hacen de este yacimiento, todavía en curso de estudio por especialistas, uno de los más notables de Europa de este período. También existen buenos yacimientos fosilíferos en La Mussara (Montañas de Prades), Begues (Macizo de Garraf), etcétera.

2.3.2. Lías y Jurásico

Los asomos más septentrionales de este terreno se encuentran en los alrededores del Montmell, en el valle del Gaiá, pero tienen muy escasa potencia. Luego, desde aquí hacia el sur van cobrando mayor importancia en espesor, facies más margosas y riqueza paleontológica. Generalmente dominan las facies calcáreo margosas con Braquiópodos, pero en el extremo meridional son varios los niveles margosos con Ammonítidos.

ROSELL (1961) ha estudiado esos afloramientos más septentrionales, consistentes en calizas y dolomías brechoides con *Pecten*, *Pentacrinus*, *Terebratula*, *Rhynchonella*, indeterminables específicamente, que se encuentran inmediatamente encima del Keuper, y que LLOPIS (1945) atribuyó sistemáticamente al Retiense. La fauna encontrada aquí y más al S. señala una indudable atribución al Lías. En las brechas y en contacto con el Keuper o el Muschelkalk se encuentran los yacimientos de bauxita del Penedés (La Llacuna, Pontons, etc.).

En las Montañas de Prades, el Lías y el Jurásico tienen ya un centenar de metros de espesor. Constan, en la base, de calizas y dolomías brechoides, silíceas, con Crinoideos, Braquiópodos, Moluscos, etc. (ROSELL y VIRGILI, 1959, p. 133): *Pentacrinus monoliferus* JUNSTER, *Terebratula davidsoni* HAIME, *T. subpunctata* DAV., *Rhynchonella jurensis* QUENST., *Belemn-*

tes, etc., que representan el Toarciense, seguido de una serie dolomítica en la que se ha encontrado fauna del Bajociense: *Perisphinctes martini* D'ORB., *Hetticoceras retrocostatum* CROSS., *Sphaeroceras brongiarti* SOW., sp., etc. Incluso es probable la presencia del Batoniense por la presencia de *Oppelia aspidoides* OPPEL, y del Calloviense por la de *Macrocephalites* SCHLOT. (citadas inéditas de M. SANDER).

El cabo de Salou forma un pequeño promontorio en donde están bien representados el Toarciense, Bajociense, Batoniense y Calloviense, bastante fosilíferos, excepto el Batoniense. Ha sido estudiado por MALLADA (1889), VILASECA y BATALLER (1923) y últimamente por PORTA (1958). El Lías forma el saliente de la Punta Grossa con dolomías brechoides con nódulos de sílex y ferruginosos y calizas con *Rhynchonella* cf. *rosenbruschi* HAAS et PETRI, etc., con espesor medio de unos 30 metros. El Bajociense es algo margoso y tiene unos 20 metros de espesor, con *Spiroceras*, *Stephanoceras*, *Sonninia*, etc. El Batoniense consiste en una quincena de metros de dolomías oscuras y calizas brechoides, azoicas. El Calloviense es una serie potente de calizas y margas de unos 70 metros de espesor, con *Perisphinctes*. En total, más de 100 metros de espesor y con menos lagunas que en las Montañas de Prades.

En las sierras más meridionales de la Cordillera Prelitoral, en las llamadas Moles de Coll de Jou y en la de Llavería, al N. de Vandellós, LLOPIS atribuye al Lías y Jurásico un espesor de más de 200 metros (loc. cit., p. 61). En este último distingue un Lías basal brechoide, de 25 metros de espesor, seguido de calizas y margas típicas fosilíferas, de unos 200 metros de espesor, con *Terebratula punctata* SOW., *Rhynchonella tetraedra* SOW., *Zeilleria cornuta* SOW., etc., en los que se halla el Charmutiense, Toarciense y Aleniense, con el conocido yacimiento de Mas Ramé, cerca de Capsanes (BATALLER, 1922, página 58).

Luego sigue el Bajociense, con 30 metros de calizas margosas, que en Mas Ramé contiene numerosas especies de *Cadomites*, *Sonninia*, *Ludwigia*, etc. (BATALLER, loc. cit., p. 85) reconoció que todavía siguen bancos potentes que pueden atribuirse al Batoniense y que pueden ser los mismos en los que MALLADA (1889) encontró una fauna con *Harpoceras*, *Stephanoceras*, etc.

En la zona inmediatamente al sur de las sierras de Vandellós y Tivissa, los espesores son ya el doble de los del corte

anterior y la serie más completa, pues incluye el Calloviense con *Macrocephalites* y quizá el Jurásico Superior.

2.3.3. Cretáceo

Este terreno ocupa extensos afloramientos, tanto en la Cordillera Litoral como en la Prelitoral, aumentando de espesor hacia el SO.

En ambas cordilleras están representados el Aptense-Albense por un complejo calcáreo que a veces alcanza 500 metros de espesor y en el que es difícil obtener un corte continuo. No obstante, se distingue una serie basal dolomítica de un centenar de metros de potencia, que en la base lleva unas capas delgadas con fauna salobre: *Paludestrina* y *Bythinia*, que según ALMERA (1900) podría quizá atribuirse al Neocomiense. Por encima de las dolomías siguen calizas de Rudístidos, con *Toucasia carinata* (MATH), *Requienia*, *Matheronia*, *Orbitolina conoidea-discoidea* A. GRAS, y localmente con Coralaris y Espongiarios descritos por DE ANGELIS (1905) en Canyellas, Castellet, Les Mesquites (Vilanova), etc.

Hacia la parte alta se intercalan algunos niveles margosos ricos en fósiles: *Terebratula sella* SOW., *Rhynchonella lata* (SOW.), *Toxaster collognoi* SISM., y localmente con Ammonítidos, especialmente en La Vall (Els Monjos): *Nautilus plicatus* PICTET, *Ancylloceras morelianum* D'ORB., *Toxoceras honorati* D'ORB., etc. (BATALLER, 1962).

RAT (1966) ha reconocido la probable presencia del Purbeckiense en el macizo de Garraf, al cual coloca encima de la serie basal dolomítica, replanteando de nuevo la discutida edad de la base de la formación del macizo de Garraf. También ROSELL (1961), cree que es posible que en ella puede estar representado el Lías Superior. Además al NE. de Tarragona se ha identificado por su microfauna el Cenomanense (MORENO, 1970).

