

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACIÓN

DE LA

HOJA N.º 328

ARTESA DE SEGRE

(LÉRIDA)

MADRID
Imp.-Lit. COULLAUT
MANTUANO, 49
1953

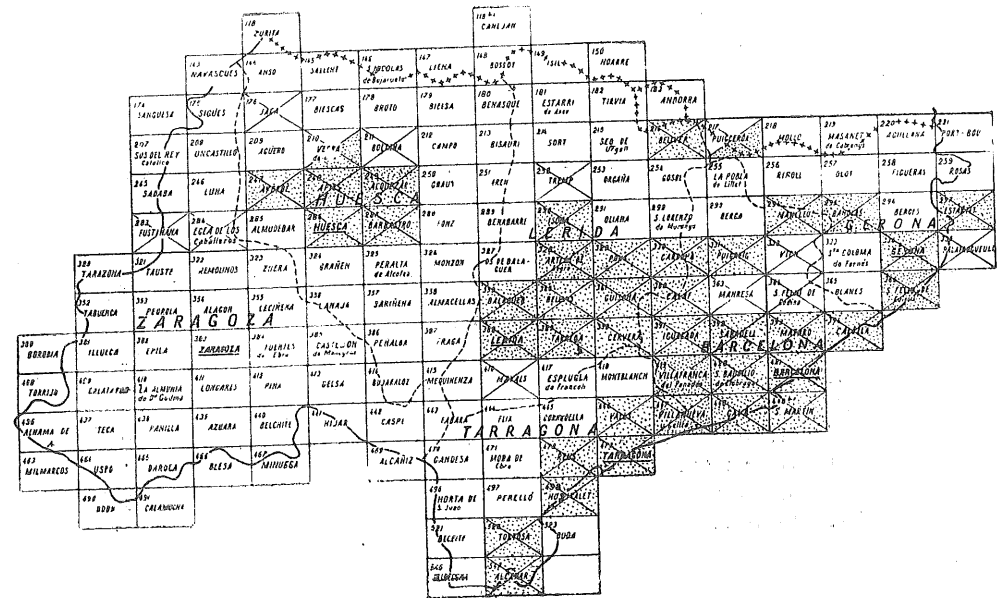
TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA




SITUACIÓN DE LA HOJA DE ARTESA DE SEGRE, NÚMERO 328

Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por los Ingenieros de Minas D. José M.^a Ríos y D. ANTONIO ALMELA.

Revisada en el campo por el Ingeniero jefe de la Región, D. FERNANDO DE BENITO.

El Instituto Geológico y Minero de España hace presente que las opiniones y hechos consignados en sus Publicaciones son de la exclusiva responsabilidad de los autores de los trabajos.



 *Publicada*
 *En prensa*
 *En campo*

PERSONAL DE LA TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA:

- Jefe D. Fernando de Benito.
- Subjefe D. Agustín de Larragán.
- Ingeniero D. Antonio Almela.
- Ingeniero D. Augusto de Gálvez Cañero.
- Ingeniero D. Eduardo Alastrué.
- Ayudante D. Gregorio Ramírez Gil.

ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Antecedentes y rasgos geológicos	5
II. Estratigrafía	17
III. Tectónica	45
IV. Paleontología	71
V. Historia geológica de la región	77
VI. Hidrología subterránea	109
VII. Minería	113
VIII. Bibliografía	121

ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLÓGICOS

La Hoja de Artesa de Segre enclava en la zona más meridional del conjunto de sierras marginales subpirenaicas que cierran por el Sur la depresión cretácea de Tremp, la cual las separa del Pirineo propiamente dicho (fig. 1). Dichas sierras marginales constituyen por consiguiente las manifestaciones más meridionales de los grandes pliegues pirenaicos, todavía con gran categoría tectónica, tanto si se considera el paquete de formaciones afectadas, que abarca desde el Triás hasta el Oligoceno, como por la violencia misma de sus pliegamientos, en los que interviene en gran escala la tectónica salifera, al menos en las manifestaciones más meridionales.

La mencionada depresión de Tremp está cerrada y delimitada al Sur por la Sierra del Montsech. Es ésta una gran unidad estratigráfica y tectónica de acusadísimo relieve topográfico, que consiste en un enorme pliegue falla, cuyo flanco septentrional (fig. 34 y fotos 12 y 20) constituye la masa de la montaña, pues el meridional, cabalgado por aquél con violencia, sólo aparece discontinuamente y a retazos a cotas topográficas mucho menores. Es de todas las sierras marginales subpirenaicas la más importante. La zona que vamos a describir, en la que se incluye el área representada en la Hoja de Artesa de Segre, se extiende inmediatamente al Sur de aquella sierra. La hoja 290, Isona, representa un fragmento muy importante de los Montsechs.

Esta cordillera ha atraído desde muy antiguo la atención de los geólogos, y por ello han sido muchos los que en todos los tiempos han llegado en sus estudios hasta la zona de nuestra Hoja, si bien muchas veces no han prestado la atención que sus interesantes problemas merecen, subyugados por la belleza y majestuosidad del Montsech, más llamativo.

Los primeros atisbos de la geología de esta región nos los dan De Verneuil

ESQUEMA DE LAS UNIDADES TECTONICAS SUB-PIRENAICAS

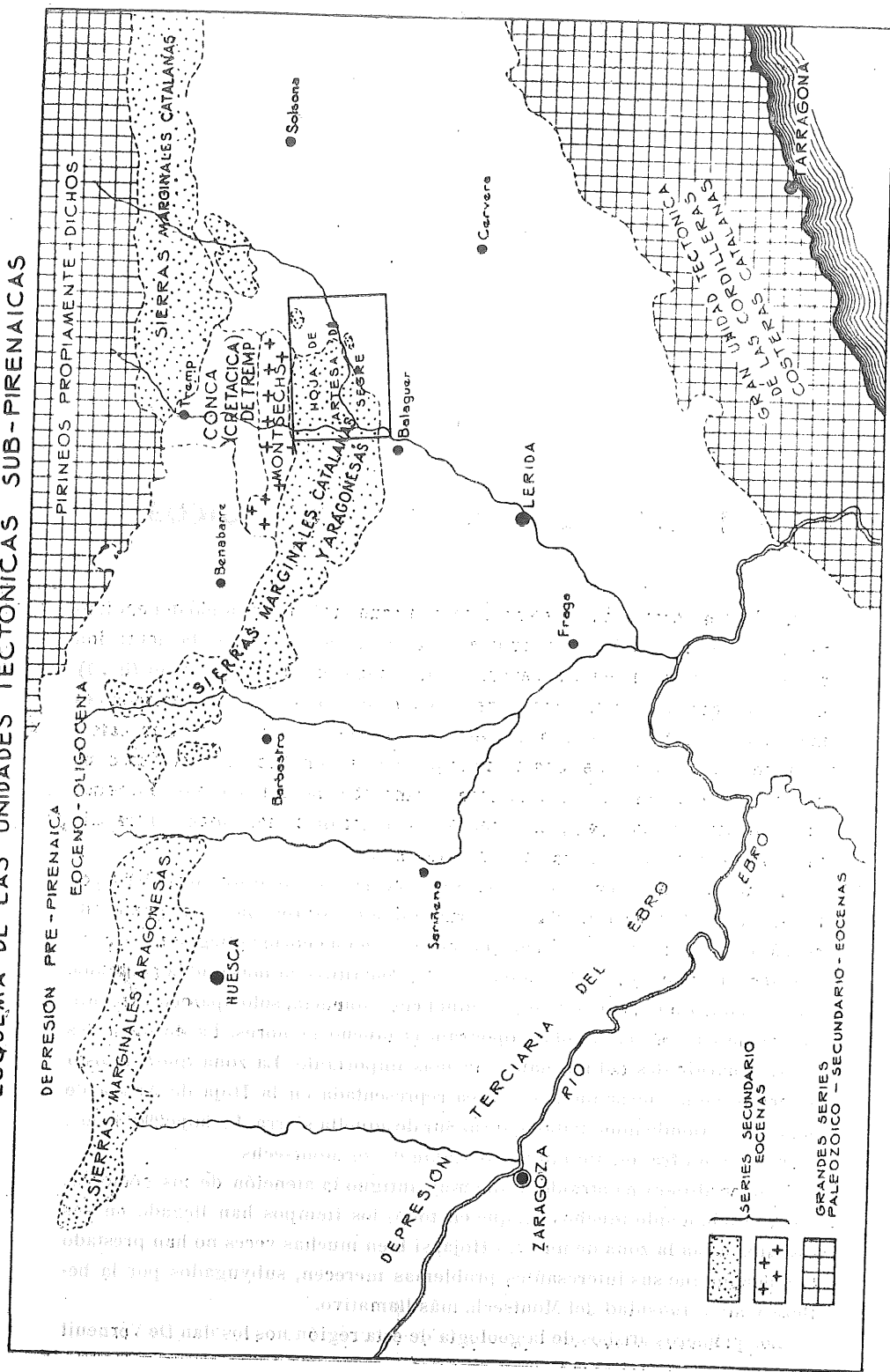


Fig. 1.

y Käyserling (30), en 1831, con un corte de la vertiente meridional del Pirineo que llega justo hasta el Montsech.

En 1838 publica Lymmerie (15) un corte del valle del Segre, que sólo llega hasta Oliana, y por lo tanto, lo mismo que el estudio anterior, queda detenido justo en el límite de nuestra Hoja, si bien ambos dan una idea de las formaciones que se van a encontrar.

Pero el paso gigantesco, tanto para el conocimiento de esta región, como en general de la provincia de Lérida, lo da el ilustre ingeniero de Minas y geólogo D. Luis Mariano Vidal (32) (35) (37), que estudia con gran detalle la estratigrafía y paleontología de la provincia, y en especial de la zona del Montsech, y publica en 1875 los primeros cortes geológicos por el Segre y el Noguera Pallaresa, en cuya zona queda comprendida la superficie de la Hoja de Artesa de Segre.

Este incansable maestro continúa hasta bien entrado el siglo actual sus estudios en Lérida y publica muchos y magníficos trabajos estratigráficos y paleontológicos, base inapreciable y siempre vigente para los estudios posteriores.

A principios de siglo, Cossmann (8) realiza un interesante estudio de la fauna eocena de la zona de Peralba y Coll de Orega (B-1), y diversos autores, como Jacob y Fallot (13), Lugeon y Oulianoff (16 y 17), Pfender (21) y Keller (14), etc., publican estudios en los que se ocupan de zonas comprendidas en la Hoja. Estos autores o bien tratan problemas regionales para sustentar teorías que luego han sido rechazadas, o bien practican estudios de carácter local que no modifican sustancialmente el anterior estado de conocimientos. Estas contribuciones serán analizadas más adelante.

El segundo paso importante para el conocimiento geológico del territorio que nos ocupa lo da Dalloni en 1930 (9), en su extenso estudio sobre el Pirineo catalán, en el que reúne los datos anteriormente existentes, y compone un mapa en el que se van perfilando los contornos de las formaciones. Su contribución se desarrolla sobre todo en el campo de la estratigrafía y paleontología, y en menor grado en el avance de la interpretación tectónica; es un avance considerable, pero aún dista mucho de la perfección que alcanza luego la representación de esta zona.

En efecto, pocos años después, en 1934, Peter Misch (20), enviado por Stille para estudiar el sector central de los Pirineos en el conjunto de la gran síntesis tectónica que prepara, presenta un magnífico mapa, admirable en todos sus aspectos, y sobre todo por la precisión y finura de sus levantamientos y la exactitud de los contornos.

Si además consideramos la enorme extensión de la zona estudiada, su extraordinario relieve topográfico, la complejidad de sus problemas, tanto los

estratigráficos como los tectónicos, quedamos asombrados por la magnitud del esfuerzo realizado y la perfección lograda.

El texto explicativo está más bien orientado a la interpretación tectónica, y sobre todo a la paleografía o historia geológica; es muy claro en la exposición y aparece avalorado por la gran cantidad de cortes tectónicos, muy bien concebidos y realizados.

No es posible regatear elogios a un geólogo que de un salto coloca el mapa en el terreno de lo exacto. Advirtamos que no dejarán de encontrarse fallos y defectos, pero sería injusto analizar con la lupa un trabajo concebido como exposición de conjunto. En este plano puede decirse que llega casi a lo insuperable. Probablemente dispuso ya para su estudio del mapa topográfico nacional a escala 1:50.000, y esto debió permitirle llegar a una perfección que no pudieron alcanzar en ningún caso los geólogos que se acercaron a la región sin una cartografía básica adecuada.

Si nos referimos concretamente a la parte del mapa que representa la Hoja de Artesa de Segre, la simple comparación con nuestro mapa, obtenido independientemente, mostrará al primer golpe de vista la perfección lograda por Misch, que además sabía expresar con gran belleza y claridad, en la delimitación de los contornos, la movida viveza de la tectónica y la individualidad de cada unidad.

Juzgando por el gran trabajo invertido por nosotros en el estudio de esta Hoja, para llegar a obtener un trazado en definitiva análogo al de Misch, aunque algo más detallado, y si consideramos que el área de aquella es una ínfima parte de su mapa, podemos darnos cuenta mejor que nadie de su colosal tarea.

Simultáneamente, P. Birot estudia algunos problemas de la Hoja (5, 6).

En general, todos los autores a que venimos haciendo referencia han dedicado su atención a las series secundario-eocenas, y han detenido sus estudios al llegar al Oligoceno de la cuenca del Ebro. Estos terrenos, de gran interés industrial por sus niveles de sales potásicas, fueron estudiados con alguna atención, primero por Depéret y Vidal en 1913 (11), y posteriormente por A. Marín (19) en una serie de trabajos en los que generalmente concentra su atención en la zona situada al Este de la nuestra, por ser la de mayor interés desde el punto de vista minero.

Por nuestra parte, publicamos en 1947 (2) el mapa geológico de la provincia de Lérida, y en su explicación hemos procurado sintetizar y resumir los conocimientos anteriores juntamente con datos inéditos nuestros.

Más tarde, nuestro descubrimiento en 1949 de la nueva zona bauxítica de Alós de Balaguer (C-3) da lugar a nota publicada en 1940 (24) y a los estudios generales sobre las bauxitas españolas, respectivamente por García Siñe-

riz (12) y por M. San Miguel de la Cámara (27), en los que se hace referencia a los yacimientos existentes en el ámbito de la Hoja.

Finalmente, presentamos nosotros al II Congreso Internacional de Ingeniería un estudio sobre las bauxitas existentes dentro de los límites de la Hoja, trabajo que se encuentra en prensa.

* * *

Conviene que añadamos algunos datos y comentarios para calibrar los resultados obtenidos en el estudio de esta Hoja.

Ante todo es preciso decir que está basado totalmente en nuestras propias observaciones; hemos cubierto su área con densos itinerarios, cuyos resultados se expresan en unas 1.400 observaciones independientes referidas a puntos concretos del mapa.

Este trabajo se ha completado en varias etapas en una larga serie de años, pues gran parte del área septentrional de la zona corresponde al primer trabajo profesional de Ríos, realizado en el año 1940; los últimos reconocimientos en la zona meridional datan de 1950. No obstante creemos que la Hoja está dotada de unidad de criterio y ponderada en su grado de análisis.

