

ESTUDIO GEOLOGICO DE LOS ALREDEDORES DE ROYO-ODREA (ALBACETE)

por

A. ARCHE MIRALLES

I — INTRODUCCION

La zona estudiada se encuentra situada en la provincia de Albacete, al SW. de la misma y en las estribaciones orientales de la sierra de Alcaraz, como se indica en el gráfico de situación.

Está comprendida en la hoja n.º 842 (LIETOR) del Mapa Topográfico nacional a escala 1:50.000, en su ángulo SW. y tiene una extensión de unos 100 km.².

El trabajo se ha realizado a escala 1:25.000, por lo que al no disponer de una base topográfica a dicha escala, se hizo una ampliación de la parte correspondiente de la hoja a escala 1:50.000, lo que provoca que los errores de cartografía que ésta contiene se vean aumentados; esto se traduce en dificultades para la correcta expresión en el mapa de los accidentes geológicos representados.

La región se encuentra, como anteriormente se ha dicho, en las estribaciones de la Sierra de Alcaraz, gran macizo montañoso que se extiende desde estos parajes hacia el S. y SW. hasta las provincias de Murcia, Granada y Jaén.

Está atravesada de E. a W. por el curso del río Mundo, que se ha encajado profundamente formando un gran cañón de paredes casi verticales de una altura media de 200 m., con lugares donde este desnivel es mucho mayor.

La altitud máxima de la zona se encuentra en el Pico del Halcón, de 1.241 m. y la mínima en el río Mundo, al salir de la zona con un valor de 620 m.; la altitud media de la zona es de unos 980 m.

El carácter mediterráneo del clima se demuestra por la existencia de las típicas ramblas, iguales a las del Levante español, y por lo irregular y escaso de las precipitaciones de primavera y verano, produciéndose casi siempre en forma de tormentas.

Los únicos cursos de agua continuos dentro de la zona son el río Mundo y el río Bogarra.

El clima es de grandes contrastes térmicos y largas temporadas secas (en verano se llega a 100 días sin ninguna precipitación). Esto ha dado lugar a la formación de costras de exudación que alcanzan los 2 m. de espesor y que, sobre todo en las dolomías, dificultan las observaciones al tomar el aspecto de capas cuya verdadera significación es a veces problemática.

El relieve de la región es muy variado, pero dominan las sierras aisladas separadas por amplios valles de una dirección predominante E. - W. y N. - S., pero en general se observa una marcada tendencia a la inversión, pues las sierras están formadas por sinclinales de las resistentes dolomías jurásicas mientras que los valles están formados por amplios anticlinales donde afloran las arcillas triásicas. Es de resaltar la presencia de relieves estructurales (mesas) en el ángulo NW. de la zona, protegidas las arcillas triásicas por las dolomías jurásicas horizontales.

Los trabajos de campo se llevaron a cabo en dos campañas durante los quince primeros días del mes de octubre de los años 1965 y 1966; en el intervalo se realizaron los trabajos de laboratorio y bibliográfico.

El levantamiento del mapa geológico se ha llevado a cabo en el campo, empleándose únicamente la foto aérea para la localización de puntos en el mapa que, como hemos dicho anteriormente, contiene numerosos errores de cartografía, y para corregir algunos contactos.

Agradezco al Prof. Dr. D. Noel Llopis Lladó la dirección de este trabajo y provisión de medios para su elaboración, al Prof. Dr. D. Luis Sánchez de la Torre por sus indicaciones en los trabajos de campo y de redacción, y a mis compañeros D. Arturo Barba Martín y D. Félix García Palomero por su colaboración durante las campañas de campo y acertadas observaciones al contrastar las realizadas en zonas cercanas.

II. — RESEÑA HISTÓRICA

La bibliografía sobre las Cadenas Béticas es muy copiosa pero no así la que se refiere a nuestra zona de estudio, donde por dificultades de acceso no han llegado más que unos pocos de los muchos geólogos que han investigado la estructura de las cadenas citadas. Por ello nos ceñiremos en este resumen a los autores que más o menos directamente dan datos de estas regiones.

Los primeros estudios de VERNEUIL y COLLOMB, MAC PHERSON, ORUETA y AGUIRRE, GONZALO y TARÍN y otros autores antiguos presentan las primeras concepciones simplistas de la cordillera, así como acertadas observaciones estratigráficas, pero desgraciadamente muy locales.

1884. — Se publican los trabajos de la «Mision d'Andalousie». BERTRAND y KILIAN separan por primera vez la cordillera meridional antigua o «Bética» de la cadena secundaria y terciaria situada más al N. o «Subbética».

Suponen la cordillera formada por un plegamiento longitudinal de dirección NE.-SW. sin accidentes transversales importantes.

BARROIS y OFFRET sin embargo disienten de ellos, citando varias grandes fallas transversales a la estructura.

1891. — NICKLES da precisiones estratigráficas sobre los terrenos secundarios de Jaén y cita grandes corrimientos que, desde aquí se extienden hacia el E. por la Sierra de Cazorla.

1906. — DOUVILLE da en Jaén los primeros datos estratigráficos de verdadero valor, pues basa sus deducciones en cuidadosas series de fósiles; sus estudios se centran sobre todo en el Jurásico y Cretácico.

1918. — FALLOT inicia en este año su serie de trabajos sobre las Cordilleras Béticas, fundamentales para cualquier trabajo que sobre ellas se emprenda y que se continuaron hasta su muerte en 1961.

Coloca en su verdadera posición el complejo de arcillas y margas abigarradas con yesos y sales del Buntsandstein, separándolas de las del Keuper con las que se confundían; a éste Triásico de facies algo especial consistente en un Buntsandstein como el descrito, un Muschelkalk marino calizo y dolomítico y un Keuper lagunar muy reducido o inexistente le da el nombre de «Trías germano - andaluz».

Sitúa el comienzo de la gran transgresión miocena en el Burdigaliense, que ocupa casi toda la zona del geosinclinal bético, continuándose los depósitos hasta el Pontiense o Tortoniense según los lugares.

Confirma el carácter de geanticlinal de la zona estudiada al citar una extensa zona desde el nacimiento del río Guadalquivir hasta Orihuela desprovista de materiales Burdigalienses, como una extensa isla dentro del geosinclinal bético.

Niega la existencia de varias fases orogénicas descritas por otros autores y sitúa el paroxismo mayor en Jaén durante el Aquitaniense.

1926. — BLUMENTHAL publica diversas notas seguidas en años posteriores por trabajos más extensos sobre las cordilleras Béticas.

Las supone formadas por corrimientos de gran estilo a semejanza de los de los Alpes. Suponía que las masas del macizo subbético procedían del Rif Africano, aunque en trabajos posteriores reduce la importancia de estos «mantos ultrabéticos» al estar demostrada la autoctonía de casi todos los terrenos de la Cordillera.

1929. — SCHMIDT atribuye al Werfeniense (Buntsandstein de facies alpina) no sólo las areniscas inferiores sino el complejo margoso con yesos superiores y al Muschelkalk la serie caliza inmediata. Sus estudios son importantes, pues basa sus deducciones en fósiles encontrados en series donde son muy escasos.

Encuentra la misma serie de FALLOT para el Triásico en Murcia y cita su gran extensión hacia el N.

1933. — BRINKMANN y GALLWITZ publican su estudio de la región subbética desde Granada a Valencia, con datos de gran rigor aunque su estudio, hecho a escala 1:600.000 sólo sirve como guía para un primer conocimiento de la serie estratigráfica, sus variaciones de facies y de espesor así como la tectónica regional.

Describen el gran arco que, descendiendo desde Alicante forman las alineaciones tectónicas en esta región, al que denominan «arco Cazorla - Alcaraz - Hellín»; citan una serie de escamas que forman este arco con una vergencia general hacia el norte.

Describen los materiales secundarios y terciarios con gran detalle, citando en nuestra zona el Triásico margoso, el Jurásico dolomítico, el Cretácico inferior de facies «Utrillas» y el superior recifal, el Mioceno molásico con las que ellos denominan «calizas de Lithothamnium» y por último los depósitos del Plioceno (rañas) que colocan en el Pontiense.

La datación de las fases orogénicas que afectaron a esta región fue hecha de forma precisa por BRINKMANN y GALLWITZ.



Fig. 1. — Situación geográfica de la Zona estudiada.