En la Cordillera Prelitoral el Cretáceo Superior empieza a estar representado únicamente a partir del macizo del Montmell, fuera ya de la Hoja, en donde tiene unas características parecidas al de la Cordillera Litoral. El Cretáceo del macizo del Montmell tiene unos 300 metros de espesor. En la base consta de dolomías oscuras, seguidas de calizas, que en la parte superior suelen comportar algunas hiladas algo margosas. Hay buenos yacimientos fosilíferos en Castellví de la Marca, Masarbonés y Marmellá, con numerosas especies dadas a

conocer primero por ALMERA (loc. cit.) y posteriormente por otros especialistas (DE ANGELIS, 1905; LAMBERT, 1927; ASTRE, 1938; VIA, 1951) y últimamente por BATALLER (1958), quien hace una revisión de la copiosa fauna de este sector, en el que se hallan (*Polyconites verneuili* BAYLE), *Orbitolina conoidea* A. GRAS., numerosas especies de Coralarios, Moluscos, etc., algunos de los cuales quizá representen ya el Vraconiense, mientras que la mayor parte de la formación, como en Garraf, debe atribuirse al Aptense-Albense.

En las Montañas de Prades no existe el Cretáceo, pero más al sur aflora cada vez con mayor potencia.

Existía, pues, durante el Cretáceo un umbral secundario de escasa profundidad que pasaba por las Montañas de Prades y el cabo de Salou, en donde, en este último lugar, el Aptense tiene escasa potencia, por lo menos visible.

2.4. Terciario

2.4.1. Oligoceno

Se atribuye a esta edad la masa de conglomerados de las sierras del Montsant y de la Llena, situadas en el ángulo NO. de la Hoja, la cual asoma en el borde de la formación terciaria continental, que en este sector rellena la Depresión del Ebro.

La base está formada por materiales finos, areniscas, arcillas rojas con *Bulimus* (SOLE, 1940) con nódulos de sílex y capas de yeso, de pocos metros de espesor, e inmediatamente sigue encima la masa principal de conglomerados, de unos 250 metros de potencia (LLOPIS, 1947, p. 95).

Por su posición estratigráfica respecto a capas bien datadas de la Depresión del Ebro, es pausable atribuir las al Oligoceno, probablemente al Sanoisiense los conglomerados y al Estampiense las capas arcillosas yesíferas de la base.

2.4.2. Mioceno

Forma este terreno extensos afloramientos en la Depresión Prelitoral Catalana (Penedés y Campo de Tarragona) y algunos isleos más limitados entre el mar y el pie de la Cordillera Litoral (Vilanova, etc.). Se reconoce en sus dos facies, marina y continental.

La primera de estas facies está representada por un conglomerado calcáreo de base, discordante sobre el yacente, el

cual en algunos lugares llega a alcanzar como máximo de cuatro a cinco metros de espesor. Siguen luego calizas molásicas (calcarenitas) o coralígenas, y con algas, de poca potencia.

Los corales han sido estudiados por DE ANGELIS y últimamente por CHEVALIER (1961). Este último reconoce que los niveles arrecifales con Algas (*Lithothamnium*) y Corales, pertenecen a diversos niveles estratigráficos, que se localizan en las proximidades de la antigua línea de costa que contorneaba el macizo de Garraf. Abundan las especies coloniales (*Helias-traea*, etc.).

Los niveles basales calcáreos fueron atribuidos por ALMERA al Burdigaliense, aun cuando con poco fundamento paleontológico, por lo que SOLE (1957), los coloca en el Vindoboniense como el resto de la formación. Los niveles calcáreos y calco margosos contienen abundantes moluscos, particularmente Pectínidos, Equinodermos, dientes de peces, etc., según largas listas dadas a conocer principalmente por ALMERA, 1897, y ALMERA y BOFILL (1897), etc.: *Ostraea crassissima* LK, *Pecten subbenedictus* FONT., *Schizaster scillae* DESM., *Scutella paulensis* AGASS. (?), etc., muy abundantes en Calafell, Torredembarra, La Secuita, Altafulla, Berá, etc.

Encima de las calizas basales sigue una serie potente de margas y areniscas que alcanza quizá más de 500 metros en la Depresión Prelitoral, a veces más o menos calcificadas y compactas, que hay que considerar netamente como del Vindoboniense Medio a Superior, y contienen una fauna de Moluscos: *Conus*, *Pleurotoma*, *Cancellaria*, *Rostellaria*, etc., que indican un régimen sedimentario de mayor profundidad y alejado de la línea de costa.

En esta serie es difícil la distinción entre Tortoniense y Sarmatiense, pues obedece puramente a cambios de facies, muy variables lateralmente en una cuenca tan estrecha. SOLE y LLOPIS han demostrado que las facies detríticas dominan en los bordes de la formación, sin tener una significación cronoestratigráfica.

La facies continental está particularmente desarrollada en el Campo de Tarragona y en el sector septentrional del Penedés, a partir de Vilafranca. Hacia el norte, en este último sector, las margas azules vindobonienses indentan repetidamente con una formación areniscosa y arcillosa de tipo salobre o francamente continental, que hacia el pie de la Cordillera Prelitoral pasa lateralmente a una masa compacta de conglomerados calcáreos. Los mismos niveles margosos marinos, hacia el NE.

de la cuenca, en su mayor parte fuera ya de la Hoja, pasan a areniscas y arcillas con fauna de Mamíferos, constituyendo una formación comprensiva del Vindoboniense al Pontiense.

Lo propio ocurre en el Campo de Tarragona, en donde las facies marinas se localizan en el área más cercana al mar, mientras en el centro de la depresión y hacia el NE. pasan a facies finas rojizas, que poco a poco van siendo más groseras en la proximidad de los relieves montañosos que bordean el Campo de Tarragona. Aquí esta formación continental descansa sobre capas marinas vindobonienses con *Ostraea gingensis* (SCHLOT.), mientras por otra parte indentan a su vez con el Vindoboniense marino, con microfauna estudiada por COLOM (SOLE, loc. cit., p. 16), con *Textullaria*, *Amphistegina*, *Streblus*, *Cibides*, etc.

2.5. CUATERNARIO

Pertenecen a este terreno extensos afloramientos en toda la Hoja, que se localizan principalmente a lo largo de la costa y en el interior de la Depresión Prelitoral.

Genéticamente se reconocen los siguientes tipos:

1) *Terrazas fluviales* del río Francolí y otros cursos de menor importancia.

2) *Depósitos de piedemonte*. Al pie de la Cordillera Prelitoral, etc., hay algunos testimonios de derrubios de un piedemonte que seguramente se extendía por buena parte de la fosa del Penedés y principalmente del Campo de Tarragona antes del encajonamiento de la actual red hidrográfica. Se trata de depósitos torrenciales, gruesos, medianamente rodados, de cemento calcáreo.

