



IGME

57-66

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:200.000

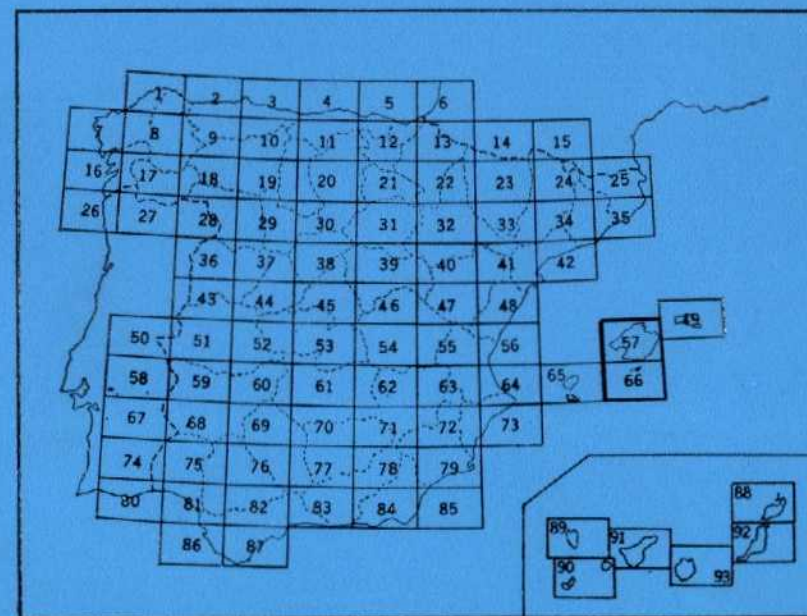
Síntesis de la Cartografía existente

MALLORCA-CABRERA

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

MALLORCA-CABRERA

Primera edición

Las opiniones sustentadas en esta Memoria son de la responsabilidad de los autores citados en la bibliografía, habiendo sido formada y redactada por la división de Geología del IGME.

Editado
por el
Departamento de Publicaciones
del
Instituto Geológico y Minero
de España

Ríos Rosas, 23 - Madrid - 3

Depósito Legal: M-37.097-1972

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Madrid-16

1. INTRODUCCION.

Para la redacción de la presente Memoria se ha tomado como base el trabajo de Síntesis realizado por la empresa EDES.

La isla de Mallorca presenta tres unidades con caracteres propios tanto estructurales como geomorfológicos. Son éstas:

1.1 SIERRA NORTE.

Escarpada alineación montañosa, que se extiende desde la isla Dragonera al cabo Formentor. Tiene una anchura de 15 a 20 kilómetros.

Tres cumbres se elevan paulatinamente de SO. a NE. desde los 1.000 m. del Puig Galetzó hasta el Puig Mayor, de 1.453 m.

Predominan los materiales calizos, pertenecientes al Muschelkalk, Infralías, Lías... Niveles afectados violentamente por los movimientos sávicos estáíricos, los cuales produjeron, junto con otros fenómenos tectónicos, una abundante red de diaclasas, a favor de las cuales se originó un complejo carst.

Completan el cuadro litológico de Sierra Norte niveles de conglomerados, calizas detríticas y margas burdigalienses.

1.2 DEPRESION CENTRAL.

Ocupa la mayor parte de la isla, entre la Sierra Norte y la de Levante. Zona bastante llana, con algunas colinas en la parte central.

1.3 SIERRA DE LEVANTE.

Se alinea desde los cabos Ferrutx y Capdepera, al sureste de la bahía de Alcudia, en dirección paralela a la Sierra Norte, para introducirse bajo los Llanos de Campos, al S. de la isla. Sus cumbres apenas sobrepasan los 500 m. de altura.

Abundan los materiales margosos y margo-calizos jurásicos y cretácicos, lo que le da un aspecto más suave y alomado.

2. ESTRATIGRAFIA.

El Paleozoico no aflora en la isla de Mallorca, aunque puede encontrarse cerca de la superficie en las proximidades de Estellencles, donde aflora la base del Buntsandstein.

2.1 MESOZOICO.

2.1.1 Triásico.

Pertenece al tipo de facies denominada «germánica» y presenta unas características peculiares.

El Buntsandstein Superior presenta la misma facies del Keuper, con lo que el Muschelkalk calizo no es más que un episodio marino dentro de la indicada facies, y debido a la compleja tectónica en escamas de la isla resulta difícil determinar la edad de las margas rojas triásicas.