1934. — STAUB, basándose en analogías entre las facies de las Béticas y las de los Alpes Orientales —separadas entre sí 2.500 km.— inició una interpretación muy ingeniosa y elegante de la estructura de estas Cordilleras. Con su teoría se salvaban algunas de las objeciones que se habían puesto a las anteriores concepciones «alóctonas».

Hace una comparación entre los diversos mantos de los Alpes y las «hojas» béticas; nuestra zona de estudio estaría dentro de su «hoja de Murcia».

Supone que las lagunas existentes en las series estarían explicadas por la desaparición de estas capas durante los fenómenos de arrastre de los mantos.

Sus teorías, al igual que las de BROUWER y BLUMENTHAL han sido actualmente rechazadas al demostrarse la autoctonía de las series del geosinclinal bético en numerosos puntos.

1945. — DUPUY DE LÔME hace la descripción de la hoja del Mapa Geológico a escala 1:50.000 n.º (841 ALCARAZ), contigua a nuestra zona de estudio.

Este es el antecedente más próximo y de cierto detalle que hemos encontrado, pero contiene graves errores tanto estratigráficos como tectónicos, por lo que sólo se puede utilizar como guía para iniciar los trabajos de campo.

1966. — FERNÁNDEZ RUBIO, SAAVEDRA, ESNAOLA y ESTERAS, en una pequeña nota confirman la existencia del Muschelkalk marino al E. de nuestra zona de estudio, en el Embalse de Talave, aunque la nota es muy poco clara en cuanto a la posición tectónica de estas capas que encuentran flotando sobre un complejo de margas y yesos que atribuyen al Keuper.

III. — ESTRATIGRAFÍA

A) TRIÁSICO

a) *Bundtsandstein*

Los materiales pertenecientes a este piso afloran en esta zona en grandes extensiones, por estar constituidos fundamentalmente por materiales arcillosos dan lugar a anchos valles de laderas muy tendidas, aunque allí donde las dolomías protegen de la erosión estos materiales, como ocurre en los alrededores de Potiche, en el ángulo NW. de la zona, dan taludes de unos 45° de pendiente. Las grandes diferencias de altitud favorecen la aparición de buenos afloramientos.

La serie, en el lugar donde se muestra en sucesión normal con una potencia mayor es en el mencionado ángulo NW. y alcanza los 110 m. de potencia, aunque la total de este piso debe ser bastante mayor, pues en zonas cercanas se encuentran hasta 300 m. de arcillas y areniscas, como citan NAVARRO y TRIGUEROS al N. de Murcia.

En Potiche se ha podido obtener la siguiente serie de los materiales que asignamos a este piso:

- 40 m. Arcillas color vino con zonas decoloradas verdosas, y finas intercalaciones de hasta 0'5 m. de areniscas cuarcíticas con cemento rojizo muy fuerte, algunas capas presentan «ripple-marks» asimétricos.
- 1,5 - 2 m. Calizas azuladas muy compactas, sin fósiles, con algunos granos de limonita y zonas más margosas; la superficie toma color amarillento.

- 30 m. Arcillas como las anteriores, con intercalaciones de pequeños lentejones de yesos en su parte superior.
 - 1 m. Calizas compactas como las descritas anteriormente.
 - 10 m. Arcillas abigarradas como las anteriores, sin intercalaciones areniscosas.
 - 10 - 12 m. Yesos compactos con tonalidades variadas dominando la rojiza, pero con zonas verdosas, blancas y negras; se explotan para la construcción con buenos resultados por su pureza.
 - 15 m. Margas blancas arenosas con zonas amarillentas.
- Techo*: Calizas del Muschelkalk.

Tanto hacia el E. como hacia el S. de este lugar desaparecen las intercalaciones calizas totalmente, mientras que las yesosas sólo vuelven a encontrarse en el cañón del río Mundo, en las cercanías de Royo - Odra.

Sin embargo se conservan las arcillas abigarradas con una gran constancia en la facies, como, por ejemplo en la gran extensión situada al S. de la Peña de la Albarda.

El origen desértico de estas formaciones rojizas del Triásico, tenido como indudable hasta hace poco tiempo, está actualmente seriamente discutido, y parece demostrado que se depositaron en una plataforma continental de escasa profundidad, aunque los materiales sí pueden proceder de un país semi-árido.

En las areniscas intercaladas en la serie arcillosa se han encontrado «ripple-marks» asimétricos que únicamente se podían haber formado bajo el agua, y en una de las capas de calizas, claros «slump-marks» cuyo origen subacuático es indiscutible.

La parte superior de la serie con intercalaciones yesosas presenta un origen más confuso, pudiendo tratarse de depósitos litorales en lagunas o albuferas en vías de desecación.

Aunque sólo podemos aplicar la curva de Lombard a la parte superior de esta serie, por ser la única visible, su observación nos muestra un progresivo dominio de las facies de grano cada vez más fino y de deposición química (yesos) sobre las de grano grueso, como las areniscas de la base.

Esto se puede interpretar como un progresivo descenso en el potencial erosivo en los bordes de la cuenca, al ser arrasados los macizos marginales; por ello los sedimentos son cada vez más finos.

La presencia de areniscas es más importante en la parte inferior de la serie, no puesta al descubierto aún por la erosión, como se puede deducir de los trabajos realizados por FALLOT, BRINKMANN y GALLWITZ, y DUPUY DE LÔME hacia el W. de esta zona, donde las areniscas llegan a ser predominantes en la composición de las formaciones.

La atribución de esta serie al Butnsandstein se ha realizado por razones estratigráficas exclusivamente, pues es totalmente azoica.

Aunque las areniscas rojas inferiores siempre se han colocado en este piso, la edad de las arcillas abigarradas ha sido muy discutida; por analogía con las facies del Keuper germánico se les asignaba tradicionalmente esta edad, y con ella la encontramos en trabajos antiguos, como los de VERNEUIL y COLLOMB, MALLADA, BARROIS y OFFRET, etc., aunque al encontrar algunos de ellos las calizas tableadas del Muschelkalk superpuestas dudan de esta atribución, aunque la explican por violentas acciones tectónicas combinadas con fenómenos de diapirismo que trastocan la auténtica posición de las capas.

Posteriormente, BRINKMANN y GALLWITZ aclaran parcialmente la edad de estas formaciones al colocarlas dentro del Triásico inferior, por encima de potentes series de areniscas y conglomerados, con los cuales presentan tránsitos tanto laterales como verticales.

DUPUY DE LÔME, en su estudio sobre la región de Alcaraz, encuentra que esta serie inferior compuesta por areniscas y margas alcanza 180 m. de potencia, y las data como Werfeniense, al estar bajo potentes formaciones calizas de facies idénticas a la del Muschelkalk.

SCHMIDT aclara definitivamente la edad de estas formaciones; en la provincia de Murcia, y dentro de una serie idéntica a la de esta zona, encuentra en las capas de areniscas intercaladas restos fósiles de edad Werfeniense:

Walchia sp.

Estheria sp.

y en las calizas tableadas superiores una fauna del Ladiniense, que confirma la anterior. Cree que esta facies se extiende hacia el N., aunque no lo confirma.

FALLOT se apoya en estos datos y encuentra la misma facies en numerosos puntos del dominio subbético, como el límite de las provincias de Albacete y Murcia, por lo que más de cerca toca a nuestra zona, pero la cita asimismo en numerosos puntos entre Granada y Alicante.

NAVARRO y TRIGUEROS, en Murcia, confirman todos los datos anteriores, encontrando el Keuper muy reducido hacia el NW.

Muy recientemente, FERNÁNDEZ RUBIO, SAAVEDRA, ESTERAS y ESNAOLA en una pequeña nota confirman la existencia del Muschelkalk al N. del Embalse de Talave, formado por capas calizas muy ricas en fauna, flotando sobre margas yesíferas que, aunque los autores las atribuyen al Keuper muy probablemente pertenezcan al Buntsandstein.

Por todos los datos anteriormente expuestos creemos indudable la atribución al Buntsandstein de esta serie arcillosa con intercalaciones areniscosas, calcáreas y yesosas, aunque carezcamos de argumentos paleontológicos que lo confirmen.