3) *Limos eólicos y costras de caliche*. Al pie y a lo largo de la Cordillera Litoral y en el Campo de Tarragona se encuentran derrubios antiguos, finos, apoyados en los relieves encarados al mar y que a veces alcanzan un notable espesor. En ellos se ha reconocido una sucesión alternante de tres ciclos sedimentarios. Cada uno de ellos consta, a su vez:

α) De un nivel inferior formado por arcillas rojas coluviales, constituido a expensas de los materiales derrubiados de un suelo antiguo, a veces con intercalación de cantos procedentes de la montaña.

β) Un nivel medio, amarillento, limoso, o arenoso, de origen eólico.

δ) Un nivel superior constituido por nódulos de caliche, dispersos en la parte baja y arracimados en la parte alta hasta soldarse y pasando hacia arriba a una típica costra zonal. Se han atribuido estos limos al interglaciar Riss-Würm.

Lateralmente, hacia el sur, pasan a formar una potente masa de conglomerados de cemento calizo con costras superficiales muy potentes e indentan con los citados depósitos de piedemonte.

En Reus, estos depósitos están abarrancados fuertemente y en ellos se encajan derrubios groseros, mal rodados y grises con industria levalloisiense (SOLE 1960). Por otra parte, en el mismo Campo de Tarragona los depósitos de piedemonte descansan en la Boadella (campo de aviación de Reus), sobre una formación amarillenta, fina, que ha suministrado *Elephas* y una flora cuaternaria antigua (cita inédita).

4) *Derrubios de pendientes y conos de deyección*. En general, tienen escaso desarrollo, a excepción de los macizos montañosos más importantes de la Cordillera Prelitoral.

5) *Formaciones deltaicas* de los ríos Llobregat y Francolí. Son arenas y limos de color gris, con intercalaciones turbosas, y conglomerados. En el delta del Llobregat esta formación deltaica se apoya sobre el Plioceno, el cual se halla como máximo entre 60 y 100 metros de profundidad (MARQUES, 1966).

6) *Depósitos marinos antiguos y playas actuales*. A lo largo de la costa, hay depósitos arenosos de playa, particularmente a partir de Villanueva y Geltrú hacia el sur, pero generalmente de escasa anchura y espesor. Su composición mineralógica ha sido estudiada por GIRESE (1965), FONT ALTABA y SAINZ AMOR (1964).

Además de estas formaciones costeras recientes hay restos de playas antiguas, consolidadas, que han sido atribuidas al Tirreniense (SOLE, 1962) a causa de la presencia de *Strombus bubonius* LK., y fauna acompañante de este molusco senegalés, indicador de una fase interglacial. Estas playas han sido reconocidas en Salou (N. SOLE y PORTA, 1955), Sitges, Villanueva y Geltrú, etc., y se encuentran entre 1,5 y 2 metros sobre el nivel del mar.

Es difícil precisar sus relaciones estratigráficas con los depósitos continentales de piedemonte señalados en los apartados 2 y 3, pero es probable que indenten con ellos.

3. TECTONICA

Hay que distinguir un zócalo paleozoico, cuya tectónica fue determinada por la orogénesis herciniana, y la estructura de la cobertera producido por los plegamientos alpidicos.

3.1. ZOCALO HERCINIANO

Dentro de la Hoja sólo alcanzan alguna extensión los afloramientos del Priorato. Aquí el Carbonífero se halla suavemente discordante sobre su yacente, el Silúrico, tal como lo han demostrado ASHAUER y TEICHMÜLLER (1935, p. 12), señalando la importancia de la fase bretónica de plegamiento. Pero el Carbonífero, a su vez, se halla fuertemente plegado por una fase posterior, la sudética o astúrica, que ha determinado un sistema de pliegues bastante amplios, vergentes al SO. También el magmatismo postorogénico, ligado a los movimientos últimamente citados, determinó la aparición de los plutones graníticos y dioríticos de las Montañas de Prades y del Priorato.

3.2. TECTONICA ALPIDICA

Las unidades tectónicas comprendidas en la presente Hoja son:

- 1) *Cordillera Costera Catalana* (bloque de Garraf).
- 2) *Depresión Prelitoral* (Penedés y Campo de Tarragona).
- 3) *Cordillera Prelitoral* (bloque del Gaiá, sierra de Miramar, Montañas de Prades).
- 4) *Promontorio del cabo de Salou*.
- 5) *Depresión del Ebro* (sierra del Montsant).

3.2.1. Estructura de la Cordillera Costera (macizo de Garraf)

Comprende el sector entre el curso del Llobregat y los últimos relieves de esta cordillera, en las proximidades del Vendrell, en donde desaparece bajo los sedimentos terciarios de la Depresión Prelitoral. El conjunto de estos relieves montañosos constituyen el llamado bloque de Garraf.

Está constituido por una serie potentísima de calizas, dolomías y calizas margosas del Aptense-Albense, que hacia el NE. se apoyan sobre el Trías y éste, a su vez, sobre el zócalo paleozoico que aflora en el valle del Llobregat.

A causa de la proximidad del zócalo y de la rigidez de las calizas, la estructura del bloque se resuelve en numerosas fallas, unas NE.-SO. y otras NO.-SE., que cortan los pliegues suavemente ondulados del Trías y Cretáceo. En el interior del macizo hay algunas pequeñas cubetas tectónicas y poljés fosilizados por el Mioceno marino.

3.2.2. Depresión Prelitoral (Penedés y Campo de Tarragona)

La fosa de la Depresión Prelitoral está limitada, en el sector central, por dos fallas paralelas, de rumbo NE.-SO., de muy diferente significación. La falla meridional, que pone en contacto el Neógeno de la depresión con —según el sector de la cordillera—, el Paleozoico o Mesozoico, se ha movido poco después de su origen, por lo que las capas terciarias que se hallan en contacto con esos terrenos de la Cordillera Litoral apenas han sido afectadas por movimientos posteriores. Incluso hacia el sur, en la mitad del bloque de Garraf, desde Els Monjos hasta el Vendrell, no hay falla alguna en dicho contacto, de forma que el Mioceno recubre directamente, discordante y transgresivo, el Cretáceo, a través de un conglomerado de base potente. Hacia el norte, la falla se inicia modestamente y va tomando mayor importancia, aun cuando más bien queda en el interior del macizo montañoso, por lo que, como ha indicado LLOPIS (1943) la depresión tectónica es más ancha que la morfológica, esta última vaciada por la erosión en los materiales blandos miocénicos. En cambio, la falla septentrional es mucho más importante y continua y se ha movido con posterioridad a la sedimentación del relleno terciario. Así, resulta que la estructura de la depresión es asimétrica, pues el conjunto del Terciario se halla fuertemente basculado hacia el norte y las capas miocénicas de este borde fuertemente levantadas, por lo menos las inferiores, y bastante menos las superiores, lo que demuestra que los movimientos póstumos de la falla fueron sincrónicos con la sedimentación miocénica. Pero lo mismo que en la Cordillera Litoral, esta falla pierde también importancia hacia el sur en dirección al bloque del Gaiá, cuyos contornos orientales y meridionales festoneados

indican que el contacto con el Mioceno es transgresivo. Pasado el bloque del Gaiá, la falla que delimita el contacto de la Cordillera Prelitoral con el Mioceno de la depresión vuelve a cobrar importancia en el Campo de Tarragona. En el borde occidental del bloque del Gaiá es una simple flexión algo fallada, pero en la sierra de Miramar se le puede atribuir ya un salto de cerca de un millar de metros, y más al sur, en las Montañas de Prades, tiene parecida importancia, aun cuando localmente se transforma en una flexión fallada.