Aunque conocíamos bien el trabajo de Misch, puesto que lo sintetizamos en nuestra descripción provincial, no nos hemos guiado por él en el campo, sino que nos hemos atenido en todo a nuestras observaciones y a los contactos y accidentes por nosotros observados. Únicamente en algunas unidades tectónicas del borde oeste, que están muy fragmentariamente representadas en nuestro mapa, hemos aprovechado los contornos y las interpretaciones de Misch, que las observó completas. No quiere esto decir que su poderosa personalidad no haya influido en nosotros y que no hayamos cotejado mentalmente sus concepciones y las nuestras, pero un simple vistazo a nuestra Hoja dará a conocer a los entendidos su originalidad.

Ha sido una gran preocupación para nosotros, y una gran responsabilidad, desarrollar el tema de una hoja en un área magistralmente tratada anteriormente, y desde luego es mucho más cómodo y más brillante desbrozar áreas inéditas, aunque juzgando a la ligera pueda parecer lo contrario.

* * *

La zona representada en la Hoja de Artesa de Segre está integrada por una serie estratigráfica no muy distinta de la de los Montsechs. Esta última abarca desde el Triás hasta el Oligoceno, y aparece integrada por formaciones triásicas, liásicas, jurásicas, eo y neocretáceas, eocenas y oligocenas en serie

potente y compleja. Aquella, la de Artesa de Segre, representa la aproximación a la línea de costa de muchas de aquellas formaciones, y en ello reside gran parte del interés estratigráfico de esta Hoja, pues la serie, que al N. de la Hoja aún se parece mucho (con menores espesores y algo más simplificada) a la de los Montsechs, se reduce hacia el S. en tramos y potencias, cambiando a facies más costeras, y desapareciendo varios de sus miembros hasta adoptar en la zona meridional de la Hoja la composición más sencilla, que es clásica en la mayor parte de las sierras marginales, por ejemplo de las oscenses, a la que supera, sin embargo, por la presencia de las formaciones liásicas.

No puede pues, como en aquellas sierras oscenses, darse una serie tipo, sino que es preciso mostrar las distintas modalidades, las cuales varían de N. a S. de manera lógica y ligada a un acercamiento costero.

Tectónicamente presenta características muy propias, aunque algunas de éstas sean accesorias, y es de gran variedad. En gran conjunto se observa una disposición general de acuerdo con las demás sierras marginales, con accidentes de neta dirección pirenaica (E.-O.) y limitada al S. por pliegues fallas cabalgantes sobre parte del Oligoceno y cubiertos discordantemente en épocas distintas, según las localidades, por otras formaciones oligocenas más altas. Pero existe superpuesta a esta tectónica más importante, de fondo, otra accesorias, y sin embargo muy acusada, que desfigura notablemente el cuadro de aquella, deformándola. Esta tectónica origina accidentes marginales, cuya resultante da una disposición dirigida de Norte a Sur. Creemos no obstante que estos accidentes no pueden relacionarse con los accidentes N.-S., que se presentan en las sierras marginales oscenses, ya que éstos obedecen, por su tipo y escala, a empujes tectónicos normales, si bien su causalidad sea aún enigmática, mientras que en la zona a que nos referimos (y ello es aún más netamente visible en las regiones colindantes por el Oeste) parecen dichos accidentes accesorios debidos más bien a una tectónica muy influida por las sales y margas del Triás. Es decir, una tectónica salifera en las que las masas plásticas han levantado y empujado todo, insertándose en forma casi diapírica, aunque muy irregular y caprichosa, por donde han podido. En efecto, la zona de sierras del área meridional de la Hoja parece flotar sobre un móvil fondo de Keuper, y ello es aún más sensible poco más al Oeste, en la zona de Avellanes-Boix, pero donde se acusa con efecto máximo es ya en la región oscense oriental, en la zona de Aguinalfú-Calasanz-Estopiñán. Allí, la sencilla serie estratigráfica materialmente flota sobre el Keuper, dislocada y fragmentada. En el caso de la Hoja de Artesa de Segre parecería que el Triás ha sido evidentemente incapaz de fragmentar la enorme mole y pesada y potente serie estratigráfica del Montsechs, que quizá lo ha expulsado de debajo de sí,

acumulándolo marginalmente hacia el Sur, donde las series aparecen con espesores mucho más reducidos y menos gravitantes.

Volviendo más concretamente al tema de nuestra Hoja, diremos que en su porción NO. está integrada principalmente por las formaciones de la serie secundario-eocena, con algunos manchones importantes, discordantes, de conglomerados del Oligoceno. Esta serie comprende el Muschelkalk y Keuper, Liásico y Jurásico, Cretáceo superior y Eoceno. Las porciones E. y S. están dominadas casi totalmente por el Oligoceno, del que surgen algunos manchones de la serie más baja, y como nota especial tenemos los diapiros de Artesa de Segre (D-3) y Montmagastre (E-1). Hay además diversas manchas cuartarias de vario carácter. En el Oligoceno se señalan las potentes masas yesíferas de su parte baja.

Tectónicamente es muy compleja, lo que da gran variedad y vistosidad a la repartición de sus manchas. Tenemos al Norte el gran pliegue anticlinal de San Mamet, cabalgado al Norte por el Montsechs (A-1, 2 a C-1, 2). Más al Sur la unidad semitabular de Montroig (A-3), que meridionalmente linda con una zona muy fragmentada por el Keuper y medio recubierta por el Oligoceno, de que son detalles tectónicos locales, pero muy curiosos, los dispositivos de San Salvador (A-3) y de Monteró (A-4), además del extraño dispositivo de la Sierra de San Lorenzo de Mongay (A-4). La extensa mancha triásica de Avellanes entra aún en esta Hoja por el Oeste (A-3). Al Sur de San Mamet, y al Este de estas últimas estructuras, tenemos los curiosos dispositivos en cubeta de San Jordi (B-3) y de Boada (B, C-3), con los agudos anticlinales intermedios, uno de los cuales separa aquéllos entre sí y los otros de las estructuras contiguas. Más allá se nos ofrecen tres elementos, aparentemente inconexos, rotos y separados por el Keuper, y son el pliegue falla de Rubió (C-3) y los elementos tabulares de Sierra Mosquera (C-2, 3) y Monsonís (C, D-3), con algunos otros retazos, menos importantes, flotantes sobre el Keuper. Entre los pliegues de Rubió (C-3) y de Boada (B, C-3) queda comprendido el sinclinal oligoceno de Rubió.

La serie de estos elementos más meridionales del conjunto secundario-eoceno es mucho más sencilla, como ya señalamos antes, que la de los septentrionales, y es la clásica de las sierras marginales oscenses y aun de las navarras y cántabras, con Senonense sencillo, Garumnense continental y calizas de alveolinas, pero aún conserva debajo el Liás, si bien en algunas estructuras no es visible por arrastres sobre el Keuper de los elementos superiores.

Tanto la litología como las potencias son muy semejantes a las de aquellas sierras. Más al Este y al Norte tenemos retazos de los Montsechs (C, D-1), que aún penetran, cabalgantes, en esta Hoja, pero en seguida empiezan las extensas áreas oligocenas que se presentan con pequeñas inclinaciones en la región.

NE., salvo en el agudo pliegue que aparece perforado por el diapiro de Montmagastre (E-1). Al Sur de este pliegue el Oligoceno sigue muy tendido, y de él surgen varios elementos de la serie secundaria al Este de San Mamet, siendo los más importantes el de Sant Armengol (D-2), y otro innominado y más próximo al San Mamet, junto a una salida triásica (D-2). Más al Sur el Oligoceno, con pequeñas inclinaciones, se extiende hasta la altura de Artesa de Segre, donde se alza plegado en un anticlinal de caprichoso transeurso y fondo salino, que aparece perforado por el diapiro de Artesa de Segre (D-3). Este es una rama de otro anticlinal que cruza la Hoja de Este a Oeste por el Sur (A-4 a E-4), igualmente de fondo salino y que se ramifica de nuevo al Oeste (A-4). Entre esas ramificaciones quedan comprendidas cubetas sinclinales oligocenas (D, E-4 y A-4). Algunas fallas cortan la estructura de San Mamet. No incluimos en las fallas los pliegues y los innumerables contactos anormales originados por los movimientos debidos al Keuper.

Rasgos de geografía física y humana

La Hoja de Artesa de Segre enclava topográficamente en las lindes entre la montaña prepirenaica y las llanuras de que forman ya parte las zonas meridionales de la Hoja.

Colocados en una altura, por ejemplo en el Monsonís (D-3) (fot. 19) o el Monteró (A-4) (fot. 26), tenemos al N. una serie de montañas, próximas y lejanas, que cortan en esa dirección el horizonte con relieve bastante áspero. En cambio hacia el S., tenemos en primer término todavía un relieve irregular de cerros y alturas suaves, sinuosamente separadas por vaguadas y barrancadas que pronto ensanchan en valles y éstos se confunden a su vez hacia el S. en una dilatada llanada, de la que surgen todavía, pero ya aislados, varios cerros, sobre los que generalmente se asienta algún poblado.

Al N. se desarrollan, pues, los ásperos relieves de las sierras armadas por calizas; al S. las más suaves de las blandas formaciones oligocenas que, aún plegadas en el borde, dan lugar a cierto relieve, pero que más lejos, ya muy tendidas u horizontales, dan la impresión a la vista de una llanada, si bien esté surcada por vallonadas.

Si vamos ascendiendo hacia las cumbres más altas (San Mamet, 1.374 metros, fot. 32, B-1, o el Montroig, 951 m., fot. 24, A-3) dominamos poco a poco los distintos relieves de esta zona que se interponen hacia el N., y llegamos a lanzar la vista, sobre ellos, a una imponente cadena de dirección E.-O., que nos

corta definitivamente la visión hacia el Norte. Se trata de los Montsechs (fotografía 20), bellísimas sierras de peculiar silueta con su escalón intermedio, que delimitan la Hoja hacia el septentrión. Desde la cumbre de San Mamet podemos apreciar la estructura geológica en cúpula de este monte, por la suave forma de sus laderas, recortadas en su falda meridional por varios profundos barrancos. Al N., las vallonadas de Meyá (C, D-1) y de Fontllonga (A, B-1) lo delimitan de las estribaciones al pie del Montsech. La collada de Orença (B, C-1) separa estos dos pintorescos valles. Por el O., el Noguera-Pallaresa avanza hacia el S., encajando cada vez más profundamente en las masas calizas de San Mamet. Forma allí un hermoso lago artificial, al ser contenidas sus aguas por el muro de la presa de Camarasa (B-3) (fots. 5 y 16). Allí confluye con el Segre, que viniendo desde el E., de las zonas oligocenas de Artesa de Segre, se ve pronto aprisionado por montañas calizas en que labra un estrecho cauce en las faldas meridionales de San Mamet, sobre todo a partir de Alós de Balaguer (C-3), donde toma aquél el carácter de una bellísima hoz, tajada y profunda, que se hace sombría y adusta antes de unirse al Norte de Camarasa con el Noguera (B-3) (fot. 34). Juntas sus aguas descienden hacia el Sur y pronto se ven liberadas de las montañas, para rodear al cerro Monteró (A-4) donde otra presa de retención las embalsa en San Lorenzo de Mongay (A-4) (fot. 14), y continuar después serpenteando más tranquilamente en las llanadas.

Al Sur de San Mamet las estructuras geológicas han creado un complicado y singular relieve que culmina en las alturas de Montroig (A-3), San Giordi (B-3), Boada (C-3) y Monsonís (D-3).

Al E. de aquella montaña y en toda la zona más meridional de la Hoja se extiende el peculiar relieve oligoceno, con los puntos singulares originados por los diairos de Montmagastre (E-1) y Artesa de Segre (D-3) (fot. 6), los cuales destacan sobre los contornos con la acusada personalidad de sus rocas calizas.

* * *

Los paisajes se dividen de manera natural en los de las áreas oligocenas, mucho más apropiadas a los cultivos, más ricas y feraces con sus olivares y almendros, con sus bien cuidadas tierras de labor donde abundan los pueblos y aldeas, asentados generalmente sobre alguna culminación dominante. Por otro lado las sierras, que sólo albergan contadas aldeas en sus valles y que aparecen, o bien cubiertas de encinas y carrascas y denso monte bajo, como en la falda meridional de San Mamet, o bien de los pinares y monte bajo que se encuentran en la zona que atraviesa el camino de Baldómá (D-2) a Gársola

(D-1). La población en general se concentra en los pueblos y aldeas, que son vetustos y pintorescos, pero en la periferia de aquéllas no son tampoco raras las hermosas masías catalanas.

La poblada zona de las áreas oligocenas está bien dotada de carreteras provinciales, de modo que prácticamente todos los núcleos de población están comunicados por ellas y son accesibles por vehículo de motor. Esta red de carreteras tiene tres salidas a las vías nacionales de comunicación; una por Cubells (C-4) a Balaguer, otra por Artesa de Segre a Tárrega, en la carretera general de Madrid a Barcelona, y finalmente desde aquella localidad, por Pons, a Puigcerdá o a Manresa. Desde Artesa de Segre tenemos también acceso a Tremp, a través de los Montsechs, por Montargull (E-1).

La zona de sierras está peor dotada de vías de comunicación. Desde Balaguer podemos llegar a Camarasa (B-4) por ambos lados del Segre, y desde allí hasta la presa del mismo nombre, donde acaba la carretera. No hay comunicación de la presa de Camarasa a Artesa de Segre, pero se puede llegar por la hoz hasta Alós de Balaguer (C-3), con un pintoresco recorrido a pie. Tampoco hay acceso desde Camarasa a la zona septentrional de la Hoja, que se ha de alcanzar desde Balaguer por una carretera que cruza justo por el ángulo NO. de la Hoja (A-1), carretera que luego atraviesa el Montsech por la hoz de Terradets, con dirección a Tremp. Pero en cambio podemos llegar al embalse por dos carreteras desde Balaguer, por Avellanes, o por la ladera izquierda del río. La zona septentrional se alcanza desde Artesa de Segre por Vilanova de Meyá (D-1), siguiendo por una carretera que se está acabando de construir, y que llega hasta Fontllonga (A-1), sobre la cola del embalse de Camarasa.

Finalmente, un ferrocarril de la red nacional y vía normal atraviesa la zona occidental de la Hoja, y es un ramal que nace en Balaguer y termina, por ahora, en Tremp, aunque se espera que llegue pronto a Pobla de Segur; cuenta con tres estaciones dentro de la Hoja, situadas en San Lorenzo de Mongay (A-4), Villanueva de la Sal (A-3) y en Santa Lliana (A-2).

Así pues, esta Hoja tiene accesos a abundantes puntos de partida, desde los que se cubre con facilidad toda la Hoja, pero una parte de ellos son accesibles más fácilmente desde Balaguer (los de la zona occidental) y otros desde Tárrega (los de la zona oriental). Para el estudio de aquélla recomendamos estancia en Balaguer o, en muy peores condiciones de alojamiento, en Camarasa. Para el de la zona oriental en Artesa de Segre, y para la zona septentrional en Vilanova o en Santa María de Meyá.

El clima es bastante extremado, y son tanto de temer los fríos y espesas

nieblas invernales como los intensos calores del verano. No es zona muy lluviosa, y en general se puede trabajar en ella en cualquier época del año, excepto en las épocas de nieblas, que impiden o restringen toda actividad geológica.

La vida es eminentemente agrícola, si bien existen en sus zonas algunas industrias de hilados (en Artesa de Segre) y dos centrales eléctricas, una de ellas, muy importante, en Camarasa (B-3) (fots. 5 y 16), y otra en San Lorenzo de Mongay (fot. 14), embalse regulador de riegos principalmente.