Al encontrar esta facies como prolongación de las grandes extensiones triásicas de Alcaraz, podemos suponer que esta facies algo especial del Buntsandstein se prolonga desde Murcia hacia el N. hasta el mismo borde de la Meseta, como ya sospechaban FALLOT, SCHMIDT y otros investigadores.

b) *Muschelkalk*

Asignamos esta edad a una serie caliza que encontramos sobre el complejo margoso-arcilloso del Buntsandstein, que anteriormente se habían datado como Raibliense (Carniense), al atribuir los geólogos antiguos de forma sistemática al Keuper todas las margas yesíferas que encontraban.

Las razones citadas anteriormente hacen aparecer como Buntsandstein la edad de este complejo en nuestra zona, y por tanto estas calizas superiores pueden perfectamente pertenecer al Muschelkalk.

La serie está formada por calizas margosas grises y amarillas, con pequeños cristalitos de calcita autígenos y enriquecimientos en limonita en algunos puntos o niveles, que destacan sobre el fondo claro de la caliza, asimismo es muy típica su marcada microestratificación.

Entre los bancos calcáreos se encuentran a veces intercalaciones margosas, pero esto sólo ocurre en lugares de intensa tectonización, donde los bancos calcáreos están rotos, y las margas, con toda seguridad se han inyectado entre ellas desde la parte inferior, aunque finos niveles margosos pueden ser verdaderamente autóctonos.

Las calizas se presentan en bancos bien formados, con una potencia máxima de 30 cm. como es típico de las de este piso, que en numerosos lugares reciben el nombre de «calizas tableadas».

La potencia de la serie, de una gran uniformidad de facies desde el muro al techo, varía mucho en los diversos afloramientos, pero se observa una disminución general de S. a N.; a veces la acción diapírica del Buntsandstein reduce aparentemente la potencia de estas calizas; la máxima potencia se alcanza al S. de El Jinete de Ayna, llegando a los 120 m., mientras que al N., en las cercanías de Potiche sólo alcanzan unos 30 m.; confirmando este adelgazamiento progresivo hacia el N., en el anticlinal del Cerro de la Cantera el Muschelkalk tiene unos 60 m. de potencia.

No hemos encontrado fósiles en estas calizas, como les ha ocurrido a otros investigadores en zonas cercanas (Alcaraz, Peñas de San Pedro), aunque compañeros nuestros situados en las cercanías han realizado hallazgos de algunos raros Lamelibranquios, que parecen confirmar la edad asignada a la formación.

Muy recientemente se ha citado un yacimiento muy rico de fauna marina del Muschelkalk en el Embalse de Talave, al E. de nuestra zona, pero la estructura de que estas capas forman parte no está muy clara, pues aparecen verticales flotando dentro de una masa de margas yesíferas.

Estas calizas nos muestran una transgresión tras la regresión de la parte superior del Buntsandstein, con fondos de una profundidad moderada o pequeña, fangosos y ligeramente reductores, como nos demuestran la formación de cortezas limoníticas y los colores grises de las calizas, con cierto contenido en materia orgánica.

La microestratificación y las costras limoníticas nos indican asimismo un depósito tranquilo, con pausas en la sedimentación y próximo a la costa, que, según BRINKMANN y GALLWITZ, se encuentra hacia el SE. de Alcaraz muy cercano por tanto a nuestra zona, pues dista menos de 25 km. de este lugar y allí no existe Muschelkalk marino.

La datación de estas calizas se ha realizado por identidad de facies y posición estratigráfica con series bien datadas paleontológicamente; así, MALIADA en Jaén describe una rica fauna en las cercanías de Siles, con especies muy abundantes:

- Myophoria laevigata* Goldf.
- » *goldfussi* Alb.
- » *curvirrostris* Scholth.
- » *deltoidea* Gold.

- Gervilleia socialis* Scholth.
- » *polyodonta* Cred.
- » *modiolaeformis* Giever.

- Velopecten alberti* Gold.

SCHMIDT encuentra en Murcia, superpuestas a las margas y arcillas irisadas del Buntsandstein, una serie caliza en la que encuentra una abundante fauna

de Lamelibranquios que definen su edad como Langobardiense (Muschelkalk superior) y por tanto la sucesión es normal: Werfeniense - Muschelkalk.

DUPUY DE LÔME cita en la cercana zona de Alcaraz un potente Muschelkalk formado por 250 a 300 m. de calizas y dolomías rosadas y amarillentas en las que no encuentra fauna alguna.

Este espesor es evidentemente exagerado, pues según los trabajos de BRINKMANN y GALLWITZ, no existe Muschelkalk marino en esta región, y según se deduce de nuestras observaciones, éste se adelgaza hacia el NW., lo que está en contradicción con este gran espesor de calizas y dolomías de la citada edad.

En el límite de nuestra zona de estudio con la de Alcaraz, hemos podido comprobar que las formaciones atribuidas por DUPUY DE LÔME a este piso son en realidad dolomías jurásicas, con una pequeña base de calizas que, en efecto, pertenecen al Muschelkalk, pero que en ningún caso sobrepasan los 30 m. de potencia.

Asimismo creemos que las intercalaciones citadas por BRINKMANN y GALLWITZ de dolomías dentro de las margas yesíferas y que suponen pertenecientes al Muschelkalk, se pueden equiparar a las calizas que encontramos en Potiche, situadas francamente en las margas del Werfeniense.

c) *Keuper*

La presencia del Keuper en esta zona es muy problemática y los argumentos en contra de su existencia parecen bastante convincentes.

En Granada y S. de Murcia, el Keuper alcanza 200 m. de potencia pero disminuye rápidamente hacia el N. y así, en Alcaraz ya no existe.

Por tanto, la presencia de Keuper diferenciado con su típica facies germánica hay que excluirla, pues sobre las calizas del Muschelkalk aparecen en todos los lugares las dolomías jurásicas.

Cabe la posibilidad, esbozada por BRINKMANN y GALLWITZ, de que la parte superior de estas calizas represente el Keuper sin variación de facies, pero los argumentos paleontológicos citados en zonas cercanas y el brusco cambio de sedimentación, al pasar sin transición de las calizas margosas del Muschelkalk a las dolomías masivas del Jurásico, parece indicarnos la existencia de una laguna en la sedimentación, durante la cual cambiaron las condiciones de depósito.

Además, el Keuper se presenta al SW. de esta zona como muy dudoso o bien como un depósito lagunar discontinuo de muy poca potencia, que no aparece en nuestra zona.

Por todo ello creemos más lógico suponer que el Keuper no se depositó y existe una laguna entre el Muschelkalk y el Jurásico.

Este Triásico de facies algo especial es un tránsito del germánico de la Cordillera Ibérica al Germano-andaluz de la Bética propiamente dicha; FALLOT lo denomina «tipo briansonnais», pues lo encuentra en esta zona de los Alpes, en las Béticas y en el Rif con facies casi idénticas: areniscas y margas yesíferas en el Buntsandstein, calizas en el Muschelkalk y un Keuper inexistente o con muy pequeño desarrollo.

B) JURÁSICO

La serie jurásica comienza por dolomías cavernosas con algunos enriquecimientos en Fe, típica facies de carniolas, que en toda España representan el Retiense; su aspecto llega a ser el de verdaderas escorias en algunos casos.

Su estratificación es visible en algunos puntos, y su potencia es de unos 10 m., aunque su límite superior no es neto, sino un paso gradual a las capas superiores, por lo que éste no se puede definir con exactitud.

Por encima encontramos una serie de dolomías masivas que alcanzan los 350 m. de potencia, con una gran constancia en las facies: dolomías grises, granudas o compactas, de aspecto brechoide en cortes recientes y con estratificación apenas visible, pues únicamente a distancia se aprecian bancos de una potencia extraordinaria (15-20 m.).

En las cercanías de Potiche, al S. del pueblo y en el valle del río de Bogarra, se encuentra una capa de calizas blancas cristalinas de una potencia de 8 m. intercalada entre las dolomías, pero que desaparece hacia el E. adelgazándose rápidamente.

Esto parece indicar un cambio lateral de facies hacia el N. de este gran paquete de dolomías a series más calizas, como nos han confirmado en zonas cercanas nuestros compañeros A. BARBA y F. GARCÍA.

Estos materiales resistentes han formado todos los relieves importantes de la zona, y el «cañón» del río Mundo se ha excavado casi totalmente en esta serie jurásica.