El Neógeno que rellena la depresión está constituido esencialmente por el Mioceno marino que indenta con el continental. Se desconoce la profundidad del zócalo, pero al N. de Vilafranca aflora el yacente cretácico, gracias a un par de pliegues fallados en el flanco sur, los cuales interrumpen localmente la continuidad del Terciario.

3.2.3. Cordillera Prelitoral

Cabe distinguir de NE. a SO. las siguientes unidades: a) Sierras de Puigfred, La Llacuna, etc., al norte de Vilafranca y el bloque tabular del Gaiá. b) Sierra de Miramar. c) Bloque tabular de las Montañas de Prades; d) Moles de Coll de Jou-Llaverría. e) Sierras de Vandellos y Tivissa. Las sierras al O. de Vilafranca del Penedés constituyen un sistema de pliegues paralelos, de tipo jurásico, formados por Trias y Eoceno, pero apenas rozan el borde de la Hoja y por eso no merecen la pena ser descritos aquí.

3.2.3.1. Bloque del Gaiá

Constituye un robusto pedúnculo montañoso, de dirección norte-sur, que arranca de la Cordillera Prelitoral rumbo a la costa y aísla casi enteramente la fosa del Penedés de la depresión del Campo de Tarragona. Está rodeado enteramente por el Mioceno de dichas depresiones, excepto por su base de inserción, en la Cordillera Prelitoral.

LLOPIS (1947, págs. 201 y 223) ha puesto de manifiesto las líneas estructurales de dicho bloque, al que designa acertadamente con tal denominación, y posteriormente, SOLE (1956, I. G. M.) ha concretado sus características. Se trata de una estructura en buena parte tabular, limitada por el lado del Campo de Tarragona por una gran flexión monoclinial, que se trans-

forma hacia el interior en falla, mientras en su porción más próxima a la costa desaparece por sumersión suave bajo el Mioceno de la depresión.

El interior del bloque está afectado por algunas pequeñas fallas y ondulado por pliegues suaves. Se presiente su continuidad, en dirección a Tarragona, por algunos afloramientos aislados (Montferri, Llorito), fosilizados bajo la cobertera miocénica y en vías de exhumación. Los afloramientos cretácicos de la ciudad de Tarragona tienen, sin duda, esta misma significación.

3.2.3.2. *Sierra de Miramar*

Prosiguiendo hacia el sur, la primera unidad que se encuentra al otro lado del bloque del Gaiá es la sierra de Miramar, la cual alcanza hasta el río Francolí. Esta sierra constituye un anticlinorio vergente hacia el NO. Está formado por un núcleo paleozoico, en el que asoma el Carbonífero y probablemente el Gotlandiense y el Devónico, además de la cobertera triásica completa y bastante replegada. Este anticlinorio, por el lado del Campo de Tarragona está fallado, lo que permite la aparición del núcleo paleozoico del pliegue, mientras la cobertera desaparece hundida bajo los sedimentos de la depresión. Por su lado norte cabalga ligeramente al Oligoceno que rellena la Depresión del Ebro. Su estructura ha sido estudiada por JULIVERT (1954) y SOLE (1956).

3.2.3.3. *Bloque tabular de las Montañas de Prades*

Esta unidad podemos considerar que se extiende desde el Francolí hasta las sierras de Vandellos y Tivissa. Está constituida por el Paleozoico, casi exclusivamente Carbonífero, granito y diorita, que forma su zócalo herciniano elevado. Sobre él descansa, casi horizontalmente, una cobertera de unos quinientos metros de espesor formada por todos los niveles triásicos, además del Lías y el Jurásico, que coronan las cumbres respetadas por la erosión, aunque buena parte de la cobertera mesozoica ha sido desmantelada. El conjunto del bloque está fuertemente basculado hacia el SO., en dirección al valle del Ebro. Mientras, en sentido opuesto, por el NO., queda interrumpido por una gran flexión-falla, de dirección norte-sur, que corta transversalmente la Cordillera Prelitoral y ha orien-

tado el curso del río Francolí. Este contacto ha sido particularmente estudiado por VIRGILI (1955) y la estructura del conjunto del macizo por LLOPIS (1947, p. 185 y sig.). Por el lado que mira hacia el de la depresión del Campo de Tarragona hay un escarpe, de 700 m., que no es más que un salto de falla, aunque algún ligero testimonio permite reconstruir que se ha engendrado a favor de una flexión monoclinal. Por el lado opuesto, frente a la Depresión del Ebro, el contacto es más suave y se resuelve en una suave flexión que no llega a ser cabalgante.

El macizo de Prades está afectado interiormente por importantes dislocaciones provocadas por fracturas de orientación general NE.-SO., entre ellas la que sigue el río Brugent.

3.2.3.4. *Moles de Colldejou-Llaveria y sierras de Vandellós y Tivissa*

Al SO. de la región tabular de Prades la erosión ha desmantelado la cobertera mesozoica en un amplio espacio de varios kilómetros de ancho, y en consecuencia aparece el zócalo paleozoico constituido esencialmente por Carbonífero grauwackoide, atribuido al Carbonífero Medio, y por el batolito granítico, terrenos extendidos por la comarca del Priorato. Al S. y E. de este ojal paleozoico empieza otra unidad morfotectónica que se alarga ya fuera de la Hoja hasta el valle del Ebro y cubeta terciaria de Mora. Esa unidad montañosa está formada por elementos muy diferentes. Al norte las Moles (muelas) de Colldejou y Llavería, constituidas por restos de la cobertera triásica-jurásica, réplica menor y algo tectonizada de la plataforma estructural de Prades. Más al sur de esta plataforma empieza una zona de plegamiento que forma las sierras de Vandellós y Tivissa, parte de las cuales quedan ya fuera de los límites occidentales de la Hoja.