Los paquetes margosos triásicos han actuado frecuentemen-

te como materiales lubricantes en los importantes cabalgamientos habidos en la región, y si bien debían constituir la base impermeable de los paquetes suprayacentes permeables, no sucede siempre así, ya que en numerosos casos parecen faltar por fenómenos de laminación.

Los niveles inferiores del Buntsandstein están formados por areniscas rojizas, con restos fósiles de plantas. Los niveles superiores tienen carácter margo-yesífero.

El Muschelkalk está representado por dolomías y calizas dolomíticas, que en la base presentan fucoides, *Mentselia* y *Ceratites*. Su potencia es del orden de 70 metros.

El Keuper, según DARDER, está representado por el Carniense, formado por las margas irisadas con yesos y carniolas, y un Noriense con brechas y calizas grises.

Los estudios sobre el Triás de la Sierra Norte publicados por M. SCHMIDT, posteriormente a los estudios de DARDER y FALLLOT, no han aclarado la compleja estratigrafía del Triás mallorquín, tan escaso de fósiles que no permiten la datación precisa de los diferentes niveles. Así, este autor atribuye a la parte superior del Werfeniense la mayor parte de las margas con yeso que afloran en Sierra Norte, dando una interpretación similar a las formaciones del Triás de Royuela, estudiadas por WÜRM y TRICALINOS.

2.1.2 Jurásico.

2.1.2.1 Lías.

Está representado por sedimentos calizos de carácter marino, con un espesor total aproximado de unos 500 m.

El Infraíasico viene dado por un paquete dolomítico con carniolas de más de 50 metros de potencia. Normalmente se presenta muy karstificado, aunque a veces sus fisuras están selladas.

No se ha diferenciado este tramo en la Sierra de Levante. El Liásico está compuesto por dolomías y calizas con restos fó-

siles de Anetites. En la parte superior aparecen calizas oolíticas. La potencia total es del orden de los 300 m. Estos tramos dolomítico-calizos se atribuyen al Sinemuriense.

El Charmutense viene representado por calizas y margas con braquiópodos y lamelibranquios. Su potencia es mayor de 20 metros.

El Toarciense está representado por calizas con crinoides, braquiópodos y lamelibranquios. Este piso se localiza claramente en la Sierra Norte por un espesor de unos 50 m.

Es típico del Liásico un paquete de escaso espesor de calizas areniscosas, cuarzosas, casi pudingas.

2.1.2.2 *Dogger.*

Representado por falsas brechas, calizas y calizas margosas con restos fósiles de Ammonites. A veces presenta en la base un paquete de margas. Estos materiales se han datado como Toarciense. La potencia supera los 50 m.

2.1.2.3 *Malm.*

FALLOT cree que el Titónico es transgresivo sobre los sedimentos anteriores, pero parece que la serie jurásica con sedimentos marinos está completa en la Sierra Norte de Mallorca, con facies de geosinclinal cada vez más profundo a medida que transcurren los tiempos jurásicos y se acerca el Cretáceo, en el que el geosinclinal alcanzó su mayor profundidad.

Con su potencia total superior a los 70 metros, el Titónico está formado, de abajo arriba, por los siguientes tramos:

- Margas calcáreas, a veces con sílex.
- Calizas finas, compactas y margosas, con restos de fósiles y radiolarios.
- Margas con radiolarios, coccolitas, fibroesferas y, a veces, globigerinas.
- El nivel superior del Titónico aparece formado por «Falsas brechas», sedimentos finos de colores rojizos y verdosos,

pasando por el gris y blanco, de disposición nodulosa. Materiales formados en depósitos pelágicos intensamente removidos por corrientes marinas que alteraron la tranquilidad de sus lechos de sedimentación. Abundan los talos de un alga: *Globochaeta alpina*, Lomb., además de radiolarios. En otros lechos hacen su aparición en Mallorca los primeros representantes de los tintínidos (calpionellas), de los cuales la *C. alpina* es uno de los fósiles más característicos de estos sedimentos. También aparece otro grupo de microorganismos planctónicos: las globigerinas.

2.1.3 Cretáceo.

Está representado por una serie calcomargosa de unos 80 metros de potencia, al final de la cual, tras una laguna estratigráfica correspondiente a la fase Pirenaica de plegamiento, aparece el Terciario Inferior.