La edad de esta formación dolomítica ha sido muy debatida: esto se debe a que no se ha encontrado en ella ningún resto fósil.

Las carniolas inferiores son datadas como Retienses por todos los autores consultados, por identidad de facies con otros lugares donde están bien datadas y por encontrarse directamente superpuestas a series triásicas.

Las dolomías superiores sólo se pueden datar con seguridad en aquellos lugares donde presentan intercalaciones calizas fosilíferas, o bien encontramos en el techo series bien datadas, como ocurre hacia el E. y el S.

Tanto FALLOT como BRINKMANN y GALLWITZ encuentran en Murcia y Jaén series calizas superiores cuya fauna les da una edad Lusitaniense.

DUPUY DE LÔME les asigna una edad Oxfordiense por comparación con las de Hellín y Pozo-Cañada, bien datadas por ser fosilíferas las series inferior y superior.

Creemos por tanto que esta potente serie dolomítica corresponde al conjunto Lías-Dogger de acuerdo con los expresados autores.

En el techo se marca una regresión pues no aparecen los pisos superiores del Jurásico, y como BRINKMANN y GALLWITZ hacen resaltar el Lusitaniense y el Titónico sólo se encuentran muy al interior del dominio Subbético y no en nuestra zona, donde el Cretácico se superpone directamente a esta serie dolomítica.

El origen de las dolomías no está totalmente aclarado, aunque lo más probable es que se trate de un proceso epigenético contemporáneo algo posterior a la sedimentación, durante la fase de compactación de la roca.

El gran poder solubilizante del agua del mar para con el Mg. explicaría el aporte de este catión; el proceso comenzaría por las grietas y huecos, que rápidamente se llenarían por cristales de dolomita, mientras que el resto de la masa se transformaría por acción de las aguas intersticiales por lo que, si la masa se lapidifica antes de terminar el proceso, éste se detiene; esto ha podido ser observado en algunos casos, raros pero perfectamente claros, que demuestran la exactitud de este proceso.

Un carácter de estas dolomías masivas, citado por LOMBARD y comprobado en esta zona es su tránsito lateral a calizas, lo que se ha podido confirmar plenamente como antes se ha dicho.

Se han interpretado estas masas dolomíticas como «klippes» alóctonos, restos de un gran manto de corrimiento procedente del S. como parte de la «hoja de Murcia» de STAUB o del «Trías citrabético de Antequera» de BLUMENTHAL.

Recogiendo estas opiniones DUPUY DE LÔME supone que todos los materiales postríasicos son alóctonos formando un manto de gran extensión.

Disentimos de estas concepciones y los argumentos a favor de nuestra opinión serán expuestos en el apartado de Tectónica; digamos aquí que creemos autóctonas todas estas series.

C) CRETÁCICO

El Cretácico presenta muy poca extensión en nuestra zona de estudio, pues únicamente aparece en un pequeño afloramiento en el borde E. de ella, en las cercanías del pueblo de Ayna, en el cañón del río Mundo.

Se presenta con la llamada «facies Wealdense»: arenas cuarcíticas muy finas con mica moscovita detrítica y una matriz feldespática parcialmente transformada en caolín; dispersos en la masa se encuentran cantos de cuarcita redondeados o subredondeados con el típico barniz desértico, siendo algunos perfectos «dreikanter»; asimismo aparecen pequeños niveles limoníticos y zonas de las arenas intensamente coloreadas de rojo y violeta; contienen raros xilópalos.

Su potencia visible no supera los 20 m. aunque, por estar sometidas a una intensa erosión, ésta puede ser mayor.

El origen de esta formación es continental, pero depositado en un medio marino de poca profundidad según se desprende de todos los estudios realizados recientemente sobre ella.

El tránsito brusco de las dolomías a esta facies indica una interrupción en la sedimentación durante un largo período y una emersión de la cuenca hasta el depósito de estos materiales.

BRINKMANN y GALLWITZ citan una intensa carstificación anterior al depósito de estas arenas, lo que confirmaría la elevación de la zona a fines del Jurásico. Hemos encontrado una carstificación en las dolomías, pero no hemos podido aclarar su edad por lo pequeño de los afloramientos cretácicos.

La edad de estos sedimentos es pre-Cenomanense; esto nos ha sido confirmado por nuestros compañeros F. GARCÍA y A. ESPEJO, que las encuentran bajo el Cenomanense bien datado por fósiles, confirmando la edad que les atribuyen BRINKMANN y GALLWITZ en otros lugares y precisando la de FALLOT, que las incluye en el Cretácico inferior sin precisar más.

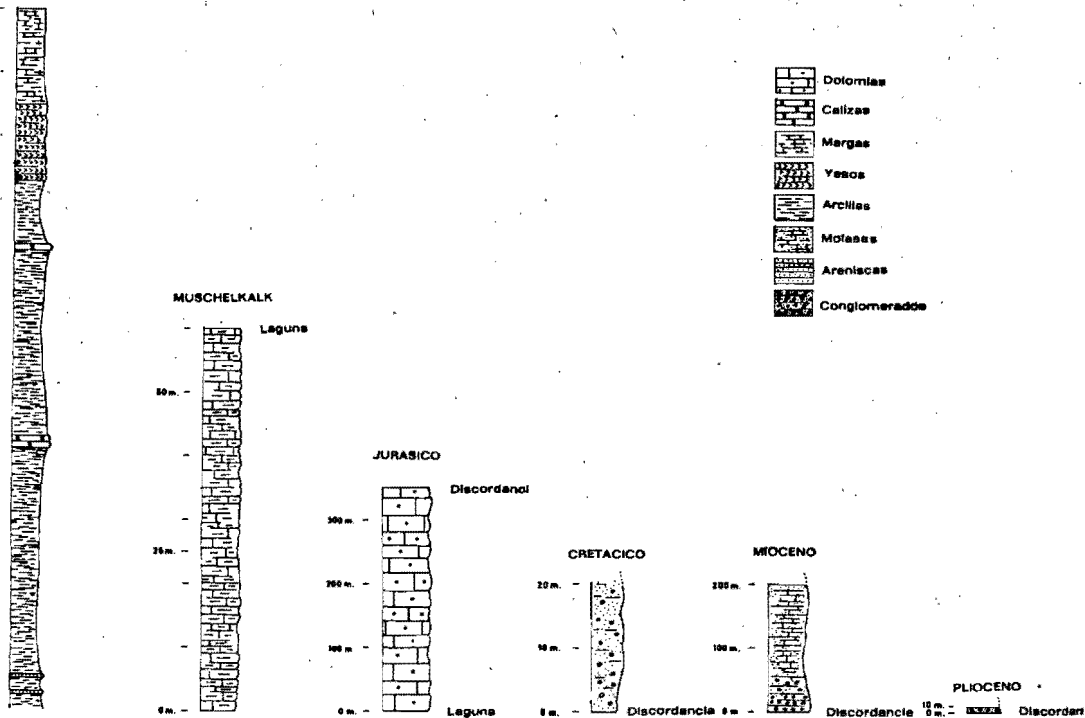


Fig. 2. — Estratigrafía de los alrededores de Royo-Odra (Albacete).

D) MIOCENO

A esta edad se asigna una potente formación que se encuentra en la cumbre del Pico del Halcón y que fuera de nuestra zona forma las cumbres de los más elevados montes; el Mioceno marino se llega a encontrar a 1.650 m. de altitud, el más elevado conocido en España.

Su base está formada por un conglomerado poligénico de cemento calcáreo con cantos cuyo diámetro varía de 1 a 10 cm., bastante rodados y de naturaleza muy variada: cuarcita, dolomía, caliza e incluso limonita.

Esta formación alcanza los 50 m. de potencia, y sobre ella se encuentran molasas margosas y calcáreas, que se van enriqueciendo en CO₂Ca hacia el

techo, donde forman verdaderas calizas organógenas, llamadas por diversos autores «Calizas de Lithothamnium» por su gran riqueza en estas algas calcáreas, mucho mayor en esta parte superior de la serie.

Se encuentran cantos dispersos en toda la masa.

En el tramo medio de esta formación el material constituyente de la roca es la conchuela, cementada bastante fuertemente, lo que le proporciona gran resistencia a la erosión y por ello destaca en el relieve formando grandes escarpes verticales.

Excepcionalmente aparecen ejemplares más o menos completos de Lamelibranchios y Equínidos que han permitido su datación, aunque no muy precisa.