Estas sierras están constituidas por Triás, Lías, Jurásico Inferior y Medio y en el sector más meridional por el Aptense. Sus ejes de plegamiento van prácticamente dirigidos de este a oeste y están constituidos por una serie de pliegues imbricados, de vergencia mal definida, pero predominantemente al SE. (véase texto Hoja de Tortosa). La intensidad de plegamiento se atenúa en dirección NE., hasta pasar, por tránsito gradual, a la región tabular de las Moles de Colldejou y Llavería, por efecto, sin duda, de la progresiva reducción del espesor de la cobertera.

4. HISTORIA GEOLOGICA

Hay que distinguir un *ciclo herciniano*, con sus fases sedimentaria, orogénica y magmática, que es el que ha condicionado la estructura del zócalo, y un *ciclo alpino*, al cual se debe la formación y las estructuras de la cobertera de las Cordilleras Litoral y Prelitoral, así como de la Depresión Prelitoral y de su equivalente el Campo de Tarragona.

4.1. CICLO HERCINIANO

En esta Hoja el zócalo herciniano alcanza escasa importancia por la escasa extensión de sus afloramientos, pero son suficientes para reconocer en el valle del bajo Llobregat la existencia del geosinclinal en el que tuvo lugar la sedimentación continua y uniforme que dio lugar a las facies de pizarras arcillosas del Ordoviciense-Silúrico, en las que se intercalan tan sólo breves episodios con areniscas y grauwackas. El Devónico, con el escaso espesor de los sedimentos y su naturaleza calizo-dolomítica, así como la laguna, probable por lo menos, del Devónico Superior, acusa la repercusión de los plegamientos caledonianos y el progresivo estrechamiento de la cuenca sedimentaria paleozoica; aun cuando, en realidad, no hay discordancia alguna. En los afloramientos paleozoicos del sur de la Hoja faltan los terrenos citados anteriormente que permitan seguir la evolución sedimentaria del geosinclinal paleozoico. Prácticamente, en este sector, no hay más que el Carbonífero Inferior, pero es suficiente para comprobar que en las primeras orogénesis hercinianas la cuenca sedimentaria se ha corrido de norte a sur, pues en esta zona es donde se acumulan los máximos espesores del Carbonífero, alrededor de unos 800 metros, mientras en el norte de la cordillera no rebasa unos pocos centenares de metros (ASHAUER y TEICHMÜLLER, 1935, página 11). Además, reposan completamente discordantes sobre el yacente, lo que hace presumir la fase bretónica de plegamiento, apenas insinuada al N. de Cataluña (véase Hoja 10-4, Barcelona). A las fases siguientes, sudética o astúrica, se debería la intrusión magmática tardía, que determinó la aparición del plutón granítico del Priorato, similar por sus características al plutón de la parte septentrional de los Catalánides.

La Cordillera herciniana fue arrasada antes de principios del Secundario, pues los sedimentos del Buntsandstein en todas partes descansan sobre una penillanura perfecta, a la cual fosilizan, y de la que hay buen testimonio en Prades, Falset y Ullde-molins (SOLE, 1939).

4.2. CICLO ALPINO

Empieza con la sedimentación del Buntsandstein, terreno que cubrió enteramente el viejo macizo herciniano de los Catalánides hasta aproximadamente el curso del Besós. En estos momentos se empieza a notar una diferenciación en surcos sedimentarios en la nueva cuenca mesozoica, sin duda a causa de abombamientos de gran radio de curvatura, los cuales esbozan ya las futuras cuencas, separadas por umbrales; diferenciación que se va acentuando en el transcurso del Jurásico y sobre todo del Cretáceo. Según LLOPIS (1947, págs. 72 y 76), uno de estos accidentes es el umbral de Salou-Montañas de Prades, que separa en los Catalánides la cuenca sedimentaria del norte de la del sur, esta última mucho más profunda, por más que VIRGILI (1958, p. 768), niega su existencia por lo menos para el Triás.

La primera de estas cuencas fue invadida local y episódicamente por el mar liásico (?) y el del Cretáceo Inferior (Aptense-Albense). En cambio, en la del sur, la sedimentación fue más continua durante los tiempos mesozoicos y en ella se hallan bien representados el Lías, Jurásico Inferior, Cretáceo Inferior, Medio y Superior, por lo menos en lo que fue la parte más profunda de la cuenca sedimentaria, es decir, hacia las sierras que forman los montes de Tortosa, y que sólo rozan el borde occidental de la Hoja, el cual corresponde al borde septentrional de dicha cubeta. Por ello en este sector la sedimentación fue más importante y en él se hallan por lo menos caracterizados paleontológicamente el Lías (Toarciense), Jurásico Inferior (Bajociense-Batoniense) y Cretáceo Inferior (Aptense-Albense), separados por otras tantas regresiones.

La transgresión del Eoceno Medio, que procedente del Pirineo y centro de Cataluña, casi sumergió la totalidad de los Catalánides, apenas alcanza aquí los aledaños de la Cordillera Prelitoral, en donde el Terciario marino está únicamente representado por débiles espesores de calizas de Alveolinas, corres-

pondientes al llerdiense. Pero sólo en la mitad norte del sector, hasta el valle del Gaiá, ya que en el resto de la cuenca la sedimentación, cuando existe, es de tipo continental.

Pero ya al final del Eoceno se produce la primera orogénesis alpina (fase pirenaica) que determina el plegamiento de los materiales mesozoicos acumulados en las cuencas sedimentarias descritas y que hoy forman la Cordillera Prelitoral. Como más al norte, se trata de una serie de pliegues que cabalgan los materiales terciarios de la Depresión del Ebro, como en la sierra de Miramar, y que demuestran que el plegamiento continuó en el sur, por lo menos hasta bien entrado el Oligoceno.

Con la distensión producida después del paroxismo, se originan algunos hundimientos de bloques y se forma la larga fosa tectónica que constituirá la Depresión Prelitoral catalana. El hundimiento debió iniciarse por el Campo de Tarragona, en el Helveciense, por donde penetró el mar de esta época en el interior de la fosa, y prosiguió luego hacia el norte, dibujando un gran golfo encerrado entre las Cordilleras Prelitoral y Litoral recién emergidas, el cual se extendería temporalmente hasta el Llobregat y el Besós.

Los aportes detríticos procedentes de las dos cordilleras periféricas, especialmente los de la Prelitoral, que es la que por sus relieves enérgicos suministraba materiales más abundantes, se depositaron en este golfo, indentando con los sedimentos más finos del centro de la fosa y del Campo de Tarragona.