La región tiene el peculiar y marcadísimo pintoresquismo que caracteriza la zona marginal de sierras catalanas, y el paisaje se hace grandioso en las hoces del Segre, tanto cuando corta el San Mamet como cuando pasa el Montroig. Los puntos de vista que se alcanzan desde las cumbres altas son bellísimos, por dominar por un lado la formidable sierra del Montsech, por otra parte la llanura, con la zona intermedia de quebradas e irregulares montañas.

Conviene explicar algunas designaciones toponímicas que aparecen en trabajos anteriores, y que no han sido recogidas en el topográfico a escala 1:50.000:

Rentisclera: es el cañón del Noguera Pallaresa antes de su confluencia con el Segre. Probablemente esta denominación ha caído en desuso al quedar aquél anegado bajo las aguas del embalse.

Sierra Carbonera: es el conjunto de las sierras de San Jordi y Boada, y la collada Carbonera es la que las separa.

Rubió de Soler: es el poblado que el mapa designa como Rubió de Baix.

Barranch dels Ulls de Llorens: es el que nace en la vertiente S. de la collada que limita accidentalmente el Montroig y va a desembocar en el Segre.

Algunas de estas designaciones toponímicas, que desaparecieron en la edición antigua del mapa a escala 1:50.000, se encuentran otra vez en la nueva edición de 1950.

SÍMBOLOS ADOPTADOS PARA LAS FIGURAS DEL TEXTO

Cuartario			C	
Oligoceno	{	Conglomerados	Oc	
		Facies normal	On	
		Yesos basales	Oy	
Eoceno	{	Bartonense-Luteciense	E	
		Luteciense (Calizas de alveolinas)	Ea	
		Paleoceno	Margas rojas	Epm
			Calizas	Epe
Neocretáceo	{	Garumnense	Margas y maciños	Gm
			Calizas	Ge
		Maestrichtense	M	
		Campanense	Cp	
		Santonense	S	
Turonense	T			
Jurásico		Dogger, dolomías	D	
Liásico	Liásico	{	Margas	Lm
			Calizas	Le
			Rético	Ly
Triásico	{	Suprakeuper	Ks	
		Keuper	K	
		Muschelkalk	Mk	
		Ofitas	Of	

SÍMBOLOS ADOPTADOS PARA LAS FIGURAS DEL TEXTO

Cuartario			C	
Oligoceno	{	Conglomerados	Oc	
		Facies normal	On	
		Yesos basales	Oy	
Eoceno	{	Bartonense-Luteciense	E	
		Luteciense (Calizas de alveolinas)	Ea	
		Paleoceno	Margas rojas	Epm
			Calizas	Epe
Neocretáceo	{	Garumnense	Margas y maciños	Gm
			Calizas	Gc
		Maestrichtense	M	
		Campanense	Cp	
		Santonense	S	
Jurásico	{	Turonense	T	
		Dogger, dolomías	D	
Liásico	{	Liásico	Margas	Lm
			Calizas	Le
		Rético	Ly	
Triásico	{	Suprakeuper	Ks	
		Keuper	K	
		Muschelkalk	Mk	
		Ofitas	Of	

ESTRATIGRAFÍA

Ya hemos expresado en la introducción contenida en el capítulo antecedente, que el área de esta Hoja se sitúa en una zona donde la serie estratigráfica varía desde la mayor complejidad y grandes espesores, representados en la zona de los Montsechs (hoja de Isona), a las sencillas series de las zonas marginales, y por ello no podemos mostrar una serie unitaria, sino que representaremos esquemas de las características más extremas y de diferentes variedades en localidades intermedias.

En líneas generales, las series al N. muestran un desarrollo bastante potente, compuesto por formaciones triásicas, liásicas y quizá también jurásicas, que sólo afloran más al S., pero que evidentemente existen por debajo. Posiblemente también existe el Cretáceo inferior, que se presenta según Misch (20) más al N., en el Montsech (fig. 34), pero que ya no se presenta en las sierras más meridionales. Un conjunto turonense-senonense, con base arenosa de vivos colores y cuyo desarrollo más potente corresponde al conjunto campanense-maestrichtense, y sobre todo al Campanense, con sus generales masas de calizas, mientras que el segundo tramo es muy arenoso. La serie cretácea termina con el Garumnense de margas abigarradas y de blancas y compactas calizas. El Eoceno alcanza también un potente desarrollo y se inicia con facies continentales de margas abigarradas (cuya separación del Garumnense es artificiosa) correspondientes al Paleoceno, el cual tiene por encima margas y sobre todo calizas con nummulites y alveolinas del Luteciense, las que a su vez soportan un Flysch margoso-arenisco, cuyo término superior se desconoce, pero que de estar completo incluiría también sin duda el Bartoniense. Formaciones oligocenas, sobre todo de conglomerados, se apoyan discordantemente en esta serie sin distinción de tramos.

Mas al S., en cambio, el grueso de las formaciones, mucho más reducidas en espesores, está constituido por el conjunto de calizas senonenses y eocenas, separadas por el Garumnense, o sean los tres tramos de la conocida y uniforme serie que presentan las sierras marginales más al O., si bien algo más completos por presentar bajo el Turonense arenoso, además, el Lías, que falta en la mayor parte de aquéllas, donde el Turonense, donde existe, y cuando no el Senonense, se apoya directamente sobre el Trías. También presentan el Eoceno margoso donde no ha desaparecido por erosión, que es lo más frecuente.

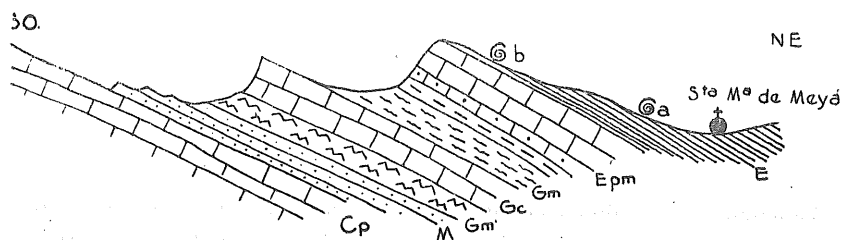


Fig. 2.—Sur de Santa María de Meyá (C-1).

Epm	Margas y areniscas	Paleoceno.
Gm	Margas rojas.....	} Garumnense.
Gc	Calizas.....	
Gm'	.....
M	Calizas arenosas.....	Maestrichtense.
Cp	Calizas con rudistos.....	Campanense.

Después de esta descripción somera, presentamos algunos cortes de series estratigráficas típicas.

Serie de Santa María de Meyá (fig. 2) (comparar con la fig. 30):

- E. — Areniscas y margas arenosas y maciños grises en estratificación fina y regular de Flysch. Contienen abundantes restos fósiles, entre ellos pinzas de cangrejos y, sobre todo en *a*, enorme abundancia de fragmentos de cidaris y operculinas, nummulites, ostreas, etc., en los maciños grisverdosos, y en *b*, donde éstos casi se convierten en calizas y contienen terebrátulas.
- Ea. — Calizas con alveolinas, sobre todo en los niveles altos. Están muy bien y regularmente estratificadas. Son grises, y más oscuras en fractura, con marcado olor a petróleo.
- Epm. — Maciños muy areniscosos, casi areniscas, con abundancia de alveolinas y miliolites. Margas arenosas con ostreas y alveolinas, pasando a margas azuladas más limpias y finas.
- Gm. — Arcillas rojas y vinosas o amarillas y verdosas y tierras de los mismos

colores vivos, que comprenden banquitos duros y grumosos, más calizos.

- Gc. — Calizas blancas y duras, cristalinas y de fino grano.
- Gm'. — Tierras o arcillas de colores vivos y abigarrados.
- M. — Areniscas y areniscas calíferas, de grano basto y muy cuarzoso.
- Cp. — Calizas del San-Mamet.

El tramo Cp es el Campanense. El M el Maestrichtense. El Gm' y el Gc son garumnenses y quizás en parte el Gm, que probablemente se reparte entre el Garumnense y el Paleoceno. De allí en adelante tenemos el conjunto Luteciense-Bartonense.

Corroboramos este corte con otros análogos obtenidos en la misma zona, y lo completamos, puesto que no aflora ninguna formación más baja que el Campanense, con un corte de zonas más meridionales donde están bien de manifiesto los tramos inferiores y podemos no tener idea de qué es lo que existe por debajo, sobre todo si lo comparamos con los cortes y series del Montsech.

La fig. 3 muestra un corte obtenido un poco más al O., poco más o menos a la altura del Coll de Oranga, famoso por sus abundantísimos yacimientos fosilíferos, que se detallan en otro lugar. Presenta escasas variaciones sobre

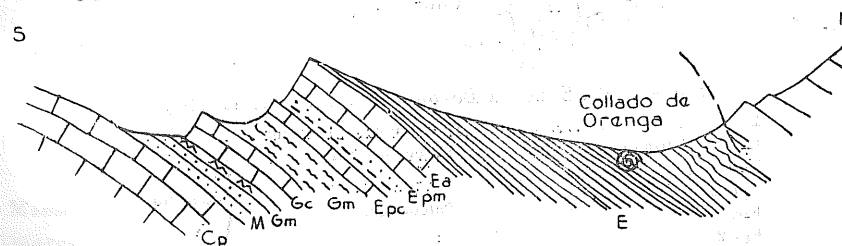


Fig. 3.—Cabalgadura del Montsech a la altura del Coll de Oranga (B, C-1).

E	Bartonense-Luteciense.	} Eoceno.
Ea	Calizas de alveolinas.....	Luteciense inf.	
Epm	Margas y maciños.....	} Paleoceno.	
Epc	Calizas		
Gm	Margas rojas.....	} Garumnense.	
Gc	Calizas.....		
Gm'	.....	
M	Calizas arenosas.....	Maestrichtense.....	} Neocretáceo.
Cp	Calizas con rudistos.....	Campanense.....	

el anterior: Allí, la base de la serie visible es igualmente el Campanense (Cp), que soporta el Maestrichtense (M) con areniscas y arenas de grano de cuarzo grueso y áspero y un nivelito más margoso y rojizo (Gm'), que probablemente

corresponde ya al Garumnense, por su facies. Luego vienen las blancas calizas (Gc), de grano muy fino, muy compactas, garumnenses, y por encima las margas abigarradas, arcillas y tierras rojas y vinosas (Gm), cuyo espesor, de 40 metros, debe repartirse quizás entre el Garumnense y el Paleoceno. Por encima un banco de caliza fétida (Epc) y luego maciños y margas arenosas (Epm) que pasan a calizas de alveolinas (Ea), que a su vez soportan el Flysch luteciense-bartonense (E) cabalgado por el Montsech.

Hemos presentado estos dos cortes en la zona en que la serie es más potente; más hacia el O. los espesores se reducen localmente hasta casi anularse o desaparecen algunos de los tramos, para engrosar de nuevo más adelante.

La fig. 4 muestra cómo se desarrolla más al O. esta serie. Los tramos E y Ea conservan inalterables sus características; el conjunto Epm-Epc se hace más potente y complejo, con maciños y areniscas (Epm1), bancos de caliza

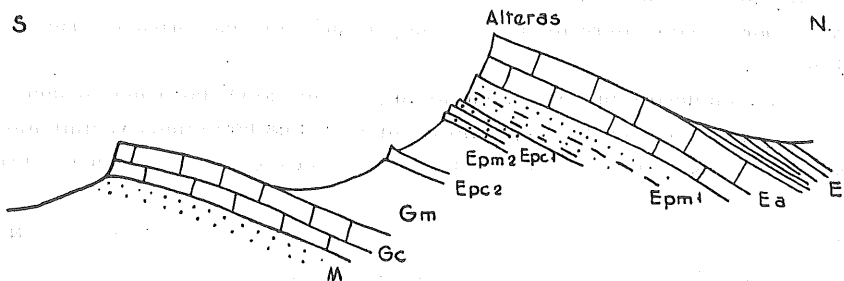


Fig. 4.—Al SE. de La Baronia de Sant Hoisme (A-1).

E	.....	Bartonense-Luteciense.	} Eoceno.
Ea	Caliza de alveolinas	Luteciense inf.	
Epm 1	}	Paleoceno.	} Eoceno.
Epm 2			
Epc 1			
Epc 2	.....	} Garumnense.	} Neocretáceo.
Gm	Margas rojas		
Gc	Calizas	} Maestrichtense.	} Neocretáceo.
M	Calizas arenosas		

gris fétida (Epc1) y margas deleznable (Epm2) con unos bancos ricos en ostras (Epc2) que se superponen a tierras blancas y vinosas del Paleoceno-Garumnense (Gm) con bancos de yeso. Los términos más bajos son idénticos, pero allí no se aprecia la existencia del nivel Gm'.

Al otro lado del Segre, al S. de Sant Just y de Oronés (A-1) (en la edición del mapa topográfico viene escrito Auronés en tipo poco destacado; en la de 1932 como Oronés), el corte se repite con parecidas características. Allí tenemos los maciños y margas del Flysch (E, Luteciense medio) y las calizas de

alveolinas, compactas, grises, algo fétidas (Ea, Luteciense inferior) y debajo margas grises y maciños (Epm), sobre arcillas y margas rojas y yesíferas (Gm, Paleoceno y Garumnense). Debajo las calizas (Gc), gris claras, compactas, sin fósiles, que atribuimos al Garumnense, que cubren margas rojas (Gm'), el

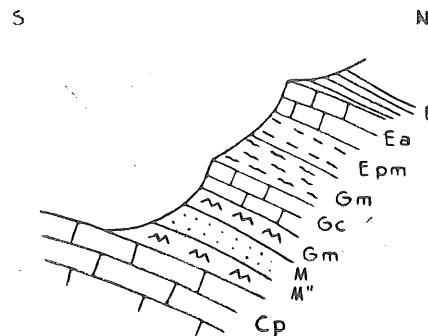


Fig. 5.—Al S. de Sant Just (A-1).

E	.....	Bartonense-Luteciense.	} Eoceno.
Ea	Caliza de alveolinas	Luteciense inf.	
Epm	Margas y maciños	Paleoceno.	} Eoceno.
Gm	Margas rojas	} Garumnense.	
Gm'	.....		} Neocretáceo.
Gc	Calizas	} Maestrichtense.	
M'	}		} Campanense
M''			
Cp	Calizas con rudistas	Campanense	} Neocretáceo.

Maestrichtense (M) de areniscas amarillentas bastas, con intercalaciones de margas rojas y verdosas (M') y todavía margas pardas y vinosas con yesos (M'') antes de llegar a las calizas campanenses (Cp).

Como ya dijimos no podemos completar aquí estos cortes por debajo de las calizas campanenses y nos tenemos que trasladar más al S. para obtener afloramientos en las series más bajas, pero la Sierra de Montroig nos ofrece uno espléndido, que representamos en la figura 6 (fots. 2, 24 y 33; comparar con las figuras 25, 28, 31 y 33).