BRINKMANN y GALLWITZ suponen que esta formación tiene una edad Burdigaliense, aunque dudan de que la parte superior corresponda al Helveciense.

FALLOT hace un estudio bastante detallado del Mioceno de la parte externa de las Cadenas Subbéticas desde Granada a Mallorca.

Encuentra una serie de fósiles característicos unos, de gran extensión vertical otros, con los que asigna a esta serie de conglomerados, areniscas y molasas una edad Burdigaliense segura y probable Helveciense.

Entre otros encuentra los siguientes fósiles:

- Pecten beudanti* Bas.
- Pecten subbenedictus* Font.
- Pecten corsicanus* Dep.
- Flabellipecten burdigalensis* Lk.
- Flabellipecten incrassatus* Partsch.
- Aequipecten praescabriusculus* Font.
- Aequipecten scabrellus* Lk.
- Chlamys nimius* Font.
- Cardium hians* Lk.
- Amussium denudatum* Reuss.
- Ostrea crassissima* Lk.
- Clypeaster altus* Lk.
- Echinolampas* sp.
- Lithothamnium* sp.

Todas estas especies junto con otras recogidas a lo largo del macizo subbético por FALLOT definen un Mioceno con el Burdigaliense seguro y el Helveciense muy probable. No ha encontrado la molasa al N. del Segura aunque supone que tal vez existía.

DUPUY DE LÔME encuentra en Alcaraz gran cantidad de fragmentos de fósiles clasificando los siguientes:

- Pecten latissimus* Lk.
- Pecten pusio* Font.
- Ostrea* sp.
- Clypeaster altus* Lk.

asignando al conjunto una edad Vindoboniense, pero se puede comprobar que las especies no son características.

Nuestros propios hallazgos no aclaran nada a este respecto, pues únicamente hemos podido comprobar la existencia de numerosas algas del género *Lithothamnium*; entre los restos de conchuela no hemos encontrado ejemplares clasificables.

Es de resaltar que en esta formación hemos encontrado los únicos fósiles de la zona.

Por tanto, consideramos estas molasas como Burdigalienses en su parte inferior y Helvecienses en la superior, aunque sin argumentos definitivos que lo prueben.

E) PLIOCENO

Atribuimos esta edad a una formación que encontramos en un pequeño afloramiento en el centro de la zona, como prolongación de formaciones idénticas y mucho más extensas y potentes situadas al N. donde su edad puede ser precisada exactamente.

Asimismo hacemos esta datación por analogía con la de otros lugares de España, como la de los Montes de Toledo, donde se conocen con el nombre de «rañas».

Este depósito tiene unas características muy concretas:

— Es una formación muy heterométrica con una fracción gruesa de cantos de cuarcita de un tamaño que oscila entre los 0,5 cm. y 30 cm. bastante bien rodados, y una matriz arcillosa.

— No está cementado.

— La matriz arcillosa es roja debido al clima existente durante su deposición.

— Los cantos, exclusivamente de cuarcita, están rubefactados o eolizados en gran parte.

Todos estos caracteres nos dan una reconstrucción muy exacta del clima durante este período: árido o subárido, con temperaturas elevadas y grandes lluvias ocasionales que provocaban grandes aportes de forma intermitente, lo que explica su gran heterometría.

Casi todos los cantos de cuarcita presentan una curiosa fracturación superficial en pequeños semicírculos, que les da aspecto de piñas; esto es tal vez debido a choques entre ellos.

F) CUATERNARIO

Estos terrenos tiene poca extensión, pero algunos de sus afloramientos son interesantes, pues nos indican la evolución de la red hidrográfica en tiempos recientes.

Presentan dos tipos fundamentales: canchales y coluviones y aluviones de río.

Los primeros tienen gran desarrollo en las arcillas del Buntsandstein, formándose incluso «argayos» o «franás» de cierta importancia; se ven favorecidos por la gran pendiente de numerosos afloramientos.

Los canchales se pueden formar en las dolomías jurásicas llegando a ser muy espectaculares, pues toman el aspecto de ríos de piedras, aunque son raros en esta zona.

Los actuales aluviones sólo se encuentran en los cauces de los ríos de Bogarra y Mundo, mientras que los que existen en las ramblas y arroyos deben ser más antiguos.

Esto se demuestra porque, al rejuvenecerse la red hidrográfica tras la elevación post-pliocena de la zona, los depósitos quedan por encima del actual valle a diversas alturas; la máxima se ha encontrado en los alrededores de Potiche, donde aparece a unos 60 m. del cauce actual. En el arroyo de la Fuente de la Parra la elevación es de 20 m.

En el río Mundo se han podido observar dos de estos restos de antiguos depósitos fluviales, ambos muy reducidos, a 30 m. sobre el cauce actual.

IV. TECTÓNICA

El estilo tectónico de esta región está dado por dos causas fundamentales:

— La gran diferencia en el comportamiento mecánico de los dos materiales fundamentales de la zona: arcillas plásticas del Buntsandstein y las dolomías resistentes del Jurásico.

— El carácter geanticlinal de la zona dentro del geosinclinal Bético, como una avanzada de la Meseta dentro de él.

Todo ello provoca grandes disarmonías entre el estilo tectónico de las margas y arcillas del Triásico inferior, de pliegues diapíricos, y el de las dolomías jurásicas, con laxos pliegues y numerosas fracturas.

La acción diapírica del Triásico inferior es importante, pues provoca la mecanización de los contactos con las series superiores; a veces perforan las calizas del Muschelkalk y se llegan a poner en contacto con las dolomías jurásicas; esto es particularmente claro al S. de La Dehesa, al N. de Royo-Odrea y en la Fuente de la Parra.

El caso más extremo es el del anticlinal diapírico del Río de Bogarra, donde esta acción ha llegado a aislar un gran paquete de dolomías jurásicas que han quedado flotando en posición vertical.

Asimismo las arcillas triásicas aprovechan las zonas de debilidad creadas por las fallas y se inyectan por ellas dando afloramientos que parecen verdaderos cuchillos que cortan las estructuras; el mejor ejemplo de ello es el que se encuentra en el arroyo de la Fuente de la Parra.

Otro fenómeno de menor importancia tectónica, pero de enorme en estratigrafía, pues puede dar lugar a graves errores, es el de la inyección de las arcillas entre los planos de estratificación de series subverticales, ya sean de calizas o de dolomías; esto se observa en la carretera en construcción situada al S. del río Mundo en las faldas de la Peña de la Albarda.

Contrasta con esta movilidad y plasticidad de las arcillas del Triásico inferior la relativa rigidez de las dolomías jurásicas.

Éstas se pliegan de una forma suave como se puede observar en la zona entre La Dehesa y el Río Mundo, o bien se fracturan dando un juego de bloques que afectan a la zona en su totalidad, favorecido a veces por la acción de las arcillas triásicas que lubrican el plano de falla.

Esta zona está comprendida dentro de la gran unidad que BRINKMANN y GALLWITZ denominan «arco Cazorla - Alcaraz - Hellín» como se puede apreciar en el esquema de ellos tomado.

Este arco se formó por la interferencia de las alineaciones alpinas con la zona elevada aquí existente, en forma de un geanticlinal, según hacen resaltar los autores citados.

El conjunto de los pliegues tiene vergencia hacia el N. como es tónica general dentro de los de este arco; esta vergencia es muy clara en el anticlinal diapírico del S. del Cerro de la Cantera. La dirección general es E.-W., algo inclinada hacia el S.

Los grandes mantos de corrimiento imaginados por DUPUY DE LÔME para esta región, siguiendo las teorías de BROUWER, STAUB, BLUMENTHAL y otros autores, no existen.

En efecto, aunque la sucesión de capas presenta algunas lagunas ésta es normal; las milonitas que se tendrían que formar serían de gran potencia, y laminarían gran cantidad de capas; por el contrario no se observan indicaciones de estos fenómenos en ningún caso.

Queda por aclarar la edad de los movimientos orogénicos que afectaron a la zona.

Los primeros movimientos que se manifiestan están situados entre el Jurásico y el Cretácico; aunque en esta zona no se pueden deducir de forma segura, debido a la pequeña extensión de los afloramientos cretácicos, más al N. se encuentra una pequeña discordancia, aunque muy clara, según nos ha confirmado nuestro compañero F. GARCÍA esta discordancia no es angular, sino más bien cartográfica.