Luego, al terminar el Vindoboniense, se produce la gran regresión del Pontiense, con lo que cesa la comunicación con el mar. Pero la sedimentación continúa con carácter ahora continental, en el interior de la fosa, especialmente en la parte central de ella, entre el Llobregat y el Besós, hacia donde se localiza en estos momentos la cuenca sedimentaria más importante. Sin duda a causa de movimientos diferenciales de subsidencia provocados por la reactivación de las fallas que limitan la depresión, especialmente la septentrional, que sigue moviéndose durante y después del Mioceno.

Durante el Plioceno tiene lugar una nueva transgresión, mucho más moderada que la miocénica. El mar penetra por el valle del bajo Llobregat unos veinte kilómetros aguas arriba. Pero en el sector representado en esta Hoja solamente se ha localizado en los sondeos bajo los depósitos cuaternarios del delta del Llobregat, a partir de unos 60 metros de profundidad.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALMERA, Jaime.—«Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona. Región primera o de contornos de la capital». Esc. 1:40.000, 1.ª ed., Barcelona, 1891 (2.ª edición, 1900).
- «Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona. Región tercera o del río Foix y La Llacuna, con explicación somera en la misma Hoja». Esc. 1:40.000. Barcelona, 1900.
- «Reconocimiento de la presencia del primer piso mediterráneo en el Penedés». *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona* (2.ª época), t. I, 1897, n.º 20, pp. 349-394, 6 fig., 1 cuad. Barcelona.
- «Mapa geológico y topográfico de la provincia de Barcelona. Región segunda o del río Noya al mar». Esc. 1:40.000, Barcelona, 1897.
- «Sobre el descubrimiento de la fauna de Saint-Cassien en el Trías de nuestra provincia». *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona* (2.ª época), t. I, 1899, n.º 28, pp. 538-541. Barcelona.
- ALMERA, Jaime y A. BOFILL POCH.—«Fauna salobre tortonense de Villanueva y Geltrú (Barcelona)». *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona* (3.ª época), t. III, 1897, n.º 1, pp. 1-16, 2 lám., Barcelona.
- ALMERA, Jaime y R. HORNES.—«Reconocimiento de los terrenos terciarios de las comarcas occidentales bañadas por el Mediterráneo». *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona* (3.ª época), t. V, 1906, n.º 5, pp. 67-73, Barcelona.
- ANGELIS D'OSSAT, Joaquín de.—«Coralli dell Cretacico inferiore della Catalogna». *Paleontológica Italiana*, vol. XI, 1905, pp. 169-251, Pisa.
- ASHAUER, H. y R. TEICHMÜLLER.—«Die variscische und alpidische Gebirgsbildung Kataloniens». *Abh. Gessells. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl., Het.* 16, 1935, pp. 16-98, 48 fig., 3 lám., Berlín. (Traducido por J. M. RIOS. Publ. Extr. Geol. Esp., t. III, pp. 7-102, 48 fig. cort. y esq., 7 lám. pleg map. y cort., Madrid, 1946.)
- BATALLER, J. R.—«Las bauxitas de Cataluña». *Rev. R. Acad. Cienc. Madrid.*, t. XVIII, 1919, pp. 422-470, 7 fig., 4 lám. fot., 1 map. geol., Madrid.

- «Exursió geològica al Cap de Salou». *Butll. Inst. Catl. Hist. Nat.*, t. XIX, 1919, pp. 35-36, Barcelona.
- «El Jurásico de la provincia de Tarragona». *Trab. Mus. Nac. Cienc. Nat.*, serie geol. 1922, n.º 29, 117 p., 13 fig., 8 lám., 1 map. pleg., Madrid.
- «Condicions geològiques de les aigües minerals de Catalunya». *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, t. XX, 1920, pp. 10-103, Barcelona.
- «Los cefalópodos del macizo cretácico de Garraf». *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona*, 3.ª época, vol. XXXIV, n.º 8, 1962, pp. 175-212, 3 fig., 7 lám., Barcelona.
- «Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España». Pars I: Tallophyta; II: Protozoa; III: Coelenterata-Porifera; IV: Coelenterata-Cnidaria; V: Echinodermata; VI: Vermes; VII: Molluscoidea., *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona*, 3.ª época, vol. XXVIII, 1947, n.º 12, pp. 279-484, 238 fig., Barcelona.
- «El Cretácico del Macizo del Montmell (Tarragona)». *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona*, 3.ª época, vol. XXXII, 1958, n.º 16, pp. 493-549, 1 fig., 1 lám., Barcelona.
- «Geología cara al mar». *Miscelánea Fontseré*, pp. 67-75, 2 figuras, 9 fotogr., f. t. Barcelona, Edit. G. Gili, 1961.
- BATALLER, J. R. y S. VILASECA.—«Geología del Cap de Salou». *Butll. C. Ex. de Cat.*, t. XXXIII, 1923, n.º 336, pp. 5-32, 8 fig., 8 lám., Barcelona.
- BAUZA, F.—«Breve reseña de las provincias de Tarragona y Lérida». *Bol. Com. Map. Geol. España*, t. III, 1876, pp. 115-123, Madrid.
- CLOSAS MIRALLES, J.—«Las bauxitas en el este de España», XIX Congr. Geol. Inter., Alger 1952, fasc. XII, pp. 199-223, 9 fig., Argel, 1954.
- CHEVALIER, J. P.—«Recherches sur les madréporaires et les formations récifales miocènes de la Méditerranée occidentale. *Mem. Soc. Géol. France*, nouv. sér., t. XL, 1961, n.º 39, pp. 1-562, 63 fig., 26 lám., París.
- FALLOT, P. et F. BLANCHET.—«Observations sur la faune des terrains jurassiques de la région de Cardó et Tortosa (Tarragone)». *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, vol. VI (1921-22), páginas 73-263, 13 fig., 13 lám., Barcelona, 1923.
- FAURA Y SANS, M.—«Notas d'excursions geològiques per la