Allí la sierra está coronada por las calizas senonenses (Cp, Campanense de San Mamet), cuyo espesor visible es de unos 80 metros. Cubren el típico horizonte arenoso-arenoso (T-S) que tanto recuerda al Albense de la Cordillera Ibérica por sus arenas cuarzosas, blancas, vinosas o rosadas, y cuya edad será objeto más adelante de estudio detallado. Por las razones que allí exponemos creemos que representa, como el horizonte correspondiente y bastante

parecido de las sierras aragonesas (hojas de Apiés y Ayerbe), el Turonense-Santonense, con un espesor apreciado en 30-40 metros. Debajo tenemos las masas de dolomías y calizas dolomíticas (D), de oscuro y sombrío aspecto, que forman las partes más bajas de los cañones del Segre y el Noguera en la zona

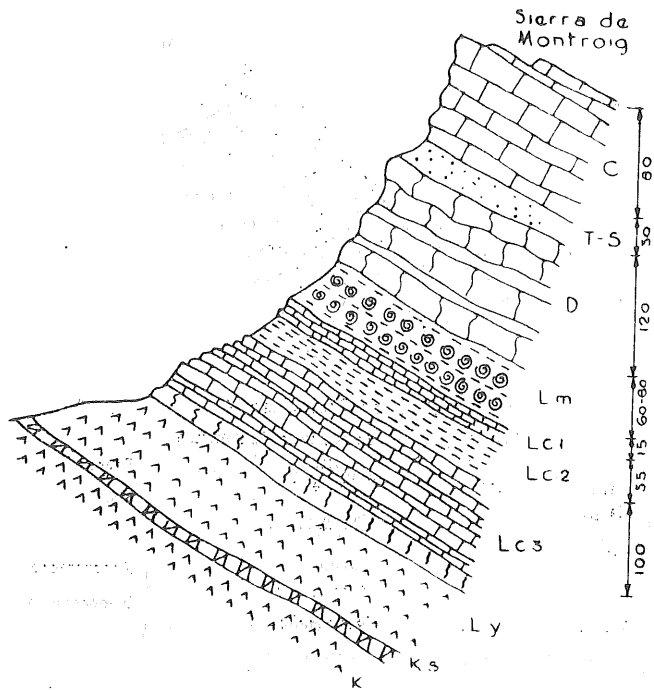


Fig. 6.—Sierra de Montroig, en su sector oriental (A-3). Espesores apreciados.

Cp	Campanense; calizas con rudistas	} Neocretáceo.
S-T	Santonense-Turonense; arenas, areniscas con rudistas	
D	Dogger; dolomías	Jurásico.
Lm	Margas fosilíferas y dolomías del Dogger, donde no se han separado	} Liásico.
Lc1		
Lc2		
Lc3		} Retiense; yesos
Ly		
Ks	Keuper	} Triásico.
K	Keuper	

de su confluencia. Es en ellas donde se asienta la presa de Camarasa (B-3). Estas dolomías existen en casi toda el área de la Hoja, intercaladas entre las arenas turonenses y las margas liásicas, y en sus cavidades asientan los yacimientos de bauxita, pero mientras que en la mayor parte de los afloramientos

sus espesores son reducidos y desiguales, presentándose en forma más o menos arrosariada (por lo que se han reunido en el mapa, en la mayor parte de su área, con las margas liásicas, Lm), en esta zona engrosan rápidamente hasta alcanzar grandes espesores (más de 120 m.), que son máximos precisamente en la zona de confluencia. Hacia el O. se reducen rápidamente los espesores, de modo que bajo la cota Montroig, 951 m. (A-3), es ya de muy pocos metros. En esta masa dolomítica de feos y tristes tonos rojoparduscos oscuros, se señalan tres o cuatro gruesas bancadas, separadas por niveles más margosos. Bajo ellas vienen los típicos niveles de margas fosilíferas liásicas (Lm) que contienen en abundancia rhynchonellas, terebrátulas, belemnites y, en especial en esta zona, gran cantidad de pholadomyas, que abundan en la carretera del poblado del embalse, poco más allá de los últimos chalets; su espesor estimado es de 60-80 metros. A este nivel se asimilan las dolomías del Dogger, cuando su pequeño espesor no aconseja su separación en el mapa. Debajo encontramos un conjunto en que dominan las calizas liásicas (Lc), en bancadas que se subdividen en lechos muy bien estratificados, de tableados a hojosos. La bancada más alta y delgada (Lc1) mide unos 15 metros; luego hay unas hiladas más margosas de unos 35 metros de espesor (Lc2) y, finalmente, un conjunto más grueso, de unos 100 metros, de calizas tableadas (Lc3) en que aún se intercala alguna hilada margosa, y cuya fase es dolomítica con estratificación más basta y con bancos de textura brechiforme muy áspera y angulosa. La serie liásica se termina con su tramo más curioso, consistente en una facies local y circunscrita a esta zona peculiar. Consiste en un conjunto de regular potencia de yesos blancos y negros en estratificación muy fina y regular y disposición muy uniforme (Ly), que se extiende al pie de la sierra. Como reposa sobre calizas fétidas y tableadas de Suprakeuper (Ks) con faunas gregarias y sobre los yesos abigarrados y trastornados del Keuper (K) suponemos, sin otra razón, que se trata del Rético.

Esta serie liásica es, desde luego, excepcional y mucho más completa y potente que la que presenta el resto de la Hoja, pues tanto al E. como al O. los tramos se simplifican notablemente. Las dolomías (D), tan potentes aquí, se reducen a un espesor de pocos metros. Lo mismo ocurre con las margas (Lm) y con el conjunto calizo-margoso (Lc), que se reduce a un nivel menos potente e indiferenciado. Los yesos (Ly) son absolutamente locales y no existen al E. ni al O. Corresponde, pues, a una profundización local de la sedimentación liásico-jurásica.

Si ahora nos trasladamos hacia el Este, vemos cómo poco después de rebasar la cota de San Jordi (B-3) se va simplificando la serie liásica (fig. 7), por acuñaamiento o simplificación de tramos. Las que se mantienen son las calizas dolomíticas D, que tienen bajo ellas las margas Lm de rhynchonellas, gry-

sphaeras y belemnites, horizonte clásico y muy constante de esta región de sierras, pero los tramos Lc aparecen en un conjunto indiferenciado y mucho menos potente, y los yesos réticos Ly desaparecen de modo que en la sierra de Boada el esquema de la serie es mucho más sencillo (fig. 7) y aparece in-

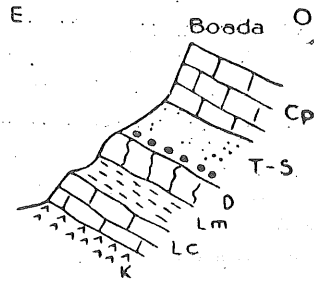


Fig. 7.—Sierra de Boada (C-3).

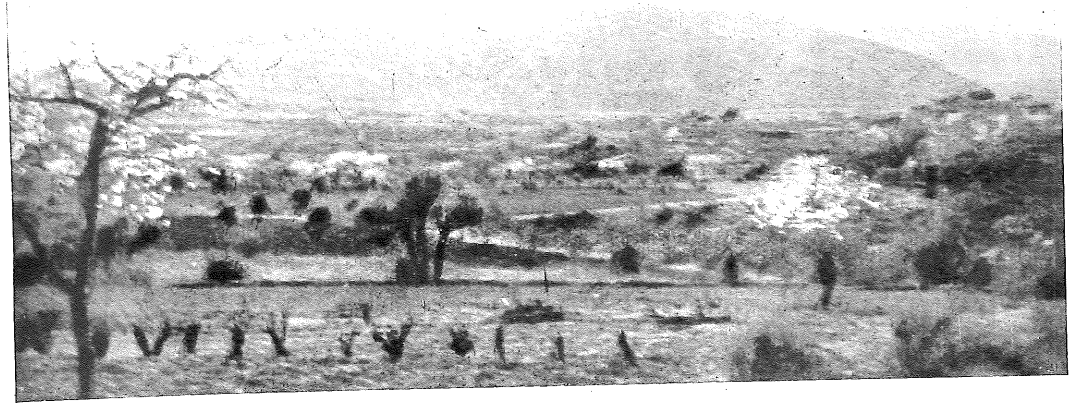
Cp	Campanense; calizas con rudistas	} Neocretáceo.
S-T	Santonense-Turonense; arenas, areniscas con rudistas	
D	Dogger; dolomías	} Jurásico.
Lm	Margas fosilíferas y dolomías del Dogger, donde no se han separado...	} Liásico.
Lc	Calizas predominantes y margas	
K	Keuper	} Triásico.

tegrada por Cp, calizas del Campanense; T-S, Turonense-Santonense con lechos basales de bauxita; D, dolomías o calizas dolomíticas, feas e irregulares, probablemente del Dogger; Lm, margas fosilíferas del Liás alto con rhychonella y terebrátula, gryphea y belemnites, y Lc calizas liásicas de estratificación regular y bien marcada, que reposan sobre las margas K del Keuper.

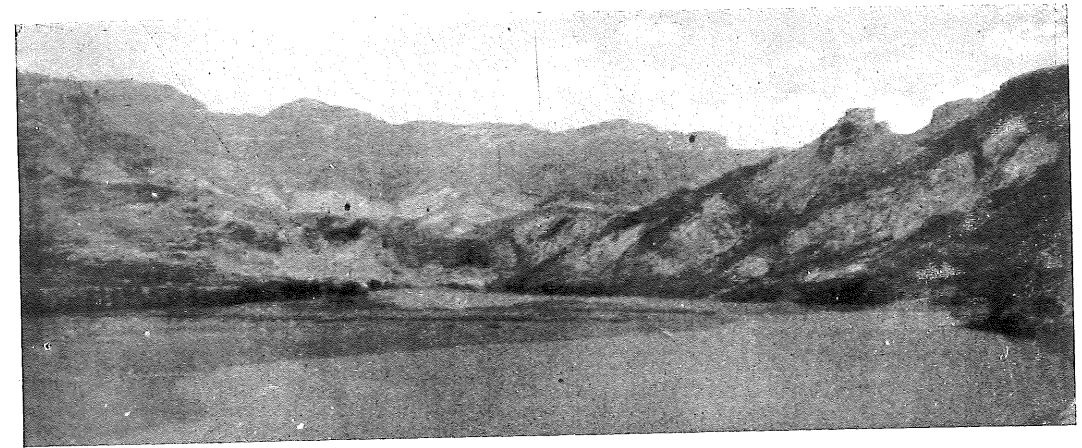
No hay indicio de que haya supresión tectónica de los niveles Lc y Ly de la fig. 6, pero además se ve muy claramente cómo adelgazan desde Montroig hacia Boada, para desaparecer por extinción casi completa a la altura de la Sierra de San Jordi.

Y ahora, y para dar una idea de la evolución de todo este conjunto, representamos el corte entero de la Sierra de Boada.

Es ésta muy interesante, pues nos muestra la evolución hacia el S. de la serie septentrional (figs. 2 a 5). Encontramos los mismos tramos generales, pero muy simplificados y con espesores, muy reducidos. Tenemos los maciños y las margas del Luteciense superior-Bartonense, predominando estas últimas debajo (E). En cejo las calizas de alveolinas y nummulites lutecienses (Ea); un Gárumnense de arcillas rojas y vinosas, Gm, que aún conserva intercalado un banquito de caliza Gc, y debajo el Maestrichtense arenoso y arenoso (M). Las calizas campanenses (Cp) se disponen en sinclinal, volcado y cabalgante



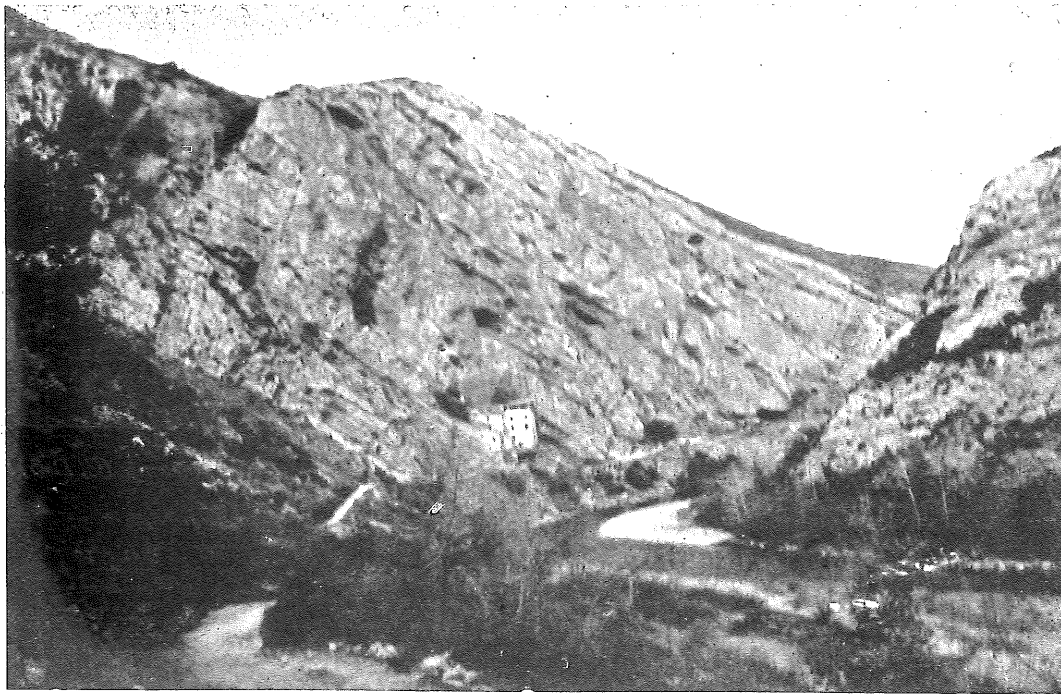
Fot. 1.—A la derecha el pueblo de Baldomá (D-2) y al fondo la Sierra de Monsonis (C, D-3). El primer término en el típico Oligoceno.



Fot. 2.—El pantano de San Lorenzo (A-4); al fondo la Sierra de Montroig, y a la derecha estribaciones del cerro Monteró, en Trias.

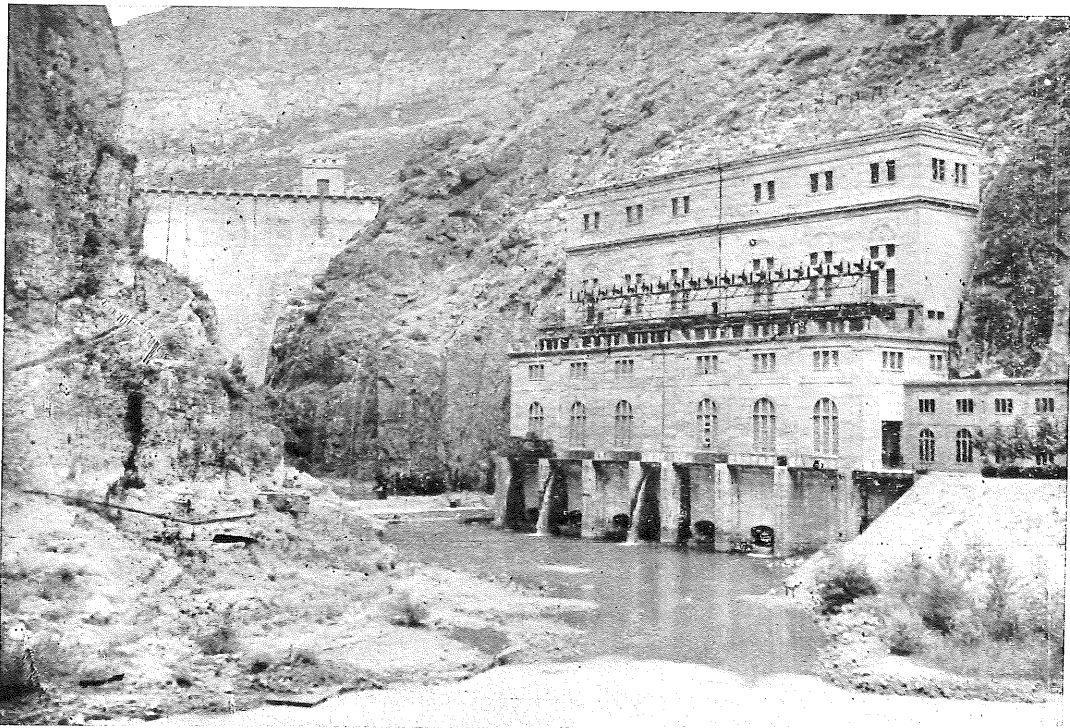


Fot. 3.—Rubió de Soler (C-3), con su viejo castillo, sobre la prolongación de Sierra Mosquera. A la derecha se observa el Oligoceno transgresivo.