Este movimiento (fase Kimérica o Címbrica) fue muy suave, pero está confirmado por la falta del Jurásico superior y el Cretácico inferior; la zona tal vez se mantuvo elevada durante este período, pues parece existir una erosión ante-Cretácica citada por BRINKMANN y GALLWITZ. Esta fase fue citada por ellos, aunque mucho más al SW. y negada por FALLOT pues en muchos lugares y especialmente en Málaga encuentra un tránsito perfecto del Jurásico al Cretácico.

Este movimiento no originó pliegues ni fallas importantes, pero marcó las directrices de la posterior evolución del geosinclinal bético, según BRINKMANN y GALLWITZ.

En nuestra zona se debió reducir a una elevación de ella que no fue demasiado grande por su carácter de geanticlinal ya levantado respecto al surco Bético.

Otro plegamiento algo más importante, aunque tampoco muy acusado, ocurrió antes del Burdigaliense; en nuestra zona no podemos precisar la edad de este movimiento, y sólo podemos afirmar que fue pre-Burdigaliense, por no existir entre el Cretácico y el Mioceno ningún depósito, pero en zonas cercanas (Murcia y N. de Jaén) ha sido situada por varios autores dentro de la fase Sávica, a finales del Oligoceno; aceptamos esta datación por carecer de datos para afirmar o negar su exactitud.

Tras este movimiento, el geosinclinal bético, que ha adquirido su máximo desarrollo, se rellena con la molasa Burdigaliense y Helveciense; entonces ocurre el plegamiento más intenso, situado con bastante precisión dentro del dominio bético: en Jaén es post-Aquitaniense, en Murcia es post-Burdigaliense y en esta zona post-Helveciense (los datos han sido tomados de numerosos autores), según se puede comprobar por sus efectos, que afecten a la molasa y no al Plioceno. Nos señala ésto, movimientos de la fase Estírica.

Este plegamiento provocó la aparición de algunos pliegues más acentuados que los de fases anteriores fosilizados por la molasa y una extensa fracturación de los terrenos rígidos, como las dolomías.

La fracturación presenta tres sistemas principales: dos de ellos asociados de direcciones N 3° y N 150°, y otro posterior de dirección aproximada E. - W.

Los dos primeros son fracturas de compresión resueltas en un sistema de cizalla, mientras que el segundo que corta a los dos anteriores, representa sin duda un momento de descompresión.

Un dato importante es que el Plioceno recubre fallas de este último sistema, mientras que otras cortan a la molasa, lo que confirma que se produjeron todas durante la fase Estírica.

Por último, movimientos póstumos se originaron después del Ponticense, dentro de la fase Rodánica, aunque esto tampoco puede ser confirmado en nuestra zona. Este movimiento fue el responsable de la elevación final del macizo Bético, pues consistió principalmente en un abombamiento general que produjo pequeñas fallas, de las que no se ha podido identificar ninguna dentro de esta zona.

V. HISTORIA GEOLÓGICA Y CONCLUSIONES

La sedimentación del geosinclinal alpino comenzó en nuestra zona durante el Triásico.

En el Triásico inferior se depositan potentes series de carácter lagunar-costero o de plataforma; los aportes comenzaron por ser violentos, pero al ser rebajados paulatinamente los relieves marginales, fueron disminuyendo en granulometría; los «ripple-marks» y huellas de deslizamiento encontradas en algunas intercalaciones areniscosas de esta serie, confirman su depósito en medio acuoso, pero los yesos de la parte superior pueden representar un régimen lagunar en vías de desecación con unas condiciones de clima árido o semiárido.

El Muschelkalk se inicia con una transgresión por la que se pasa a un régimen marino indudable, de fondos no muy profundos, tranquilos y ligeramente reductores; la presencia de algunos niveles dolomíticos muy delgados cerca del techo de esta serie indica un progresivo levantamiento del fondo de la cuenca.

Durante el Keuper no existe sedimentación en este área aunque tampoco debió de emerger, pues no se observan señales de erosión en el techo de la serie del Muschelkalk; esto nos indicaría una laguna en la sedimentación.

El Jurásico es nuevamente de carácter transgresivo, depositándose una gran potencia de dolomías; entre el Jurásico y el Cretácico ocurre el primer momento de plegamiento dentro del geosinclinal Bético (fase Kimérica), que provocó su levantamiento; el Cretácico comienza por series litorales que posteriormente se hacen más profundas.

A fines del Cretácico, hubo un largo período sin sedimentación, tal vez por una elevación de la zona; entre el Oligoceno y el Mioceno ocurre un plegamiento más intenso que originó pliegues suaves de estilo jurásico, seguido de un hundimiento rápido, pues el mar adquiere en el Mioceno inferior su máxima extensión en el geosinclinal Bético.

Se depositan grandes espesores de molasas que comienzan por un conglomerado de base, demostración de que se arrasaron violentamente los relieves formados anteriormente.

Esta sedimentación continúa hasta que llega el paroxismo mayor en el plegamiento de las Béticas; en nuestra zona es Posthelveciense, pero según se deduce de los trabajos de varios autores, en Jaén es Postaquitaniense y en Murcia Postburdigaliense; esto es debido a la propagación tanto lateral como longitudinal de la onda orogénica dentro de todas las cuencas geosinclinales.

En nuestra zona se proyeran pliegues diapíricos como los del S. del Cerro de la Cantera o el del Río de Bogarra, y una extensa fracturación en dos etapas: una de comprensión con fracturas de cizalla y otra de descompresión con fracturas transversales.

Desde este momento, la erosión fue lenta, formándose suaves relieves y estableciéndose durante el Plioceno un clima semi-árido con depósito de «rañas», seguramente en cuencas de carácter endorreico.

A fines del Plioceno, ocurrió una nueva fase orogénica muy atenuada; se produjo una elevación general en la región que provocó el encajamiento de los ríos más importantes (Mundo, Bogarra...) que poseen un poder erosivo mayor, mientras que los arroyos y cauces menores sólo han podido comenzarla. De esto son prueba los restos de aluviones elevados sobre los actuales cauces que se han citado.

Las principales conclusiones que de este trabajo se pueden deducir son las siguientes:

- La serie arcillosa inferior pertenece al Buntsandstein y no al Keuper.
- Las calizas superiores pertenecen al Muschelkalk, pero tiene una potencia menor de la que se le atribuía.
- Existe una laguna de sedimentación entre el Muschelkalk y el Jurásico y otra entre el Jurásico y el Cretácico.
- Parece casi seguro que hubo ligeros movimientos entre el Jurásico y el Cretácico, que se habían negado o situado mucho más al SW. de esta zona.
- Todas las series sedimentarias son autóctonas, y no existen grandes mantos de corrimiento.
- La fracturación de la zona se produjo en dos etapas y el plegamiento en tres fases diferentes y muy probablemente exista una fase más moderna (post-Pliocena), aunque ésta no pueda ser comprobada en nuestra zona.

BIBLIOGRAFIA

ALASTRUE, E.

- 1943. «Sobre el Trías de la zona subbética en la trasversal de Jaén». *B. R. S. E. H. N.* t. XLI, p. 567-574.
- 1944. «Bosquejo geológico de las Cordilleras Subbéticas en la transversal de Jaén». Tesis. *C.S.I.C.*, Patronato «Juan de la Cierva».
- 1949. «Las unidades estructurales de las Cordilleras béticas, según los estudios del doctor Blumenthal». *Bol. Inst. Geol. y Min. Esp.* t. LVII. p. 3-22.