Después de los depósitos titónicos, aparece en el geosinclinal balear una sedimentación cada vez más profunda, que da lugar a calizas sublitográficas blancas, grisáceas o ligeramente verdosas, que alcanzan hasta el Albense en ciertas zonas de la isla. Se trata de sedimentos muy finos, sin aportes terrígenos, formados principalmente por un foraminífero terrígeno: el *Nannoconus*. A veces, en determinados niveles, estos foraminíferos se encuentran mezclados con granos de calcita.

También abunda en estos depósitos un plancton silíceo, que proviene de moldes de radiolarios rellenos de calcita y en ocasiones óxidos de hierro. Otros organismos frecuentes son las algas de la familia de las Coccolithopheridae y también las calpionellas: *Tintinopsella carpathica*, *T. longa*, *Calpionellites darderi*, *Stenosemellopsis hispánica*.

Es extraña la ausencia total de globigerinas y otros foraminíferos pelágicos. Únicamente en ciertos niveles del Barremense Superior se pueden apreciar algunas pequeñas globigerinas mezcladas con los radiolarios.

Se considera a estas capas de caliza sublitográfica, conocida con el nombre de «mayólicas», como los sedimentos más típicos de las áreas pelágicas más profundas del geosinclinal balear.

En casi todos los niveles de las calizas margosas del Neocomiense abundan los ammonites, único macrofósil presente. FALLOT cita varias especies de *Phylloceras*, *Lytóceras*, *Desmóceras*... Al final del Barremense cambia el régimen de sedimentación; las calizas sublitográficas con *Nannoconus* son reemplazadas por sedimentos de tipo arcilloso, que llegan hasta el Albense Superior.

Se trata de materiales generalmente margo-arcillosos, de color azulado, que presentan abundancia de ammonites piritosos. Cuando secos, se diluyen fácilmente en agua y su residuo contiene gran cantidad de discos de coccolitos, bastoncillos de *Rhabdolites* y un importante plancton de globigerinas, además de otros foraminíferos: *Nodosarias* y *Robulus*.

Los radiolarios, en pequeña proporción, se mantienen aún durante el Aptense-Albense; desaparecen los *Nannoconus*.

Parece que la serie batial cretácea a partir del Barremense presenta una emersión, como lo demuestra el aporte terrígeno de los sedimentos aptenses-albenses: nódulos de ámbar, granos de cuarzo, pirita, pajuelas de biotita, feldespato, circón, rutilo.

En la parte superior de los depósitos margosos albenses van intercalados lechos de calizas finas, que indican vuelta al régimen de sedimentación caliza con frecuentes ammonites propios del Albense-Cenomanense: *Mortinoceras inflatum*.

El Cenomanense-Turonense ha sido citado en ciertos lugares, pero por regla general faltan por laguna estratigráfica, de modo que el Terciario suele reposar discordantemente sobre el Albense.

2.1.4 Terciario.

2.1.4.1 Paleógeno.

Está representado por el Ludense-Estamplense. Se trata de

una formación lacustre de margas y calizas margosas, con lignitos y restos fósiles de *Melanopsis*, que pasan en la parte superior a calizas de mayor dureza. Su potencia es superior a los 20 metros.

2.1.4.2 *Neógeno.*

2.1.4.2.1 *Mioceno.*

Durante el Mioceno (para otros autores en el Nummulítico) tuvieron lugar una serie de transgresiones y regresiones marinas, por lo que los sedimentos de poco fondo, litorales o continentales, presentan una gran variedad de facies.

El Estampiense Superior-Aquitaniense viene dado por una alternancia de pudingas y areniscas con intercalaciones aisladas de calizas con nummulites, constituyendo un nivel transgresivo de unos 40 metros de potencia.

Burdigaliense Inferior.—En algunas zonas (Marratxi, Puig de Son Mulet, Puig de Famellá, Villafranca, Sinen, San Juan...) aflora una serie de niveles formados por conglomerados claros, bastante compactos, y areniscas de color gris claro. Dichos sedimentos forman la base de la gran transgresión del Burdigaliense, y en sus estratos abundan los restos de *Clypeaster* y *Scutella*, y en lámina delgada no son raros las *Operculinas* y *Amphisteginas* (*A. lessoni*).