Fot. 4.—La Ermita de Salga (C, D-3), cobijada en las calizas de alveolinas que arman la Sierra de Monsonís.

Fot. 5.—La presa y casa de máquinas del embalse de Camarasa (B-3), en el Noguera Pallaresa. Se apoya en las dolomías del Dogger.



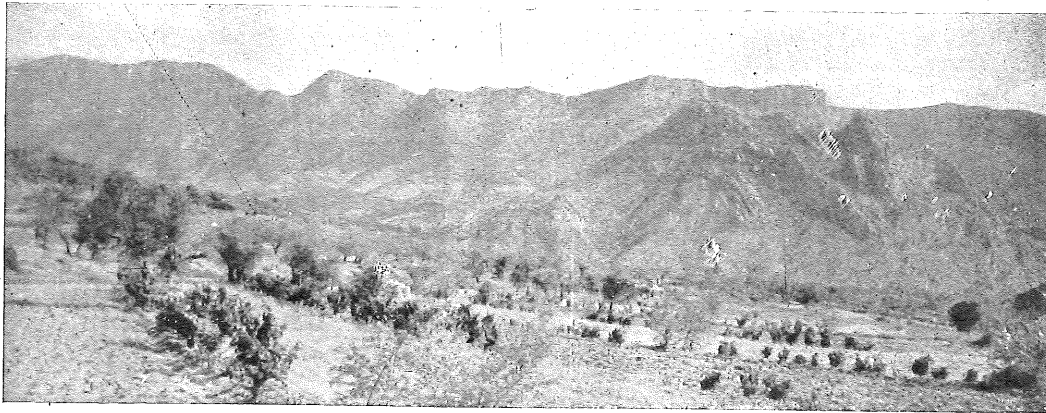
Fot. 6.—El diapiro de Artesa de Segre (D-3) en el centro de la fotografía, con su vega cuaternaria vista desde el pie de la Sierra de Monsonís, cerca de la ermita de Salga.

Fot. 7.—Serra Grossa de Argentera (D-2), vista desde cerca de este caserío. Todas las formaciones visibles en esta fotografía son oligocenas, y en ellas se acusa muy marcadamente la discordancia progresiva.





Fot. 8.—Vista de la garganta del Segre en Monsonís (C, D-3), con la ermita de Salga, en calizas eocenas, recubiertas transgresivamente a la derecha por un conglomerado oligoceno.



Fot. 9.—La serreta de San Salvador (A-3), y al fondo el Montroig. Los yesos réticos blanquean en la base de ésta. En la base de San Salvador, a la izquierda, tenemos el Keuper y encima los yesos réticos. Las calizas del Lías, del Campanense y de alveolinas constituyen sucesivamente los cejos calizos.



Fot. 10.—La vega cuartaria de Artesa de Segre y el diapiro (D-3).

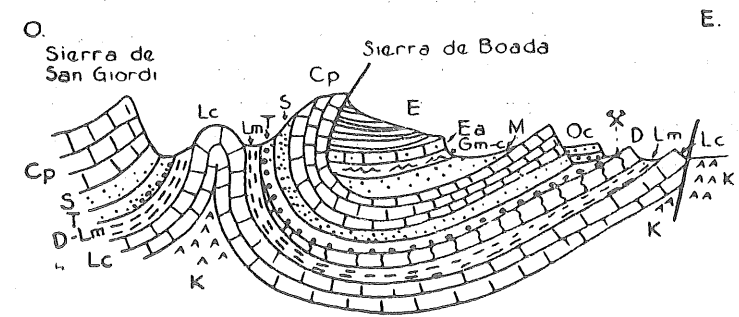


Fig. 8.—Sierra de Boada (B, C-3) (P. Misch denomina en su mapa Sierra Carbonera al conjunto de las dos sierras de San Jordi y Boada).

Oc	Oligoceno; conglomerados	Oligoceno.
E	Bartonense-Luteciense	Eoceno.
Ea	Luteciense; caliza de alveolinas	
Gm-c	Garumnense; margas rojas y calizas	Neocretáceo.
M	Maestrichtense, calizas arenosas	
Cp	Campanense; caliza con rudistos	
S	Santonense; areniscas y maciños	Jurásico.
T	Turonense; arenas y areniscas	
D	Dogger; dolomías	Liásico.
Lm	Margas fosilíferas y dolomías del Dogger, donde no se han separado...	
Lc	Calizas predominantes y margas	Triásico.
K	Keuper	
*	Mina 'Araceli' (bauxitas).	

por su flanco occidental, y por debajo viene el resto de la serie descrita antes. Conglomerados oligocenos (Oc) se apoyan discordantes, en este caso sobre el Turonense-Santonense y las calizas campanenses.

Finalmente, la serie adopta ya la facies característica de las sierras más marginales, en su manifestación más meridional, en la sierra comprendida entre Rubió y Cubells (C-3, 4), dónde el Oligoceno (On) se apoya mediante unos lechos basales de yesos (Oy) sobre calizas de alveolinas (Ea) de espesores reducidos. Hay un espesor pequeño de Garumnense (Gmc) y calizas senonenses (Cp), que está en contacto su falla con el Keuper (K), de modo que no se puede comprobar la existencia, probable, del Turonense-Santonense y del Liás. El Keuper levanta al Sur el mismo Oligoceno (On) con sus yesos basales (Oy). Esta misma serie se repite en las sierras Mosquera (C-2, 3) y de Monsonís (C, D-3), de manera que las reducciones de espesores tienen efecto no sólo en dirección S. sino también en dirección ESE., aunque quizás en esta dirección sólo con carácter local.

Por lo que se refiere al Oligoceno, éste adopta las características típicas de la depresión del Ebro, con su facies normal de margas y maciños y areniscas de color rojizoamarillento, en lechos regulares y bien estratificados. En la

parte basal se desarrollan bancos de yeso, que marginalmente son delgados y al S. engrosan rapidísimamente. Unas veces los bancos yesíferos se apoyan directamente sobre las formaciones en que yace el Oligoceno, otras hay espesores reducidos de la facies normal.

Es preciso hablar, incluso en este capítulo de estratigrafía, algo relativo a la disposición tectónica del Oligoceno, relativamente a los tramos más antiguos,

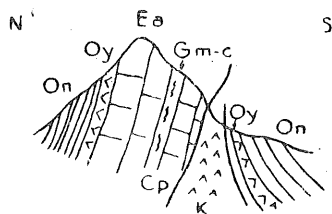


Fig. 9.—Sierra de Rubió (C-3).

On	Oligoceno normal.....	} Oligoceno.
Oy	Oligoceno; yesos	
Ea	Luteciense inf.; calizas de alveolinas...	} Eoceno.
Gm-c	Garumnense; margas rojas y calizas ..	
Cp	Campanense; calizas con rudistos	} Neocretáceo.
K	Keuper.....	
		Triásico.

por constituir la discontinuidad más marcada de la serie, pues aunque faltan elementos completos de la serie estratigráfica, por ejemplo el Jurásico superior y el Cretáceo inferior, sin embargo y de manera curiosa no dan lugar a discordancias apreciables, hecho que se repite aún con mayor nitidez en las sierras aragonesas (hojas de Apiés y de Ayerbe), mientras que el Oligoceno, no obstante no existir discontinuidad estratigráfica, se apoya mediante discordancias muy acusadas.

La disposición discordante del Oligoceno es evidente, y resulta fácilmente visible no sólo por la enorme variedad de sus yacientes, sino por sus contactos oblicuos, y aún más todavía por sus conglomerados marginales en masas, a veces enormes. La disposición tectónica relativa del Oligoceno con respecto a las restantes formaciones es variadísima, y a nuestro juicio no corresponde al sistema que explica Misch, sino que es caprichosa y desordenada, como en mayor escala muestra (siempre a nuestro juicio) todo el Pirineo y obedece a pulsaciones intraoligocenas irregulares, reforzadas al final por la gran fase sálica.

La descripción detallada de las series completas nos da una idea de sus conjuntos y descripción y nos ahorrará muchas palabras, pero es necesario completarla con una enumeración de las características litológicas más acuosadas.

TRIÁSICO

MUSCHELKALK (y calizas análogas) (T_m en el mapa, M_k en las figuras).

Es la formación más baja entre todas las visibles, pero tampoco aseguramos rotundamente que se trate del Muschelkalk en todos los casos en que se ven calizas tableadas con faunas gregarias, ya que existen con aspecto y carácter idénticos dentro de las margas yesíferas del Keuper y sobre él; y aun tienen carácter análogo algunos lechos calizos que se encuentran dentro de los yesos atribuidos al Retiense. Además no sabemos si bajo las calizas más bajas visibles se repiten aún las margas yesíferas. Si añadimos la complicación tectónica que ofrecen debido a la movilidad del Keuper y disposición generalmente intrusiva, se comprenderá que no sea nada fácil aclarar estos extremos.

Por la misma razón resulta imposible representar todos los bloques y fragmentos arrastrados, y se han señalado sólo los más importantes.

Incluimos en esta descripción las características de toda esta clase de calizas, cualquiera que sea el nivel a que se encuentren.

Se caracterizan bien en las manchas al O. del cerro de San Salvador (C-3), donde aparecen en lechos bien estratificados, que se acusan como crestoncitos discontinuos, y son calizas negras tableado-hojosas, aporcelanadas en su aspecto, y sobre todo por su sonido cuando están fragmentadas. Tienen faunas gregarias al NE. de Camarasa (B-3), y allí evidentemente son intra o supra-keuper. En el cerro Monteró (A-4) hay una alargada banda de caliza gris tableada, representada también por Misch, que parecería concordante con la caliza de alveolinas. La única explicación lógica de tal disposición es que el Keuper la hubiera empujado delante de él, aplastándola contra aquéllas.

A Norte y Este de Rubió (C-3) hay diversas manchas de estas calizas grises y aparecen en gruesas bancadas o tableadas y pizarreñas gris humo, muy oscuras y fétidas, que forman a veces mogotes de formas caprichosas, que adoptaron al ser replegadas con el Keuper. Al SE. de Alós de Balaguer (C-3), forman una bonita bóveda anticlinal que se ha dibujado en el mapa.

Las restantes manchas coinciden con esta descripción general.

KEUPER (Tk en el mapa, K en las figuras).

Tiene la facies germánica típica de estas zonas pirenaicas, y como sus características son muy uniformes, no haremos referencias locales. Ya hemos hablado de su papel y disposición tectónicas, causa de que se presenten casi siempre en afloramientos revueltos y trastornados de tierras, margas y arcillas rojas y vinosas, verdosas, de sucios tonos, o amarillentas, con yesos blancos, rojos, verdes y negros. Hay yesos de tonalidad roja muy viva y bonita al Norte de Foradada (D-3) y, además, allí la serie triásica se presenta en forma regular y uniforme, como igualmente ocurre al Sur del anticlinal comprendido entre las sierras de San Giordi y Boada (B 3, 4), por estar aún regidas por la bóveda liásica.

Comprende con frecuencia y soporta bancos de las calizas descritas como Muschelkalk y además abundantes bloques, crestas, tablas y fragmentos de carniolas como, por ejemplo, al N. de Rubió (C-2, 3) y al N. de Foradada (D-3), entre otras muchas localidades.

Son abundantes las manchas de rocas ofíticas, algunas muy extensas e importantes, y en general se encuentran en el Keuper bolos y fragmentos de ese tipo de roca, que no falta en casi ningún afloramiento de aquél. Al SE. de Alós de Balaguer (C-3) se levanta en crestón un alargado filón de ofita, como un muro de unos 20 m. de altura. Presenta aerinita al O. de la cota San Salvador (A-3). En la mancha triásica (D-2) que existe entre Cluá y Baldomá la ofita aparece en bolas completamente engastadas en las margas, es decir, no rodadas.

LIÁSICO Y JURÁSICO

RETIENSE (L₁ en el mapa, Ly en las figuras; fots. 24, 25 y 26).

Atribuimos al Retiense, por su posición estratigráfica, el potente lentejón de yesos que se dispone al S. de las sierras de Montroig y de San Giordi (A, B-3), comprendido entre el Keuper, del que lo separan calizas discontinuas en lechos finos del tipo del Muschelkalk, y las calizas liásicas. Se presentan en forma extraordinariamente uniforme y regular. Hacia la parte basal de la serie, que mide varios cientos de metros de potencia en su zona más gruesa, se intercalan lechos de calizas tableadas-hojosas. Hacia la parte alta, sin embargo, más bien son carniolas feas dispuestas en nivelitos. Los yesos son puros y blancos, cristalinos, muy vistosos. Vistos de lejos, sin embargo, tienen una sucia tonalidad grisblancuzca.

CALIZAS LIÁSICAS INFERIORES (L₂ en el mapa y Lc en las figuras; fot. 24).

Acompañando a los yesos anteriormente descritos, y sobre ellos, viene un horizonte de presentación igualmente local, que se ofrece muy bien caracterizado al pie de los montes de San Giordi (B 3) y Montroig (A-3), y consiste en calizas grises dispuestas en bancaditas regulares y de uniforme disposición (Lc3, de la fig. 6) las cuales descansan sobre los yesos anteriormente descritos mediante niveles de carniolas, que en San Giordi (B-3) son potentes y macizas bancadas brechoides de gruesos y bastos elementos angulosos de carniolas amarillentas.

En la misma denominación o conjunto litológico reunimos varios tramos liásicos de distinto carácter litológico, situados todos ellos en la base del sistema, bajo los característicos niveles de margas con rhynchonellas. Así, por ejemplo, en la zona de la confluencia de los ríos Segre y Noguera, las margas descansan sobre un potente y compactísimo conjunto de rocas de carácter calizo y margoso (niveles Lc1-Lc3 de la fig. 6), donde las calizas están muy bien y finamente estratificadas, de tableadas a hojosas; contienen rhynchonellas y belemnites. Su espesor se reduce bastante rápidamente en todas direcciones; desaparece su complejidad y adoptan el aspecto uniformemente calizo en bancos regulares y bien estratificados que presentan en el resto de la Hoja: por ejemplo, en la zona de la Sierra de Boada (B, C-3) aparecen como calizas regulares y bien estratificadas, con pecten, rhynchonella y belemnites, que sólo hacia la base se hacen carniolas, de modo que aquélla está constituida por verdaderas carniolas, bajo las que se encuentra el Keuper.

DOLOMIAS DEL DOGGER Y MARGAS LIÁSICAS (L₄₋₅ en el mapa y D2m en las figuras; fots. 5, 16 y 34).

Damos junto estos dos horizontes, litológicamente dispares, por presentarse acompañado uno de otro y porque por su reducido espesor la separación en el mapa resultaría confusa, excepto en un par de zonas donde las dolomías del Dogger están muy acusadas.