- ALMELA, A., RÍOS, J. M., y MESEGUER, J.
 «Explicación de la hoja n.º 912, MULA». *Mapa geológico de España* 1:50.000; Inst. Geol. y Min. España.
- BARROIS, C. y OFFRET, A.
 1889. «Memoire sur la constitution du sud de l'Andalousie, de la Sierra Tejada à la Sierra Nevada». *Mission d'Andalousie*. Mem. Ac. St. t. XXX, p. 79-167.
- BERTRAND, M. y KILIAN, W.
 1889. «Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et Malaga». "*Mission d'Andalousie*". Mem. Ac. Sc. t. XXX, p. 377-569.
- BIROT, P. y SOLÉ, L.
 1959. «La morphologie du Sud-Est de l'Espagne». *Rev. de Geog. des Pyrénées et du Sud-Ouest*. t. XXX, p. 119-283.
- BLUMENTHAL, M. M.
 1927. «Zum Bauplan betischer und penibetischer Decken im norder des provinzz Malaga. *Geol. Rundschau*. t. XVIII, heft. 1
 1929. «Sobre la disposición de las mantos de recubrimiento de la Serranía de Ronda». *Conf. y res. cientif. de la R.S.E.H.N.* Tom. IV, n.º 3 pp. 109 a 117
 1931. «Géologie des chaînes pénibétiques et subbétiques entre Antequera y Loja et zones limitrophes (Andalousie). *B. Soc. Géol. France*, t. 195, p. 23-94.
 1933. «Sur les relations tectoniques entre les zones bétiques, pénibétiques et subbétiques du Sud-Ouest de l'Andalousie». *C. R. Ac. Sc.* t. 197, p. 1-138.
- BOTELLA, F.
 1868. «Descripción geológico-minera de las provincias de Murcia y Albacete». Imp. del I. Nac. sordomudos y ciegos. p. 1-186.
- BROUWER, H. A.
 1926. «Zur tektonik der Betischen kordilleren». *Geol. Rundschau*, 17, S. 332.
- BUSNARDO, P., DURAND DELGA, M. y FALLOT, P.
 1958. «Le contact frontal entre le Massif du Revolcadores et la Sierra Sagra (Provincies de Grenade et Murcie)». *Ext. des C. R. Ac. Sc.* t. 246, p. 2.320-2.325.
- BRINKMANN, R.
 1931. «Betikum und Keltiberikum in Südostspanien». *Diese Abh.* 3 F. H. 1.
 1932. «Las montañas-isla fósiles, especialmente en España». *Pub. Soc. Geogr. Nac.* serie B, n.º 8.
 1948. «Las cadenas béticas y celtibéricas del SE. de España». *Pub. Ex. sobre Geol. de Esp.* (C.S.I.C.). vol. IV, n.º 23, p. 307-426.
- BRINKMANN, R. y GALLWITZ, H.
 1950. «El borde externo de las cadenas béticas en el Sureste de España». *Pub. Ex. sobre Geol. de España*, t. V, p. 167-390.
- COLOM, G.
 1954. «Estudio de las biozonas con Foraminíferos del Terciario de Alicante». *Bol. I. Geol. Min. de Esp.* t. LXVI, p. 101-451.
 1956. «Litofacias y Micropaleontología de las formaciones jurásico-neocomienses de la Sierra de Ricote (Murcia). *Bol. I. Geol. de Esp.* t. LXVII, p. 11-64.
- DARDER, B.
 1945. «Estudio geológico del Sur de la provincia de Valencia y norte de la de Alicante». *Bol. I. Geol. y Min. Esp.* t. LVII, fasc. II, p. 307-775.
- DOUVILLE, R.
 1906. «Esquisse géologique des Préalpes Subbétiques». Thèse, Paris.

DUPUY DE LÔME, E.

1933. «Explicación de la hoja n.º 816, PEÑAS DE SAN PEDRO». *Mapa geológico de España* 1:50.000.
1948. «Explicación de la hoja n.º 841, ALCARAZ». *Mapa geológico de España*. 1:50.000.
1951. «Explicación de la hoja n.º 843, HELLÍN». *Mapa geológico de España*. 1:50.000.
1954. «Explicación de la hoja n.º 815, ROBLEDO». *Mapa geológico de España* 1:50.000.
1961. «Explicación de la hoja n.º 844, ONTUR». *Mapa geológico de España* 1:50.000.

FALLOT, P.

1918. «Au sujet de l'age des phénomènes de charriage de la chaîne bétique». *C. R. Som. Soc. Géol. France* n.º 16, p. 186.
1928. «Sur l'age des plissements dans la partie Est de la chaîne bétique». *C. R. Som. Géol. France* n.º 26, p. 163-164.
1929. «Rapports du Subbétique avec le Bétique dans les Sierras Tercia y Espuña. *C. R. Ac. Sc. t. 188*, p. 404.
1929. «Sur la date des derniers phénomènes orogéniques dans les zones subbétiques et hetiques à l'hauteur de Caravaca». *C.R. Ac. Sc. t. 188*, p. 717.
1929. «Esquisse géologique du Massif de Sierra Espuña (Murcia). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* t. XXIX n.º 5, p. 199-216.
1929. «Observations préliminaires sur la géologie de Murcia. *C. R. Soc. Géol. France* n.º 188, p. 67.
1930. «Etat de nos connaissances sur la structure des chaînes bétiques et subbétiques». *Livre Jubilaire Soc. Géol. France*, f. II, p. 279.
1931. «Essais de la répartition des terrains secondaires et tertiaires dans le domaine des Alpes espagnoles». *Géologie de la Méditerranée occidentale*, vol. IV, n.º 1.
1931. «Notes stratigraphiques sur la chaîne subbétique». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* t. XXXI, n.º 4, p. 301-305.
1931. «Contribution à l'étude du Jurassique supérieur subbétique». *Bol. R. Soc. Geol. Hist. Nat.* t. XXXI, n.º 2, p. 113-133.
1932. «Sur la géologie des confins des provinces de Murcia et d'Alicante». *C. R. Soc. Géol. France*. t. 194, p. 144.
1932. «Sur les connections de la série à faciès alpines identifiée entre la Sierra Sagra et Alicante». *C. R. Soc. Géol. France*. t. 194, p. 1.364.
1944. «Observations sur la tectonique de la zone subbétique dans la province de Murcia». *Ext. du B. Soc. Géol. France*, t. XIV, p. 11-28.
1945. «Estudios geológicos en la zona subbética entre Alicante y el río Guadiana Menor». *C.S.I.C. (Madrid)*, I. «Lucas Mallada», p. 5-639.
1954. «Observations sur le Trias bétique et ses algues calcaires». *Mem. Com.*

FALLOT, P., SOLÉ, L. y LEMOINE, M.

1948. «Les cordillères bétiques». *Estudios Geológicos*, n.º 8, p. 83-172. *Inst. Geol.* t. XI, p. 23-26.

FERNÁNDEZ RUBIO, R., SAAVEDRA, J. L., ESTERAS, M. y ESNAOLA, J. M.

1966. «Hallazgo del Muschelkalk marino al N. del Pantano de Talave». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, t. 64-2, p. 123-127.

GIGNOUX, M.

1960. «Géologie Stratigraphique». Masson et Cie (Paris), 5.ª ed. p. 288-502 y 596-647.

- GIGNOUX, M. Y RAGUIN, E.
1931. «Sur la stratigraphie du Trias de la zone du Briançonnais». *C. R. Ac. Sc.* t. 207.
- GOTHA, W. Y WEYLAND, H.
1964. «Lehrbuch der Paläobotanik». *Akademie-Verlang*, Berlín, p. 63-66.
- JIMÉNEZ DE CISNEROS, D.
1927. «El Lías alpino medio del SE. de España». *C. R. du 14.º Cong. Geol. Int.* (Madrid). fasc. 1.º, p. 625.
- KILIAN, W. Y PUSSENOT, C.
1913. «La serie sédimentaire du Briançonnais oriental». *Bull. Soc. Géol. France.* 4.ª ser. t. 13.
- LOMBARD, A.
1956. «Géologie sédimentaire: Les series marines». Masson et Cie (París). p. 235-237.
- MALLADA, L.
1904. «Explicación del Mapa geológico de España, t. IV: Sistemas Permo-Triásico y Jurásico». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*.
- MORET, L.
1949. «Manuel de paléontologie végétale». Masson et Cie (París). 2.ª ed. p. 1-225.
- NAVARRO, A. Y TRIGUEROS, E.
1963. Estudio geológico del borde oriental de la Sierra Espuña (Murcia). *N. y C. del I. Geol. y Min. de Esp.* n.º 70. p. 205-10.
- NICKLES, R.
1891. «Recherches géologiques sur les terrains secondaires et tertiaires de la province d'Alicante et Sud de la province de Valence». Thèse, Faculté des Sciences de París, p. 1-205.
1898. «Nota acerca de los terrenos secundarios de las provincias de Murcia, Almería, Granada y Alicante». *Bol. Com. Mapa Geol. Esp.* t. III. p. 145-150.
1893. «Contributions à la paléontologie du Sud-est de l'Espagne». *Mem. Soc. Géol. France (Pal.)* 1, 4.
- ORUETA, D.
1916. «Estudio geológico y petrográfico de la Serranía de Ronda». *Bol. I. Geol. y Min. Esp.* t. XXXII.
- PAQUET, J.
1964. «Nota preliminar sobre la Prebética y la Subbética al N. de la Sierra Espuña (Murcia)». *N. y C. Ins. Geol. y Min.* n. 74, p. 185-194
- PEYRE, N.
1963 «Observaciones geológicas sobre Sierra Espuña». *N. y C. Ins. Geol. y Min. Esp.* n.º 59, p. 3-23.
- ROYO-GÓMEZ, J.
1926. «Los vertebrados del Cretácico español de facies Wealdica». *Bol. I. Geol. y Min. Esp.* t. 47 (II), p. 169.
1927. «Sur la facies Wealdien d'Espagne». *Bol. Soc. Géol. France.* t. 27 (4).
1921. «La facies continental en el Cretácico inferior ibérico». *Asoc. Esp. Prog. Cienc.* (Congreso Oporto), 6, s. 221.
- SAEFTEL, H.
1961. «Paleogeografía del Albense en las cadenas celtibéricas de España». *N. y C. I. Geol. y Min. Esp.* n.º 63, p. 163-191.