Burdigaliense Medio.—Recubriendo a los anteriores lechos de base se depositaron sedimentos más finos, formados por areniscas finas de color gris claro. Este manto de sedimentos marinos suele tener en Mallorca una potencia superior a los 200 m.

No abundan en estos lechos margoso-arenosos los macrofósiles, en cambio la microfauna es importante: *Actinocyclus gienensis*, Azp., *Asterolampra marylandica*, Ehr., *Aulacodiscus cruz*, Ehr. ..., etc.

Burdigaliense Superior.—Representado por margas arenosas grises, idénticas litológicamente a las del Burdigaliense Medio marino, y únicamente diferenciables por los abundantes lechos de yesos, que juntamente con pequeños ostrácodos indican un origen salobre lagunar. La potencia al pie de Sierra Norte es bastante considerable.

Vindoboniense.—Agrupa el Helveciense y Tortoniense. Una vez formada la Sierra Norte, una nueva transgresión ocupa las partes bajas de la isla, con un mar tropical de poco fondo: es el mar de las molasas blancas, que depositó un potente tramo de sedimentos calizos con abundantísima fauna, principalmente de gasterópodos, lamelibranquios, equínidos, briozoos, abundantes especies de peces, tortugas y mamíferos del género de los sirénidos. Se presentan en posición subhorizontal y tienen una potencia del orden de los 500 metros.

2.1.5 Cuaternario.

Los materiales cuaternarios tienen un gran desarrollo en Mallorca. En la llanura de Palma, al igual que en el llano de Inca, existe una cuenca de subsidencia en que se han ido acumulando, a partir del Burdigaliense marino, importantes potencias de sedimentos detríticos.

Se conocen unas formaciones a base de alternancias de conglomerados bastante sueltos, areniscas y limos; todo con colores rojizos, sedimentos de carácter continental que recubren los niveles de molasas helvecienses-tortonienses marinos, con gran potencia (a veces alcanzando los 60 metros) y recubiertos en algunos puntos por dunas cuaternarias.

El Pleistoceno está representado por terrazas marinas del Tyrreniense I, II, III.

Aparecen también depósitos sólidos en forma de dunas más o menos consolidadas.

Existen, a su vez, depósitos de facies costero lagunar, for-

mados por margas azuladas y amarillentas, con restos de fósiles de *Melania* y *Cardium*.

El Holoceno lo constituyen los productos de acarreos actuales, a base de margas, arenas, gravas y bolos calcáreos, así como depósitos continentales de piedemonte, depósitos lacustres, suelos y playas. Potencia aproximada, de 0 a 25 metros.

3. TECTONICA.

3.1 SIERRA NORTE.

La Sierra Norte, en su aspecto tectónico, está formada por escamas imbricadas, que montan una sobre otra, de sureste a noroeste.

Aún subsiste la incertidumbre de si se trata de dos o tres escamas, puesto que según FALLOT la más septentrional de todas es autóctona y puede haber otras dos alóctonas, o una sola dividida en dos partes, ya que las dos poseen características estratigráficas comunes.

Las escamas en cuestión se han producido a causa de un poderoso empuje, ocurrido durante el Burdigaliense, de sureste a noroeste, que desplazó a los materiales secundarios y terciarios sedimentados hasta el momento, siendo la base de las mismas, casi siempre, una banda de materiales triásicos.

El Jurásico y Cretáceo se plegaron concordantes en anticlinales, sinclinales y pliegues-falla, que no guardan relación con los pliegues del substratum.

La edad de los empujes tangenciales que dieron lugar a la formación de la Sierra Norte de Mallorca se piensa que es terciaria, con dos fases: una pirenaica, en el Eoceno, y otra, alpina, en el Burdigaliense. Esta última fase tuvo lugar después de finalizado el depósito de materiales arenoso-margosos grises del Burdigaliense medio marino y anteriores a los sedimentos de margas arenosas grises, con yesos, del Burdigaliense Superior, que se hallan sin plegar al pie de la Sierra, en grandes espesores en las cubetas de subsidencia.

3.2 DEPRESION CENTRAL.

Resulta difícil la interpretación de las condiciones tectónicas de la Depresión Central y sus relaciones con los elementos estructurales de las Sierras de Mallorca, debido en gran parte a los recubrimientos de aluviones pliocuaternarios y molasas vindobonienses.