Las margas constituyen un nivel de características muy fijas y de gran continuidad en toda la región subpirenaica ilderdense. Se presentan como margas amarillas o agrisadas, fácilmente alterables, descompuestas por meteorización en pizarrillas terrosas, que encierran abundantes fragmentos y algunos ejemplares completos de pholadomya, gryphea, rhynchonella, terebrátula, belemnites, etc.; entre las rhynchonellas abunda la *R. cinocephala*. Por la edad de los restos clasificados estas margas representan la parte más alta del Lías, quizá ya desde el Charmutiense.

Al E. de la Sierra de Boada (B, C-3), cerca de la Fuente de la Forradella, contienen yeso blanco fibroso. Entre las sierras de San Giordi y Boada afloran a ambos lados de las calizas liásicas, y contienen los fósiles citados. Entre las

tierras y arcillas amarillentas hay también lechitos de calizas margosas sucias, amarillentas. Las pholadomyas son muy abundantes en la zona de confluencia del Segre y Noguera, un poco aguas arriba de los chalets de la central eléctrica.

En cuanto a las dolomías que están encima, se trata de rocas de características muy variables, a veces calizas gris anteadas de grano fino, que poco más allá se cargan de sílice y arena, y toman un aspecto sucio y basto, pero más frecuentemente son dolomías o calizas dolomíticas rojopardas, oscuras y confusamente estratificadas, que están al muro de los yacimientos de bauxita. Estas feas masas dolomíticas alcanzan un desarrollo muy importante en la zona de confluencia de los ríos Segre y Noguera, que tallan en ellas profundas hoces. Sus sombríos muros se descuelgan casi verticales sobre los cauces y se descomponen en dos o tres bancos más gruesos, separados por niveles más blandos y más margosos. Su espesor máximo debe pasar de los 120 metros. Son cavernosas e irregulares. En ellas se apoya por entero el muro de la presa de Camarasa, cuya culminación queda a pocos metros del límite superior de las dolomías.

NEOCRETÁCEO

Opinamos que las formaciones eocretáceas no están representadas en la Hoja de Artesa, aunque existen más al Norte en el Montsec. En efecto, de las formaciones antes descritas podemos considerar como perfectamente datadas las margas del Liásico, con su bien conocida fauna. Los niveles dolomíticos existentes, por encima, no han podido ser datados con certidumbre, pero por acompañar a las margas en forma tan neta se consideran como pertenecientes ya al Dogger.

Encima de ellas vienen inmediatamente los yacimientos de bauxitas (fot. 23), discontinuos, pero presentes en un área extensa. Por la génesis misma de las bauxitas es necesario admitir una interrupción en el régimen de sedimentación, interrupción muy acusada con emersión regional. Pero además, los sedimentos que cubren a las bauxitas son puramente detríticos, de facies continental, y estos depósitos de arenas y areniscas abigarradas primero, de areniscas bien estratificadas después, pasan a las calizas de hippurites del Campanense.

Mientras que la base de ese conjunto, o sea las areniscas y arenas blancas, vinosas, rojas, rosadas, reproducen exactamente las características del Albense

de la Cordillera Ibérica, no puede por una analogía litológica, por absoluta que ésta sea, aceptarse su coetaneidad.

Frente a la presa de Camarasa, y al N. de ella, sube un sendero en dirección a Masana (A-2) y Figuerola de Meyá (B-1). Este sendero asciende en zigzag por una empinada ladera. Después de abandonar las dolomías del Dogger entramos en un conjunto arenoso que representa aquí indudablemente el nivel de areniscas abigarradas de tipo albense, y en ese nivel hemos encontrado hippurites, radiolites e inoceramus. Se trata del Turonense. Más arriba encontramos las calizas campanenses. En la falda N. de Montroig tenemos enfrente mismo (y sin que quepa lugar a duda la correspondencia de nivel, por estar muy bien acusados los términos que lo comprenden) las arenas cuarzosas.

Por lo demás no olvidemos que en las sierras aragonesas (hojas de Apiés, Ayerbe y Agüero), allí donde no existe ni Jurásico ni Cretáceo inferior, el Cretáceo superior se inicia por tramos litológicamente análogos a estos que aquí parecen albenses, y que allí sólo localmente lo parecen, pues aunque son detríticos, muy arenosos y contienen abundante grano y grava de cuarzo, éstos sólo localmente predominan hasta afectar a la roca de facies albense.

Así pues, opinamos que los niveles detríticos que cubren las dolomías del Dogger son ya de edad turonense, y que ese conjunto arenoso-arenoso que tenemos, hasta las calizas campanenses, representa el Turonense-Santonense.

TURONENSE (C₂₋₃ en el mapa, T en las figuras).

Se presenta como arenas más o menos sueltas, o areniscas blancas, o blancas vinosas, síliceas, muy ásperas, con grava de cuarzo. En la fuente de la Forradella (C-3), cubriendo las bauxitas, tienen colores rojos, o bien blancos y limpios, y engastan cantos rodados pequeños de cuarzo. Al S. de San Jordi (B-3) se presenta el horizonte con aspecto de tierras blancas y vinosas o rojizas, con grava de cuarzo.

Este nivel es muy característico. Destaca muy bien en el terreno por sus vivos colores y es muy continuo. Sus características se siguen muy bien alrededor de las cubetas de San Jordi y de Boada, tanto al N. como al S. del Segre, y en general en todos los puntos donde esté presente. En la subida antes citada, desde la presa en dirección a la Masana, el nivel correspondiente no es tan arenoso y contiene como consecuencia fósiles que hemos clasificado como turonenses.

También se observan muy bien estos niveles en la carretera de Alentorn (D-2) a Vilanova de Meyá (D-1), cuando bordea por el NO. la Sierra de San Armengol (D-2). Una vez atravesadas las calizas campanenses, con sus abundantísimos hippurites y radiolites, entramos en areniscas rojas muy síliceas y

calizas rojas del mismo carácter, con abundantes restos mal conservados de equínidos, briozoarios y coralaris, en verdadera lumaquella. Se trata aún del Santonense. Pero debajo encontramos los inconfundibles niveles de margas vinosas de muy vivos tonos y gravillas rojas con abundante grano y grava de cuarzo, correspondientes al Turonense, que pronto desaparecen anegadas por los conglomerados oligocenos.

SANTONENSE (C₄ en el mapa, S en las figuras).

Esta formación es una transformación de las anteriores en tránsito a las calizas campanenses, a la que nos vamos acercando. Las arenas y arcillas turonenses pronto se hacen más duras y compactas, al cargarse gradualmente de cal, y se van disponiendo en bancaditas regulares y muy bien marcadas. Son entonces areniscas amarillorrojizas, de grano basto, muy ásperas, o más fino cuando nos vamos acercando al Campanense, a veces más calíferas y que comprenden margas rosas. Con frecuencia contienen restos y fragmentos muy abundantes, pero destrozados, de equínidos, briozoarios, coralaris, etc. En su parte inferior pasan rápidamente a las calizas campanenses.

El conjunto turonense-santonense, cuya separación, lo reconocemos, es algo artificiosa, engrosa considerablemente en la zona de confluencia de los ríos Segre y Noguera. A partir de allí hacia el O. parece perderse en ambas riberas del Noguera, sobre todo en la ribera izquierda, pero estimamos que allí se confunde con las calizas campanenses que tiene encima, por hacerse más calizo. El embalse ha anegado la parte más baja y blanda del conjunto.

CAMPANENSE (C₅ en el mapa, Cp en las figuras).

Después del Oligoceno es el tramo o formación más extenso e interesante representado en la Hoja, pues sus potentes y compactas masas de calizas constituyen o arman las montañas más importantes.

Su potencia decrece de N. a S., y dentro de la extensa área en que se encuentran presentan características muy variables.

En el San Mamet, cuya masa está casi exclusivamente constituida por estas calizas campanenses, se presenta ya como caliza gris compacta, que con frecuencia presenta restos muy engastados de coralaris y equínidos y secciones o fragmentos de hippurítidos, siendo mucho menos frecuente encontrarlos enteros, o bien en niveles más bajos, como calizas de peculiar y característico tinte rojo, con infinidad de restos fósiles indeterminables, y dispuestas en finas bancadas que se descomponen en lajas. Así pues, tenemos en líneas generales una mitad más alta, en que predominan las calizas de tonos grises, otra más baja en que los colores de las calizas son rojizos. Entremedio existe un nivel algo más margoso y arenoso, pero mal definido, caracterizado por

descomponerse en plaquitas y por su estratificación tableada y que no se puede seguir de manera continua, entre otras razones por el denso arbolado y matorral que dificulta la observación en la falda meridional de San Mamet, nivel que por esas razones no se ha señalado en el mapa.

Esta distribución del Campanense en dos conjuntos, gris el superior, rojizo el inferior, se aprecia claramente en los cortados sobre la presa de Camarasa (A, B-3), enfrente del Montroig y al otro lado del Noguera. Las calizas allí contienen abundantes hippurítidos.

En el monte Sant Armengol (D-2) se pueden observar y recoger los hippurites y sphaerulites en abundancia y bien conservados, en las trincheras de la carretera, donde son abundantísimas sus secciones en las calizas de tonos grisrojizos oscuros. La caliza es bastante arenosa y silicea y muy compacta.

Aun dentro de la variedad del detalle, todas estas calizas campanenses presentan una uniformidad de conjunto y un sello inconfundible que permite reconocerlas sin grandes dudas la mayor parte de las veces, aunque no se vean fósiles. Pero además, éstos son abundantes, siendo especialmente frecuentes los hippurites y sphaerulites de marcadas formas y tamaños, a veces muy grandes y gruesos, y luego los equínidos (cidaris sobre todo) y coralaris (cyclolites predominantes) sin faltar las rhynchonellas. Por esta razón no vamos a detallar las características de todos los importantes afloramientos y manchas. Los hippurítidos constituyen verdaderos bancos en el corte de la hoz del Segre, aguas arriba de la presa.

En las sierras de Boada y San Jordi (B, C-3) el Campanense se divide igualmente en dos bancos calizos, separados por otro menos potente y más blando, pero allí es el tramo superior el que afecta tonos rojizos y el inferior agrisados. Hacia la base se cargan de cuarzo y pasan a calizas arenosas amarillas del Santonense, en horizonte muy neto.

MAESTRICHTENSE (C₆ en el mapa; M en las figuras).

Sobre las calizas campanenses, y en tránsito gradual a éstas, se encuentra el tramo, predominantemente detrítico, de areniscas maestrichtenses, aunque no faltan otros elementos litológicos de distinto carácter, pues a veces las areniscas pasan a pudinguillas, mientras que con frecuencia contienen margas o arcillas grises o amarillentas, como ocurre al NE. de Figuerola de Meyá (B-1), donde, además, presentan incluídas unas petrificaciones oolíticas muy curiosas, en forma de capullo de gusano de seda, o con formas más ovoides y a veces de gran tamaño, casi planas, con el borde vuelto, cuyo origen es para nosotros enigmático. Esta clase de petrificaciones las vimos en intercalaciones margosas del Maestrichtense en muy diversos puntos de la Hoja, por ejemplo en la Masana (A, B-2), donde las margas son de vivos colores y yesíferas, y

acompañan a areniscas y pudinguias en bancos firmes. Al NE. de Figuerola de Meyá (B-1) este horizonte basal del Maestrichtense se presenta muy neto y característico como margas y arcillas gruesas amarillentas, que contienen en abundancia los ooides citados y también restos de huesos fósiles, que llegan a dar aspecto de pudinga a la roca. Hay también arcillas de colores y por encima de este horizonte basal se extienden las areniscas y arenas amarillas del Maestrichtense más alto.

La fig. 10 detalla el corte del Maestrichtense al N. de Figuerola de Meyá (B-1), donde

Gc son las calizas del Garumnense.

M1, areniscas.

M2, tierras y arcillas amarillas y vinosas.

M3, areniscas calíferas que contienen los niveles oolíticos.

M4, tierras y arcillas amarillas y vinosas.

Cp, Calizas campanenses.

El Maestrichtense está integrado por los tramos M1-4.

Al E. de Fontllonga (A, B-1) continúan los tramos rojos con fragmentos de nuevos fósiles. No sólo en la banda N., sino también en la zona S. de la Hoja, se puede observar también el Maestrichtense con parecidas características, así por ejemplo en la depresión de la Sierra de Boada (C-3), donde este tramo está muy bien acusado y caracterizado como areniscas amarillas que pasan a conglomerados, o contienen pudinguias de esos característicos ooides, consti-

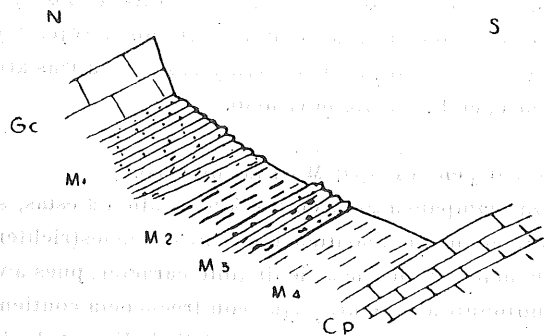


Fig. 10.—Norte de Figuerola de Meyá (B-1).

Gc	Garumnense; calizas	} Neocretáceo.
M1	Maestrichtense.....	
M2		
M3		
M4		
Cp	Campanense; calizas con rudistos ..	

tuidos por capas alrededor de un núcleo indeterminado (*). Todo ello en conjunto muy regularmente estratigráfico y superpuesto por capas abigarradas de tonos vivos, que probablemente son ya garumnenses.

GARUMNENSE.

CALIZAS (Cg¹ en el mapa, Gc en las figuras).— Es difícil asegurar que el Garumnense se inicie efectivamente por este típico nivel de calizas, pues por una parte la falta de constancia en el detalle de las secciones estratigráficas del Cretáceo alto y por otra parte la de fósiles caracterizantes hace imposible afinar en estos detalles. Así hay, por debajo de las calizas, unas veces areniscas maestrichtenses, y otras veces, en cambio, horizontes de arcillas y margas rojas, que podrían incluirse por su facies en el Garumnense si no volviesen a encontrarse otros parecidos en la parte baja de aquella formación. Por otra parte, y por encima del nivel de calizas, existen otros tramos de arcillas rojas y abigarradas, que en parte pudieran ser ya paleocenas. Así pues, el Garumnense, mal definido y de delimitación un poco artificiosa, está armado por este nivel calizo, muy acusado geológica y topográficamente, que a su vez no está datado por fósiles, y que se prolonga por encima y por debajo en espesores indeterminables de formaciones arcillosas de tipo continental.

Las calizas, que consideramos como espina dorsal del Garumnense, se extienden de extremo a extremo de las formaciones secundarias del N. de la Hoja, con espesores algo variables. Son calizas rosadas o blancas de grano muy fino y compacto, con relieve cárstico muy acusado, por lo que resulta muy penoso andar por ellas. Hacia Fontllonga (A-1) contienen abundante pedernal, y bajo el pueblo mismo lleva en su base un banco de caliza negra fértida en contacto con el Maestrichtense. En toda esta zona su coloración es más netamente roja.

MARGAS ROJAS Y ABIGARRADAS (Cg² en el mapa, Gm en las figuras).

Más constantes que los niveles rojos inferiores a las calizas son los superiores, pero están en tránsito al Paleoceno y su separación es artificiosa. Se trata de margas, tierras y arcillas rojas o vinosas, o abigarradas de tonos violáceos y verdosos, con grumos más calizos, a veces yesíferos.