- comarca del Vendrell (Tarragona) ». *Butll. Inst. Cat. Hist. Na.*, t. VI, 1906, pp. 101-111, Barcelona.
- «Explicació de la fulla n.º 34, Vilafranca del Penedés». *Serv. Map. Geol. Cat.*, 95 p., 46 fig., Barcelona, 1922.
- «Explicación de la fulla n.º 39, Vilanova i Geltrú». *Serv. Map. Geol. Cat.*, 112 p., 49 fig., Barcelona, 1923.
- FAURA Y SANS, M. y J. R. BATALLER.—«Les bauxites triasiques de la Catalogne». *Bull. Soc. Géol. France*, 4.ª sér., t. XX, 1920, pp. 251-267, 1 map. geol., París.
- FAURA Y SANS, M., P. FALLOT y J. R. BATALLER.—«Observations au sujet de la stratigraphie des terrains jurassiques de la chaîne de Cardó (Prov. de Tarragone) ». *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, t. XXI, 1921, pp. 118-130, 2 fig., 3 láms. cort., Barcelona.
- FAURA Y SANS, M., y VILASECA, S.—«Avenç del delta del Llobregat». *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, t. XX, 1920, pp. 102-103, Barcelona.
- FAURA Y SANS, M. y F. PALADELLA. — «Experiències sobre l'avançament del delta del Llobregat». *Arx. Esc. Sup. Agric.*, nov. ser., vol. I, 1935, pp. 150-157, 3 fig., Barcelona.
- FONT ALTABA, M. y E. SAINZ AMOR.—«Estudio de las arenas del litoral catalán. Tramo II, Montgat-Sitges». *Anal. Edaf. y Agrob.*, t. XXV, 1966, pp. 131-150, 2 tabl., 3 figs., Madrid.
- «Tramo III, Barcelona-Sitges». *Anal. Edaf. y Agrob.*, t. XXVII (1968), pp. 477-491, 2 tabl., 2 figs., Madrid.
- FONTBOTE, J. M.—«Tectónica comparada de las depresiones del Vallés-Penedés y de Calatayud-Teruel. Resumen. Cursos y Conferencias del Instituto «Lucas Mallada», fasc. III, pp. 123-130. Madrid, 1956.
- «Sobre la evolución tectónica de la depresión del Vallés-Penedés. Museo de la ciudad de Sabadell». *Arrahona*, 37 p., 6 fig., Sabadell, 1954.
- GARCIA SIÑERIZ, J.—«Aprovechamiento industrial de las bauxitas de la zona subpirenaica para la producción de óxido de aluminio», 25 p., 18 figs., 4 láms., Barcelona, 1950.
- GIRESSE, P.—«Rôle du continent dans la sédimentation fluviale et côtière de la province de Barcelone (premières observations) ». *Not. y Com. Inst. Geol y Min. Esp.*, 1965, n.º 80, pp. 71-84, 4 fig., Madrid.
- «Exemples de transport côtier sur le litoral catalan espa-

gnol». *Cahiers Océan.*, t. XVII, 1965, n.º 2, pp. 99-106, 1 tabla. París.

HERENGAR, L.—«Contribution à l'étude des Spongiaires du Jurassique et du Crétacé de Catalogne». *Trav. Lab. Geol. Univ. Grenoble*, t. XXIII, 1942, pp. 143-192, Grenoble.

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.—«Mapa Geológico de España». Esc. 1:50.000, Hoja n.º 446: Valls. Memoria explicativa, 73 p., 75 láms. fot. f. t., 2 hoj. cort. geol. 1 lám. pleg. cort. f. t., Madrid, 1934.

— «Mapa Geológico de España». Esc. 1:50.000, Hoja n.º 447: Villanueva y Geltrú. Memoria explicativa, 60 p., 11 lám. fot., 1 lám. cort. f. t., Madrid, 1952.

— «Mapa Geológico de España». Esc. 1:50.000, Hoja n.º 419: Villafranca del Panadés. Memoria explicativa, 62 p., 2 fig., 13 lám. fot., 1 lám. cort., f. t., Madrid, 1953.

— «Mapa Geológico de España». Esc. 1:50.000, Hoja n.º 420: San Baudilio de Llobregat. Memoria explicativa, 119 p., 13 láminas, 7 lám. pleg. f. t., Madrid, 1930.

— «Mapa Geológico de España». Esc. 1:50.000, Hoja n.º 498: Hospitalet. Memoria explicativa, 40 p., 12 fig., f. t., 7 fot., f. t., 1 lám. cort., f. t., Madrid, 1931.

— «Mapa Geológico de España», Esc. 1:50.000, Hoja n.º 448: Gavá. Memoria Explicativa, 44 p., 19 lám., Madrid, 1932.

— «Mapa Geológico de España». Esc. 1:50.000, Hoja n.º 473: Tarragona. Memoria explicativa, 71 p., 20 fot. f. t., 3 lám., f. t., 1 lám. cort., f. t., Madrid, 1933.

— «Mapa Geológico de España». Esc. 1:50.000, Hoja n.º 472: Reus. Memoria explicativa, 101 p., 35 lám., 1 lám. cort., f. t., Madrid, 1952.

— «Mapa Geológico de España». Esc. 1:50.000, Hoja n.º 418: Montblanch. Memoria explicativa, 91 p., 13 fig., 16 lám. f. t., 1 lám. cort. f. t., Madrid, 1956.

JULIVERT, J.—«Sobre la tectónica alpídica de la Sierra de Miramar». *Las Ciencias*, t. XIX, 1954, n.º 3, pp. 646-654, 2 fig., Madrid.

LLOPIS LLADO, N.—«Contribución al conocimiento de la morfoestructura de los Catalánides. C. S. I. C.», Inst. «Lucas Mallada», 373 p., 40 fig., 18 lám. pleg. f. t., 20 lám., 1 hoja pleg. f. t., Madrid, 1947.

— «Estudio tectomorfológico de la depresión prelitoral catalana». *Est. Geográf.*, año IV, 1943, n.º 10, 80 p., 6 lám., 17 fig., Madrid.