La Depresión Central, al parecer, es el resultado de una complicada tectónica de fosas y pilares. Esto también parece deducirse de la interpretación de las pruebas gravimétricas realizadas. Las distintas zonas de subsidencia con la gran potencia de sedimentos terciarios contrastan con los afloramientos secundarios.

Al igual que la Sierra Norte, esta zona (según ESCANDELL y COLOM) estuvo afectada por la segunda subfase orogénica de la fase estaírica, lo que se demuestra por la existencia de los sedimentos salobres del Burdigaliense Superior, sin plegar, en potentes series monótonas de margas arenosas grises con yesos, que sostienen una serie de sedimentos detríticos continentales, a base de conglomerados y areniscas separados por lechos de limos rojos, sin duda pertenecientes al Helveciense Tortonienense marino con calizas molásicas y margas grises de abundante fauna. Sobre este último tramo marino aparece la serie continental detrítica, que abarca posiblemente del Tortonienense hasta el Cuaternario.

3.3 SERIE DE LEVANTE.

Presenta una tectónica de mantos de corrimiento constituidos por materiales triásicos y jurásicos, mientras que en los valles aflora el Cretáceo y Terciario.

En la región septentrional (Felanitx-Manacor) aparecen sólo cuatro series corridas, que muestran estructuras de ejes NO.-SE., o sea, normales a la dirección de las alineaciones montaño-

sas, siendo difícil su enlace con las series de la región septentrional.

En la región septentrional (Artá-Capdepera) se señala la presencia de cinco escamas, con empujes del SE.

Según DARDER y FALLOT la diferencia de orientación de las series de ambas regiones puede ser debida a «pliegues en codo», consecuencia de una curvatura general hacia el sur del conjunto de las alineaciones bético-baleáricas.

La edad de los empujes es anterior al depósito del Burdigaliense Superior, habiéndose señalado la posible existencia de un movimiento intraoligocénico.

4. HISTORIA GEOLOGICA.

Los terrenos más antiguos que afloran en Mallorca corresponden al Triás, de facies típicamente germánica, que por la fauna encontrada señalan un régimen de sedimentación típicamente nerítico.

Recubriendo los materiales triásicos, vino sobre el área de la Sierra Norte la gran transgresión del Lías Inferior, que depositó en dicha área un potente manto de sedimentos calizos finamente detríticos, estratificados en grandes bancos y estériles.

Recubriendo los anteriores sedimentos calizos, una formación margosa de tipo litoral con finos barros cargados de sulfuro de hierro, poblados con densas colonias de terebrátulas, rhynchonellas y lamelibranquios, se ha encontrado en algunos puntos de la Sierra Norte.

Durante el Lías Superior continúa el régimen marino litoral, depositándose calizas finamente detríticas.

A partir del Dogger los sedimentos son cada vez más profundos, extendiéndose en todo el área el régimen geosinclinal. Durante el Jurásico Superior siguió sin duda el mismo régimen geosinclinal, cada vez más profundo.

En el Titónico se depositan las conocidas «falsas brechas», formadas en depósitos pelágicos intensamente removidos por

corrientes marinas. Como ya se apuntó en el capítulo de Estratigrafía, FALLOT cree que el Titónico es transgresivo sobre los anteriores sedimentos, estando la serie jurásica completa en la Sierra Norte de Mallorca, aumentando la profundidad del geosinclinal hasta llegar al cretáceo, en que los sedimentos son más finos, señalando la mayor profundidad del geosinclinal balear.

La serie batial del Cretáceo Inferior parece ser que durante el Aptense-Albense sufre una emersión, como lo demuestran los aportes terrígenos encontrados en la sedimentación del Gault.

No cabe duda de que el área balear durante el Cretáceo Medio o Superior emergió totalmente.

Depósitos lacustres aparecen recubiertos por sedimentos transgresivos de edad Ludense. En otros puntos los niveles lacustres pertenecen al Estampiense Inferior y recubiertos por los lechos transgresivos del Estampiense marino.

Durante el Burdigaliense, una gran transgresión recubrió con sus aguas a la totalidad del área balear, dejando importantes depósitos de conglomerados y areniscas. Depositados estos últimos sedimentos marinos tuvo lugar en Mallorca la fase orogénica más violenta, con esfuerzos tangenciales de dirección SE.-NO., dando lugar a la formación de la actual Sierra Norte. De la misma edad, aunque de dirección completamente normal, es decir, SO.-NE., son los empujes que afectaron a la zona de Marratxí.