En las zonas meridionales el espesor del Garumnense se presenta muy reducido, pero aún con las mismas características generales, por ejemplo en la Sierra de Boada (B, C-3), pues allí existe un banco calizo de no más de 5-8 m. de grosor, perfectamente definido en un crestoneo continuamente visible en

(*) Las preparaciones, en láminas delgadas, y su estudio al microscopio no han permitido apreciar estructura orgánica.

la depresión (fig. 8), que es gris en superficie y gris anteoado, de grano fino, en fractura; tiene debajo capas abigarradas de vivos tonos, apoyadas sobre el Maestrichtense, y por encima arcillas rojizoamarillentas bajo las calizas eocenas; son aquéllas difícilmente observables por estar el talud cubierto de bloques y pedriza, pero corresponde al Paleoceno Garumnense. Más sencillo y delgado es aún el Garumnense en las sierras de Montsonís (C, D-3) y Rubió (C-4; fig. 9), donde un reducido espesor de margas abigarradas se coloca entre las calizas eocenas y las senonenses.

EOCENO

PALEOCENO.

MARGAS ROJAS Y CALIZAS (N₁² en el mapa, Epe en las figuras).

Es en cierto modo la prolongación superior del tramo rojo que se encuentra entre el Eoceno y el Cretáceo, y que repartimos artificiosamente entre ambos. Seguimos así el criterio que establecimos para la región más al E. en otro trabajo (*).

Se trata pues del horizonte de arcillas rojas y vinosas o amarillas y verdosas, y tierras de los mismos vivos colores, que comprenden banquitos duros o grumosos, y que en los cortes generales hemos representado sobre las calizas garumnenses anteriormente descritas (figs. 2 a 5). Esto por lo que se refiere a la banda septentrional.

En la banda meridional acabamos de decir cómo en la Sierra de Boada aún se encuentra un espesor de 50-60 metros de arcillas y tierras rojas sobre las calizas garumnenses, que representan la extinción hacia el S. del nivelito garumnense superior-paleoceno.

MARGAS Y MACIÑOS (N₂² en el mapa, Epm en las figuras).

Aún comprendemos en el Paleoceno los diversos niveles de facies netamente marinas, consistentes en margas y maciños que se encuentran sobre el que acabamos de descubrir, y bajo las calizas eocenas del Luteciense con nummulites y alveolinas.

Aparecen mejor o peor caracterizados en los diversos cortes de la banda septentrional a que están limitados (figs. 2 a 5), y consisten en maciños muy

(*) «Contribución al conocimiento de la zona subpirenaica catalana», 1.ª parte: «Observaciones geológicas sobre el borde S. de los Pirineos orientales».

arenosos, casi areniscas, con abundancia de alveolinas y miliolites, y margas arenosas con ostreas, generalmente localizadas en un banco que aparece cuajado de ellas, constituyendo una auténtica lumaquella. A veces estas margas se presentan más limpias, azules y finas. Una o varias bancaditas de caliza fétida, oscuras, se suelen presentar en la parte baja de este conjunto.

LUTECIENSE INFERIOR. CALIZAS DE ALVEOLINAS (N₃ en el mapa, Ea en las figuras; fot. 4).

Litológicamente está muy bien acusado, así como topográficamente, por estar constituido por duras y compactas calizas, tanto en la banda septentrional, donde aparecen en banda continua de O. a E., orlando periféricamente el San Mamet, como en las diversas sierras meridionales, que coronan con frecuencia.

En la zona septentrional se acusa como calizas muy bien y regularmente estratificadas, que destacan en acusado cejo constituyendo un circo de alturas apenas interrumpidas por colladitas. Contienen nummulites, pero sobre todo alveolinas.

Al S. son más gruesas y potentes y están mejor individualizadas, ya que suelen representar al Eoceno como único miembro presente, salvo en la Sierra de Boada (B, C-2, 3; fig. 8) donde aún soportan la facies flysch, preservada en su disposición sinclinal.

Pero en la Sierra de San Lorenzo de Mongay (A-4) no aparece otro tramo eoceno más que éste, constituido por potentes masas de calizas blancoamarillentas tableadas, o muy blancas y compactas, cuajadas de alveolinas, a veces enormes, hasta de cinco centímetros de largo. Se pueden recoger muy vistosas muestras en la boca del túnel del ferrocarril, junto a San Lorenzo.

En el cerro Monteró (A-4) aparecen a ambos lados de la mancha de conglomerados oligocenos que las recubren en parte, como calizas grises blancas cuajadas muchas veces de alveolinas.

En las sierras más orientales de Monsonís (C, D-3), Mosquera y Planes (C-2, 3), que es el conjunto que en el mapa de Misch se designa con el nombre de Sierras de la Solana, tienen un característico color amarillento («nankin» de los franceses) y aparecen con mucha frecuencia cuajadas de pequeñas alveolinas esféricas, muy bien conservadas, presentes también en la Sierra de Rubió (C-3, 4), donde en su sector oriental se presentan trituradas y milonitizadas, pero cuajadas de alveolinas. Suelen tener además abundancia de otros restos fósiles, difícilmente reconocibles, salvo en las abundantes espículas de cidaris. El carácter de estas calizas, con su vario aspecto, se observa bien en el camino que va de Monsonís a la Ermita de Salga, junto al Segre, cobijada en unas grandes y pintorescas cavernas (fot. 4). Son calizas grises en bancos

compactos, más oscuras en fractura, y que más adelante se tiñen algo del típico color amarillento. Contienen confusos gasterópodos y abundantes espículas de cidaris, pero sobre todo en las proximidades de la ermita aparecen cuajadas de alveolinas y contienen también coralaris. Se disponen en bancadas agrupadas como masas potentísimas. Rebasada la Ermita de Salga, se resuelven en bancaditas más finas, de las que se pasa de manera casi insensible, y muy curiosa, al Oligoceno, que allí parece absolutamente concordante. Este Oligoceno contiene pudinguilas, pero no se puede hablar de auténticos conglomerados.

LUTECIENSE A BARTONENSE. EOCENO DE FACIES FLYSCH (N.º 5 en el mapa; E en las figuras).

Denominamos a este conjunto Luteciense-Bartonense por analogía a otros existentes, tanto al Este, en la zona de Oliana-San Lorenzo de Morunys, como al Oeste, en las sierras oscenses, donde se presenta más completo y se puede datar su parte alta.

Aquí está mutilado e incompleto, pues por un lado lo cabalga el Montsech, ocultando sus tramos superiores, otra parte está discordantemente cubierto por el Oligoceno.

En la banda septentrional es donde tiene su desarrollo más neto, extendiéndose por todo el borde norte de la Hoja, hasta que se oculta bajo el Oligoceno a la altura de Vilanova de Meyá (D-1). Al Sur sólo está representado en la depresión de la Sierra de Boada (B, C-3) (fig. 8).

Tiene una facies típica de Flysch con estratificación fina y muy regular, donde alternan los lechos de areniscas, de maciños grises o verdes, teñidos de glauconia, de margas muy sucias de arena, o azules y limpias, y de calizas. Al Sur de Santa María de Meyá (C-1), todo el tramo es muy fosilífero y encontramos sucesivamente maciños grises con pinzas de cangrejo; margas grises o azuladas con trozos de fósiles; maciños verdes con operculinas, nummulites, cidaris, ostras, y gran cantidad de otros restos y fragmentos fósiles; y maciños calizos, pasando a calizas, con gran cantidad de terebrátulas, llegando ya a las calizas de alveolinas.

Se ve en esta zona cómo a partir de las calizas de alveolinas, los tramos pierden primero cal, pasando a maciños verdes y luego arena o a margas que primero son grises y sucias, y más arriba son limpias y azules, pero más arriba de nuevo vuelve a ser típica facies flysch por reaparición de los tramos arenosos de maciños glauconiosos.

En Gársola (D-1) el Flysch de margas y maciños contiene calizas margosas en roñones, con abundantes espículas de cidaris y pequeños nummulites y asilinas.

En Vilanova de Meyá (D-1) presenta abundantes *Ostrea moussolensis*. Más arriba el Flysch pasa a verdaderas areniscas, que empiezan a contener cantos rodados, y finalmente a verdaderos conglomerados.

Por el otro lado, en Coll de Orenga (B-1), hay un yacimiento abundantísimo de natica y turritella y sobre todo de *Ostrea moussolensis*, que se ha hecho clásico por su abundancia y perfección de los ejemplares.

En la Sierra de Boada (B, C-3; fig. 8) aún se conserva cobijado en el fondo del sinclinal el único resto hacia el S. de esta facies flysch.

OLIGOCENO

Todas las series anteriormente descritas presentan, pese a las discontinuidades estratigráficas existentes (y es muy acusada la que existe sobre el Dogger y abarca hasta el Santonense), una aparente concordancia que resulta muy extraña y que ya comentamos adecuadamente al estudiar las sierras aragonesas, sobre todo en la hoja de Apiés.

Pero el Oligoceno se presenta en neta y absoluta discordancia, a pesar de no existir discontinuidad estratigráfica en el sentido de una falta acusada de tramos en la sucesión estratigráfica.

De modo que puede tener su yacente en una cualquiera de las formaciones citadas, incluso el Trías. Pero aún es más sorprendente la infinita variedad de sus posiciones tectónicas relativas con respecto al yacente, desde una total discordancia a una total concordancia, y la de sus posiciones absolutas, que varían desde la vertical a la horizontal, presentándose bien violentamente plegado, bien sin ser afectadas por los fenómenos tectónicos.

No nos vamos a ocupar ahora, si no es ocasionalmente, de estas circunstancias, cuyo estudio y descripción, así como el análisis de sus causas, dejamos para capítulos posteriores, y solamente describiremos las características litológicas de sus distintos aspectos, que se resumen en una facies normal (la clásica que afecta el Oligoceno en la depresión del Ebro), de la que se separan en su parte basal los bancos yesíferos, y de una serie de conglomerados marginales, imposibles de datar en el detalle de cada mancha, pero que a nuestro juicio no corresponden o se agrupan en dos o más épocas netas, sino que resuelven más o menos caprichosamente, pudiendo corresponder a los más variados niveles de la facies normal, originados por una serie de pulsaciones a lo largo de la época oligocena, y reforzadas finalmente por la fase sálica.

YESOS DE LA BASE (O¹ en el mapa, Oy en las figuras).

Son bien conocidos los potentes bancos de yesos que se agrupan en la base del Oligoceno, pues han sido descritos por muchos autores y nosotros nos ocupamos recientemente de ellos en la hoja de Pons, contigua a ésta por su borde oriental, de modo que las masas existentes allí en los núcleos de uno o varios anticlinales continúan sin solución por esta Hoja, en la que penetran por su borde E., para seguir en ancha banda, a veces ramificada, hasta cerca de su borde oeste.

Como allí, pertenecen a la parte basal y aparecen en la charnela desmantelada de un amplio anticlinal, a veces desdoblado en dos, como una revuelta y confusa masa de yesos blancos, a veces muy puros, fibrosos o cristalinos otras, y las más sucios y con intercalaciones de niveles margosos blancos. Sólo hacia los hastiales o flancos del anticlinal aparecen ordenados, pero en seguida que nos alejamos de aquéllos se repliegan y complican, en forma tal que es imposible seguir sus circunvoluciones y adivinar sus repeticiones. De esta manera afectan un gran espesor aparente, mucho mayor que el real, que no hemos podido apreciar, aunque sin duda es también considerable.

Al N. de este anticlinal, el Oligoceno está más generalmente replegado en una gran variedad de modalidades y accidentes, muchos de los cuales tienen disposición sinclinal, o más bien de cubetas; es curioso que en todas estas cubetas aparecen de nuevo hacia la base de la formación unas veces, otras totalmente en la base, bancaditas muy continuas de yesos blancos, de mucho menor espesor, pero de gran regularidad, que, por decirlo así, delimitan marginalmente esos accidentes.

Tenemos estas bandas al N. de la Sierra de San Lorenzo de Mongay (A-4) separada de la base aún por un espesor de la facies normal y por conglomerados.

Otra banda análoga, y que parece continuación de aquella interrupción causada por un incidente tectónico, transcurre en disposición análoga al E. de Camarasa, por el S. de la Sierra de San Jordi (B-3, 4). Otra delimita el sinclinal oligoceno de la depresión de Rubió (C-3, 4), pero allí los yesos, netamente basales, se apoyan directamente sobre la caliza de alveolinas. Al S. de la Sierra de Rubió una banda de yesos, que quizá es continua con aquélla, rodea la sierra por el extremo O., y delimita otra depresión sinclinal que se extiende desde el NE. de Cubells hasta Foradada (C-3, 4). Finalmente, al N. del sinclinal y E. y SE. de Artesa de Segre, otras bandas delgadas de yesos subrayan, rodeándola, la rama del anticlinal oligoceno que perfora el diapiro de Artesa de Segre.

Precisamente por la variedad de disposiciones tectónicas resulta difícil discernir si se trata del nivel basal de yesos, en acuñamiento rápido hacia el Norte, lo que parece probable, o de otro más bajo y delgado.

Por ejemplo, al O. de Foradada (C-3) se observa muy bien la disposición representada en la fig. 11. Allí, en contacto normal y al parecer concordante con calizas cretáceas muy levantadas (Cp), hay arcillas tableado-hojosas muy finas con preciosos ripple-mark, del Oligoceno normal, que más arriba soportan dos niveles muy continuos de yesos blancos, de unos 20 metros de grosor cada uno, separados por unos 30 de las mismas arcillas rojoamarillentas. Estos yesos delimitan la cubeta.

En la depresión de Rubió (C-3, 4) los yesos blancos, en corridas muy continuas de unos 70 m. de espesor, constituyen la base misma del Oligoceno y se apoyan en concordancia, al parecer, sobre calizas de alveolinas. En Camarasa

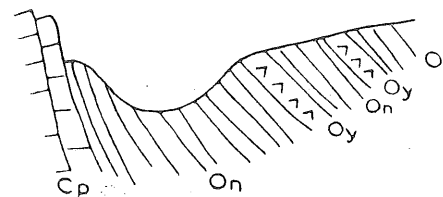


Fig. 11.—Oeste de Foradada (C-3).

On	Oligoceno normal.....	} Oligoceno.
Oy	Oligoceno; yesos	
Cp	Campanense; calizas con rudistos.....	Neocretáceo.

una banda análoga de yesos (A, B-3, 4) soporta la iglesia del pueblo. Espesor reducido en relación con las bandas anteriores, tiene la que delimita la base oligocena al NO. de San Lorenzo de Mongay (A-3). El pueblo de Monsonís (D-3) asienta igualmente sobre un banco de yesos blancos, bastante potente, que interrumpido por la llanada aluvial de Artesa de Segre parece continuar en la banda de NE. de este pueblo (D, E-3) y consta de dos bancos de unos 6 y 4 metros de espesor, separados por unos 15 m. de la facies normal.

En cuanto al carácter y aspecto de los yesos del gran anticlinal, nos acercamos a ellos mediante areniscas y margas rojizas en capas finas y bien estratificadas, que adoptan el carácter de margas grises y areniscas de menudo grano, del mismo color, que comprenden ya algunos banquitos yesosos; más allá tenemos margas amarillentas, verdosas o rojizas, y luego areniscas rojas en bancos gruesos, que presentan violentos repliegues en contacto con las potentes y trastornadísimas masas de yesos blancos.