- «Morfología e hidrología subterránea de la parte oriental del macizo cárstico de Garraf (Barcelona)». *Est. Geográf.*, año III, 1941, n.º 4, pp. 413-466, 4 lám. fot., 1 bloq. diagr., 1 map. top., 1 map. geol. 1:50.000, varios cort. y esq., Madrid.
- LLOPIS LLADO, N. y J. F. DE VILLALTA.—«Contribució a l'estudi de la fauna triásica catalana». *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, t. XXV, 1935, pp. 51-62, 2 fot., 4 lám., Barcelona.
- LLORENS, Tomás.—«Els minerals de Catalunya». *Treb. Inst. Cat. Hist. Nat.*, vol. V, 1919-1920, pp. 129-357, 37 fig., Barcelona.
- MALLADA, L.—«Reconocimiento geográfico-geológico de la provincia de Tarragona». *Bol. Com. Map. Geol. España*, vol. XVI, 1889, pp. 1-175, 7 fig., lám. con map. geol., Madrid.
- MAURETA, José y S. THOS CODINA.—«Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona». *Bol. Com. Map. Geol. España*, t. IX, 1881, XIII, 487 p., 44 fig., láminas, una de ellas con map. geol., Madrid.
- MARQUES, M. A.—«Observaciones sobre el Cuaternario del delta del Llobregat», *Acta Geol. Hisp.*, año I (1966), n.º 4, pp. 9-12, 1 fig., Barcelona.
- MORENO DE CASTRO, E.—«Presencia del Cretáceo Superior (Cenomanense Superior) en la Cordillera Litoral Catalana». *Rev. Esp. Micropal.*, vol. II (1970), pp. 305-314, 1 fig., 3 láminas, Madrid.
- «Presencia del Nannoconus wasselli BRONN MANN en el Aptense del Perelló, provincia de Tarragona (España)». *Rev. Esp. Micropal.*, vol. I (1969), pp. 195-203, 1 fig., 3 láminas, Madrid.
- MORET, L. y L. HERENGAR.—«Spongiaires jurassiques et crétacés de Catalogne». *C. R. Soc. Géol. France*, n.º 4, 1942, pp. 31-33, París.
- PORTA, J. de.—«Deux niveaux étages dans le Jurassique du Cap de Salou (Espagne)». *C. R. Soc. Géol. France*, n.º 8, 1958, pp. 180-181, París.
- PORTA, J. de y N. SOLE.—«Las formaciones tirrenienses del Cabo de Salou». *Mem. y Com. Inst. Geol. Prov.*, t. 13, 1933, pp. 5-36, 3 fig., 2 lám., Barcelona.
- RAT, Pierre.—«Sur le faciès du Crétacé inférieur dans l'Est du domaine pyrénéen. V. Congr. Inter. Et. Pyr. (Jaca-Pamplona, 1966)». *Comunic. Ciclost.*, 13 p., 1 map. geol. f. t.
- ROSELL SANUY, J.—«Afloramientos liásicos en el Montmell y

- en Pontons-Torrelles de Foix (Tarragona)». *Not y Com. Inst. Geol. Min. Esp.*, 1961, n.º 61, pp. 245-250, 1 fig., Madrid.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M.—«Nota sobre las rocas de las minas del Priorato (Tarragona)». *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona*, 3.ª época, vol. XVI, 1920, n.º 6, pp. 311-326, 8 lám., Barcelona.
- «Nota petrográfica sobre algunas rocas eruptivas de la provincia de Tarragona». *Mem. R. Acad. Cienc. y Art. de Barcelona*, 3.ª época, vol. XVIII, 1924, n.º 14, pp. 333-338, 3 lám., Barcelona.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M.—«Geología de las bauxitas españolas». *R. Soc. Esp. de Hist. Nat.*, t. homenaje al profesor Hernández-Pacheco, pp. 578-607, 7 figs., Madrid, 1954.
- SCHRIEL, W.—«Der geologische Bau der katalonischen Küstengebirge zwischen Ebromündung und Ampurdán». *Abh. Gesell. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl.*, Bd. 14, 1929, n.º 1, pp. 62-141, 29 fig., 11 lám., Berlín. Traduc. en Publ. Extr. Geológica España, t. I, pp. 103-168, 29 figs., 9 lám., Madrid, 1942.
- SOLE SABARIS, L.—«Le quaternaire marin des Baléares et ses rapports avec les côtes méditerranéennes de la Peninsula Ibérique». *Quaternaria*, vol. VI, 1962, pp. 309-342, 2 fig., Roma.
- «Sobre la edad del Mioceno continental del Campo de Tarragona». *Mem. R. Acad. Cienc. y Artes de Barcelona* (tercera época), vol. XXXII, 1957, n.º 11, pp. 345-360, 9 fig., Barcelona.
- «Superficies de erosión en las Cordilleras Litorales de Cataluña». *Anal. Univ. Barcelona* 1940, pp. 145-158, 3 cortes, 3 láms., 1 mapa geomorf. Barcelona.
- «Ciclo de geología práctica de los alrededores de Barcelona». *Dir. Gen. Enseñ. Media*, 136 p., 30 fig., Madrid, 1964.
- SOLE SABARIS, L., C. VIRGILI y M. JULIVERT.—«Características estratigráficas del Trias en la zona limítrofe entre las provincias de Barcelona y Tarragona». *Est. Geol.*, t. XII, 1956, n.º 31-32, pp. 282-300, 5 fig., Madrid.
- SOLE SABARIS, L., C. VIRGILI, F. RIPOLL, I. ZAMARREÑO y B. GARCIA RODRIGO.—«Livret-Guide de l'excursion B: Environs de Barcelone et Montserrat. INQUA, V Congr. Intern., Madrid-Barcelona, 1957, 39 p., 9 fig., 2 mapas sep. color, Barcelona, 1957.
- VIA BOADA, L. y J. F. DE VILLALTA.—«*Heterolimulus gadeai*», nov. sep., representante de una nueva familia de Limulacea,

- en el Triásico español. *Acta Geol. Hisp.*, año I, n.º 1, 1966, pp. 9-11, 1 dib., 1 fot., Barcelona.
- VILASECA, S.—«Contribució a l'estudi dels terrenys trásics de la provincia de Tarragona». *Treb. Mus. C. Nat.*, vol. VIII, 66 p., 11 fig., 3 lám. fot., 1 lám. mapa geol., 1 cuadr., Barcelona, 1920.
- Moviment ascensional de les platges i costes de Salou i Tarragona». *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, vol. VIII, 1920, 66 p., 11 fig., 3 lám. fot., 1 lám. mapa geol., 1 cuadr., Barcelona.
- «Caracterització de l'urgo-aptiá al Cap de Salou». *Butll. Inst. Cat. Hist. Nat.*, t. XX, 1920, 75 p., Barcelona.
- «El terreys paleozoics del Camp de Tarragona», *Butll. de l'Agrup. Excurs.*, III, 1917, pp. 38-64, 4 págs., 3 láms., Reus.
- VILLALTA COMELLA, J. F. de.—«Una formació turbosa risiense en el subsuelo de Vilanova y La Geltrú». *Mem. y Comun. Inst. Geol. Prov.*, 2.^a serie, t. I, pp. 93-108, 4 fig., Barcelona.
- VIRGILI, C. y M. JULIVERT.—«El Triásico de la Sierra de Prades». *Est. Geol.*, n.º 22, 1954, pp. 215-242, 16 figs., 1 lám. f. t., Madrid.
- VIRGILI, C. y J. ROSELL.—«Fauna toarciense y bajociense en la Sierra de Prades (Tarragona)». *Not y Com. Inst. Geol. y Min. Esp.*, n.º 54, 1959, pp. 131-137, 1 fig., Madrid.
- VIRGILI, C.—«El Triásico de los Catalánides». *Bol. Inst. Geol. y Min. de Esp.*, t. LXIX, 858 p., 96 fig., Madrid, 1958.