SCHMIDT, M.

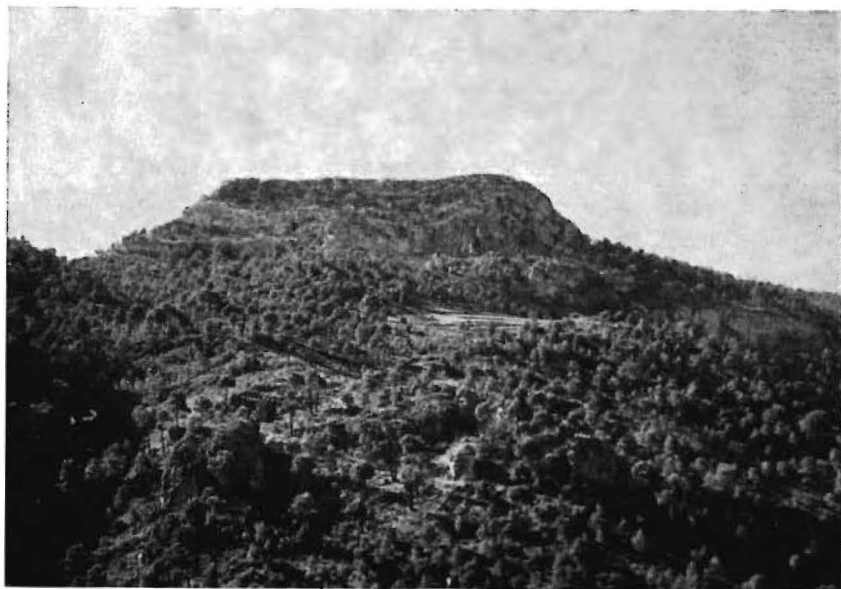
1929. «Neue funde in der Iberisch-Balearischen Trias». *Sitzungsber Preuss Akad. Wis. Phys. Math. Klasse.* t. XXV.
1930. «Weitere studien in der Iberisch-Balearischen Trias». *Sitzungsber Preuss Akad. Wis. Phys. Math. Klasse.* t. XXVI.
1937. «Probleme in der West Mediterranen Kontinentaltrias und versuche zu ihrer lösung». *Géol Med. Occid.* vol. IV, 2.^a partie, n.º 3.

VERNEUIL, D. Y COLLOMB, E.

1852. «Coup d'oeil sur la constitution géologique de plusieurs provinces de l'Espagne». *Rev. Soc. Géol. France* (serie 2) t. X. p. 61-147.
1856. «Sur la Géologie du Sud-Est de l'Espagne». *Bull. Sec. Géol. France* (Serie 2). t. XIII, p. 674.
1869. «Explication sommaire de la carte géologique de l'Espagne». *Bol. Com. Mapa Geol. Esp.* t. XII, p. 225.



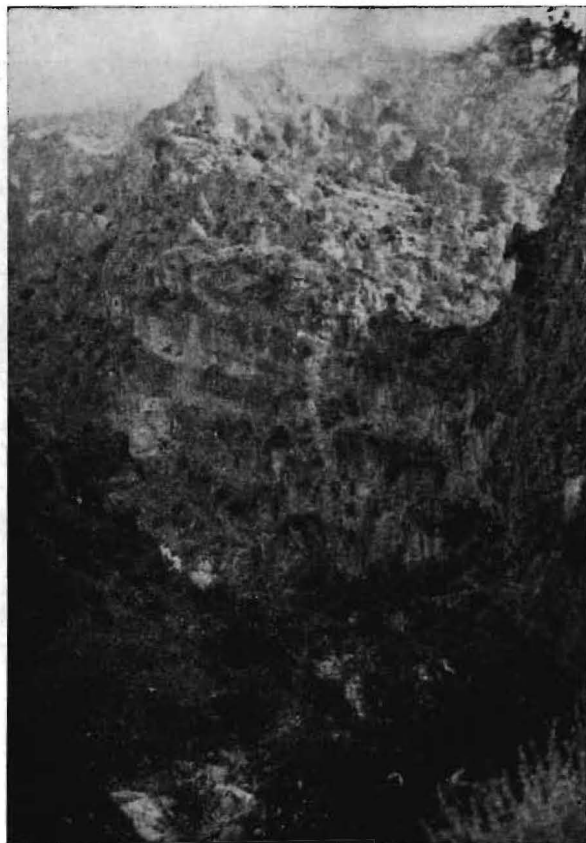
Anticlinal en las calizas del Muschelkalk, Al S. del Cerro de la Cantera.



Peña de La Albarda: dolomías jurásicas.



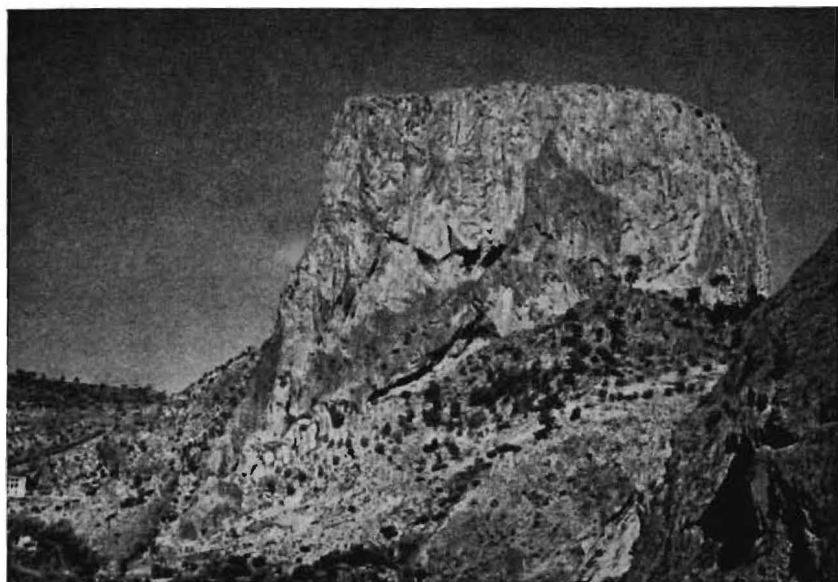
Cañón del río Mundo en el Pontarrón.
Al fondo el Pico del Halcón, con las molasas que forman
los dos resaltes superiores.



Dolomías jurásicas estratificadas en el río de Bogarra.
Los bancos tienen unos 20 m. de potencia.



Muela de San Martín; típica mesa con el Trías en primer término, en el pueblo de Potiche. Al fondo el Pico del Halcón, coronado por las molasas miocenas.



Muela de Royo-Odrea: dolomías jurásicas formando un sinclinal. Obsérvese la carsificación.



Pequeña falla en las dolomías jurásicas del río de Bogarra.



Detalle del plano de falla.



Molasa miocena : ejemplar de alga calcárea del género *Lithothamnium* (x 4).



Molasa miocena : Corte longitudinal de un ejemplar de *Lithothamnium* (x 4).