El Burdigaliense Superior viene caracterizado en la región mallorquina por una serie de depósitos salobre-lagunares como consecuencia de estar este área totalmente emergida. Hay zonas donde se depositan calizas lacustres.

Durante el Helveciense, una nueva transgresión hace que las partes más bajas del archipiélago balear queden cubiertas por un mar tropical de poca profundidad, y como producto de sedimentación unas calizas claras con numerosos restos de fauna marina litoral.

En el Pontiense hay nueva regresión de proporciones muy considerables.

Durante el Plioceno tuvo lugar en el Mediterráneo occidental una nueva transgresión, aunque no se cree que el mar alcanzase lo que actualmente forma el área mallorquina. Del Cuaternario Inferior no se encuentran en Mallorca sedimentos marinos.

5. BIBLIOGRAFIA.

- BATALLER, R.; PALMER, E.; COLOM, G.—«Nota sobre el hallazgo de depósitos albenses en el extremo NE. de la Sierra Norte de Mallorca (Región de Pollensa)». *Bol. R. S. E. H. N.*, número 55. Año 1957.
- CANTOS FIGUEROLA, S.—«Investigaciones hidrogeológicas por el método gravimétrico en la zona de Juca (Mallorca)». *Bol. del Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 79. F 6.º. Año 1968.
- COLOM, G.—«Sobre la existencia de una zona de hundimientos pliocenos-cuaternarios situada entre el pie meridional de la Sierra Norte de Mallorca». *A. G. H.*, núm. 3. Año 1967.
- COLOM, G.; SACARES, J.; CUERDA, J.—«Las formaciones marinas y dunares pliocenas de la región de Liuchmajor (Mallorca)». *Bol. Soc. Hist. Natural de Baleares*, T. 14. Año 1968.
- COLOM, J.; SACARES, J.—«Nota preliminar sobre la geología estructural de la región de Ronda». *Bol. Soc. Hist. Nat. de Baleares*. T. 14. Año 1968.
- ESCANDELL, B.; COLOM, G.—«Sur l'existence de diverses phases de plissements alpins dans l'île de Majorque (Baleares)». *Bull. Soc. Geol. de Fr.*, 7.ª Serie. Año 1960.
- «Sobre la existencia de una fase de contracciones tangenciales en Mallorca, durante el Burdigaliense». *Mem. del Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 61. Año 1960.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 644 (Pollensa)». *Inst. Geol. y Min. de España*. Año 1961.
- «Estudio geológico de la región de Sineu Petra, en la isla de Mallorca». *Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España*, número 64. Año 1961.

- «Estudio geológico de la zona de Rauda». *Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 65. Año 1961.
- «Una revisión del Nummulítico Mallorquín». *Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 66. Año 1962.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 700 (Manacor)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1962.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 723 (Cala Figuera)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1962.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 724 (Lluchmayor)». Año 1962.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 645 (Formentor)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1962.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 671 (Inca)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1962.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 672 (Artá)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1962.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 699 (Porrera)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1962.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 643 (La Calobra)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1963.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 670 (Sóller)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1963.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 697 (Andraitx)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1963.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 698 (Palma de Mallorca)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1963.
- «Mapa Geológico de España, escala 1:50.000, núm. 725 (Felanitx)». *Inst. Geol. y Min.* Año 1963.
- FOURMARIER, P.—«Algunas consideraciones respecto a la tectónica de la isla de Mallorca». *Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España*. núm. 1. Año 1928.
- HOLLISTER, J. S.—«La posición de las Baleares en las orogenias varisca y alpina». *P. Al. G. E. T. I.* Año 1934.
- OLIVEROS, J. M.; ESCANDELL, B.—«Nota preliminar sobre el hallazgo de lechos lacustres del Burdigaliense Superior en

- Mallorca». *Not. y Com. del Inst. Geol. y Min. de España*, número 55. Año 1959.
- «Estudio de los terrenos postburdigalienses en el llano central de la isla de Mallorca». *Mem. del Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 61. Año 1960.
 - «Estudios sobre la formación lacustre con lignitos del Ludense-Estampiense Inferior de Mallorca». *Mem. del Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 61. Año 1960.