Por el extremo O. de la Hoja observamos, de la misma manera (si nos acercamos desde la facies normal hacia los yesos), que abandonamos el Oligoceno rojo típico de margas rojas y bancaditas de areniscas duras para llegar a una facies más margosa y rojiza con yesos, que aparecen plegados en masas para

dar paso a margas y areniscas hojosas blancas y, finalmente, llegamos a las grandes masas de yesos del núcleo anticlinal.

FACIES NORMAL (O² en el mapa, On en las figuras).

No presenta novedad peculiar con respecto a la conocidísima y tantas veces descrita facies y composición del Oligoceno en el valle del Ebro, por lo que hacemos su descripción en forma más resumida.

Es una repetición indefinida de margas y molasas amarillorrojizas en bancos gruesos y compactos o blandos y tableados, con algún horizonte calizo, que hacia la parte basal o marginal, y antes de llegar a los auténticos conglomerados, empieza ya a mostrar alguna hilada de pudinguilas. No es raro que en las zonas basales o marginales sea más arenoso y se presente con marcadísima estratificación cruzada. En algunas zonas la tonalidad pasa de rojiza a blancoamarillenta o grisácea, y entonces suele presentar algunas hiladitas de yesos.

Vimos pistas de pisadas de aves de unos 10 cm. de largo en el canal de riego, entre Vilves y Collfret (E-3), en una losa suelta de margas duras, que se presentan allí en forma de tablas muy lisas y regulares.

Más interesante que la descripción litológica resultaría la descripción de posiciones tectónicas relativas, tan variadas, que haremos más adelante en el capítulo pertinente.

CONGLOMERADOS (O³).

Se trata de manifestaciones o transformaciones laterales basalmarginales, de la facies normal, y corresponden, a juzgar por sus yacientes y disposición tectónica relativa a ellos, a cualquier nivel de aquella, sin que se vea que corresponden a ley o regla fija de coetaneidad.

Son conglomerados en general formados *in situ*, como puede comprobarse porque las hiladas basales de grosísimos e irregulares elementos, apenas trabajados, se confunden con la roca a cuyas expensas se forman. Más arriba están compuestas de elementos más rodados, bolos y cantos, sobre todo de calizas, donde abundan las de alveolinas, y luego de elementos cada vez más finos en tránsito a las areniscas y pudinguilas de la facies normal.

Su estratificación es a veces confusa, pero marcada, de modo que se aprecia bien a distancia, pero se pierde cuando nos aproximamos a ellos, pero cuando nos alejamos de las zonas marginales hacia la facies normal, se disponen en bancos cada vez más regulares, finos y bien marcados. El cemento es calizo-arenoso. No falta el canto paleozoico, mucho menos abundante, en general en cantos y gravillas de menor tamaño que las calizas de origen secundario y eoceno.

CUARTARIO

(Di en el mapa, C en las figuras)

En el Cuartario hemos reunido en el mismo símbolo de Diluvial, que es el que predomina, diversas formaciones diluviales y aluviales, de relleno de valle, de terrazas normales, terrazas altas y pedrizas y lastras de ladera.

Las manchas de Diluvial más importantes son las del Segre, en la zona de Artesa, antes de encajarse en las hoces, con dos terrazas muy bien marcadas, una de las cuales soporta el pueblo de Artesa de Segre (D-3). Otros barrancos menores presentan muchos aluviones objeto de cultivos, que se han señalado en el mapa. El Segre presenta a la salida de las hoces, después de confluir con el Noguera, más allá de San Lorenzo de Mongay (A-4), dos terrazas importantes y muy bien conservadas.

Dentro de las hoces y en pequeños ensanchamientos, se acusan y señalan en el mapa otras manchas aluviales, algunas con sus terrazas diluviales.

Al SO. de Vilanova de Meyá (C, D-1), hay una extensa zona de aluviones de ladera, que ocultan el yacente eoceno y tienen distinto carácter que los anteriores.

Las terrazas se dividen en dos conjuntos: dos terrazas inferiores, que asientan en los aluviones fluviales dentro del cauce actual, están muy bien acusadas en muchas zonas y son muy continuas, constituídas por grandes cantos y bolos bien rodados. La más baja situada a menos de 10 m. sobre el nivel actual de aguas, y la más alta próxima a los 20 metros. Pero más curiosas que éstas resultan otros dos niveles más altos, que ya salen del cauce actual apoyándose en las formaciones encajantes, en este caso en el Oligoceno.

Así por ejemplo, en el contorno de Plans (A-4), al S. del cierre del embalse de San Lorenzo de Mongay, está constituido por una paramera oligocena casi completamente cubierta por grandes cantos rodados, que parecerían proceder de una terraza o de un conglomerado deshecho; aunque hemos representado solamente el contorno aproximado, en realidad ocultan en su superficie todo afloramiento oligoceno. El canto es casi exclusivamente cuarcítico. Se encuentra a 60 m. sobre el nivel actual de aguas.

Al E. del cementerio de Camarasa (A-4) se marca también esta terraza sobre el Oligoceno, pero aún hay otra más alta y más reducida, coronando una cota, a unos 70 m. por encima del nivel de aguas.

Finalmente, en Alós de Balaguer (C-3) hay una potente formación de tobas y travértinos, ocasionada por un manantial de aguas muy incrustantes.

Conviene repasar algunos de los antecedentes que existen acerca de este complejo cuartario:

Solé y Font (29) estudian las formaciones aluviales del llano de Lérida y establecen la existencia de 10 terrazas, de las cuales cinco ocupan niveles sobre el río superiores a los 100 m., que en sentido descendente son los siguientes: terraza de 250 m., con seis de potencia; terraza de 215 m. y 6 a 7 m. de grosor; de 187 m. y 4,50 de espesor; de 155 m. y tres de espesor; y las de 125 y 120 m., con tres de espesor. Estas terrazas altas las consideran anteriores al Cuartario.

Las cinco siguientes, por debajo de estos niveles, son la de 97 m. y cinco de espesor; la de 55 y tres; la de 40 y 1,50; la de 17 y, finalmente, la de 5 m. y 1,50 de espesor.

En la explicación de la hoja de Bellvís (18) se señalan en el Segre solamente cuatro de las terrazas inferiores; las dos más altas, a 85-90 y 55-60 m., sólo aparecen en reducidas extensiones sobre cerros testigos aislados por la erosión (una de las terrazas altas entra en la Hoja de Artesa), mientras que las dos inferiores, a 15-20 y 7-8 m., respectivamente, corren todo a lo largo del cauce del río Segre y penetran en la Hoja de Artesa.

P. Birot (6) señaló que cerca de Balaguer las terrazas habían sido deformadas por la acción de un plegamiento póstumo, y aquí se estudia y se comprueba este fenómeno, según el cual las dos terrazas superiores en la orilla derecha del Segre basculan y pasan de 85-90 a 213 m. y de 55-60 a 195 m., respectivamente, apareciendo estas cotas más elevadas precisamente junto a los yesos de los ejes anticlinales oligocenos. Las dos terrazas inferiores no han sufrido alteración, lo que prueba la presencia de un débil plegamiento póstumo, netamente intracuartario.

Se estudia la posible edad de las terrazas comparando opiniones divergentes de diversos autores, y se llega a la consecuencia de que para resolver el problema se necesitaría hacer un estudio general y hallar nuevos yacimientos fosilíferos.

También en la explicación de la hoja de Pons (una de cuyas terrazas altas entra en la Hoja de Artesa) se acusa la presencia de las dos terrazas inferiores, si bien la superior no aparece más que en pequeños retazos a lo largo del Segre, debido a que ha sido barrida, juntamente con las superiores, por la erosión posterior.

También en la explicación de la hoja de Balaguer se citan las terrazas de 15-20 m. y de 10 m., coincidentes con las dos inferiores citadas en la hoja de Bellvís.

III

TECTÓNICA

Las indicaciones generales de tectónica dadas en el capítulo «Antecedentes y rasgos geológicos», han suministrado ya un cuadro o idea general de los problemas y características tectónicas que plantean y afectan las formaciones recién descritas, de modo que nos excusan de repetir aquí una nueva explicación general. Analizaremos ahora, una por una, las diversas y variadísimas estructuras tectónicas de esta Hoja y haremos al final una síntesis general, procurando llegar a las conclusiones colectivas.

El gran conjunto tectónico del Montsech está constituido por un pliegue falla (fig. 34), volcado hacia el Sur, cuyo flanco meridional está en su mayor parte oculto bajo el cabalgamiento, originado por el avance hacia el Sur del flanco septentrional. Dicho cabalgamiento corre de Este a Oeste, casi paralelo al borde norte de la Hoja y muy próximo a él. Todavía penetra en ella un pequeño retazo (fot. 12) de esa gran unidad en la zona al Norte de Vilanova de Meyá (C, D-1), retazo que corresponde a la charnela liásica, pero ya con toda probabilidad al flanco meridional. Como este gran accidente se describe con detalle en la hoja de Isona, contigua por el Norte, no vamos a ocuparnos aquí de él y remitimos al lector al estudio de aquélla. Sólo diremos que el cabalgamiento está subrayado por la milonitización de las capas afectadas.

ANTICLINAL DE SAN MAMET (fots. 27 y 32).

Esta bella estructura está constituida por un pliegue anticlinal de eje dirigido de Este a Oeste, el cual está cabalgado al Norte por los Montsechs. Su núcleo está constituido por las calizas campanenses que culminan la estructura topográficamente en la cima de San Mamet (cota 1.374, B-1), geológicamente algo más al Sur, de modo que forma una cúpula a cuyo alrededor cierran las capas periclinalmente.

El flanco septentrional está constituido por la serie cretáceo-eocena que se representó con detalle en las figuras 2 a 5. El meridional está armado por las calizas campanenses, sobre las que se apoyan en extensos y gruesos manchones los conglomerados oligocenos, y aparece también una pequeña parte de la cobertura maestrichtense (A-2). Un sinclinal lo delimita por el Sur, y queda muy bien acusado desde Masana (A-2) hasta Alentorn (D-2), para perderse allí, aplastado, en la indecisa superficie oligocena. Por el Oeste y por el Este, el anticlinal cierra alrededor de San Mamet periclinalmente, en cúpula, aunque las formaciones continúan más allá del cierre; por el O., hasta salir por el borde occidental de la Hoja, en forma monoclinal-ondulada; por el Este para ocultarse en seguida bajo una masa de conglomerados del Oligoceno (D-2).

Varias fallas rompen el conjunto estratigráfico de San Mamet. Una de ellas, por el Oeste, baja hacia el Sur desde La Baronía (A-1) y origina un desplazamiento de los contactos a lo largo de ella, poniendo unos tramos frente a otros. Otra, al Oeste de Masana (A-2), se continúa hacia el SO. en otras formaciones después de romper las calizas campanenses y el Maestrichtense de San Mamet. Por el Este, otra falla corta las formaciones desde Garsola (D-1) hasta Vallderiet (C-2).

Finalmente, en la banda meridional de San Mamet, en zona de difícil observación por lo apretado del bosque de carrasca y encinas, afloran, merced al entalle profundo de varias barrancadas, las arenas y areniscas turonenses, llevando en su base las bauxitas. Trazados los cortes, parece que estos afloramientos sean originados por dos fallas paralelas ESE.-ONO. pero, a decir verdad, las fallas no son observadas sobre el terreno donde, como decimos, los reconocimientos son difíciles, sino interpretados.

SINCLINAL AL SUR DE SAN MAMET (fots. 5, 16 y 34).

Hemos señalado ya su transcurso. Hablemos ahora de su carácter. En su parte occidental, al S. y SE. de Masana (A-2), el sinclinal es suave y regular y toda la serie de San Mamet levanta cambiando su pendiente hacia el Norte, y mostrando así su yacente, de modo que constituye una regular unidad tabular, la de Peñalta (B-2, 3), la cual, cortada por el Segre en el embalse de Camarasa muestra, bajo el Campanense, el Turonense-Santonense y el Dogger.

Más al Este, el sinclinal queda recubierto por los conglomerados, indudablemente discordantes, pero éstos aún reflejan su estructura sinclinal. Sin embargo, la disposición del Cretáceo bajo él, debe ser distinta, aunque igualmente sinclinal. El del Oligoceno ofrece una disposición asimétrica (fig. 12), de modo que las capas que se presentan más bien tendidas en el largo flanco septentrional, se levantan rápidamente hasta la vertical en el breve flanco meridional.

En esta zona el sinclinal es tectónicamente interesante porque constituye, por decirlo así, la divisoria entre la tectónica normal al Norte y la variada y compleja tectónica salina al Sur. Mientras que el sinclinal transeurre de Oeste a Este en línea aproximadamente paralela al anticlinal de San Mamet, contra él se estrellan, perpendicularmente, los accidentes dirigidos de Norte a Sur de los elementos más meridionales. La conjunción, cuyo conocimiento

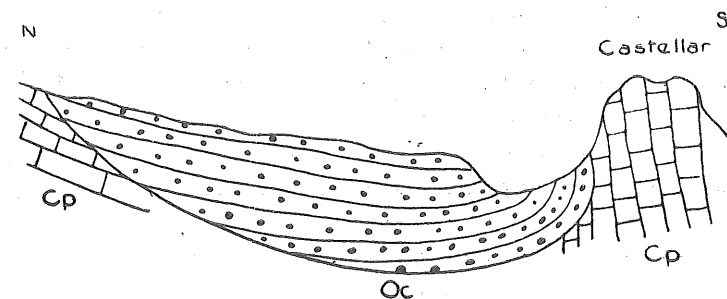


Fig. 12.—Cota Castellar (B-2).

Cp Calizas campanenses.
Oc Conglomerados oligocenos.

sería muy interesante y curioso, tiene lugar precisamente bajo los conglomerados, que la ocultan. Alguna idea acerca de esa disposición nos da, más al Este, Sierra Mosquera (C-2, 3). A juzgar por su conformación, el sinclinal más profundo en las calizas está algo desplazado al Sur del sinclinal más alto de los conglomerados. En la zona al Sur de San Mamet, sin embargo, el sinclinal cretáceo debe pasar al Norte del Oligoceno, y ambos se cruzan. Todo hace prever un pliegue anterior al depósito de los conglomerados, que probablemente muestran ya una disposición sinclinal deposicional, pero indudablemente reforzada por un empuje posterior.

El sinclinal se continúa aún en la facies oligocena normal al Este de Baldomá (C, D-2, 3), para extinguirse en la zona de Alentorn, donde el Oligoceno adopta una disposición horizontal.

Es difícil afirmar si ocurre lo mismo con el anticlinal de San Mamet, aunque así lo hayamos subrayado en el mapa, siguiendo los rumbos y buzamientos medidos. Sin embargo, resulta una forma excesivamente caprichosa. Probablemente el anticlinal se extingue periclinalmente en Vallderiet (C-2), sin pasar al Oligoceno. Entonces lo que en el mapa aparece como su prolongación primero hacia el Sur y luego hacia el Este y NE., sería una estructura distinta y desligada, que estudiaremos más adelante.

KEUPER DE LA ESTACIÓN DE ALIÑÁ (A-2, 3).

Esta mancha de Keuper es la terminación occidental de la extensísima manifestación de Triás semi-intrusivo de Avellanes, descrita por Misch (20. páginas 111-113. edición alemana).

Todos los contactos con las formaciones circundantes son anómalos y el Keuper aparece como una masa, desordenada en los bordes, más regular en el centro, donde hay ofitas y corridas largas y uniformes de carniolas y calizas tableadas. Conglomerados oligocenos reposan sobre ella.

UNIDAD DE PEÑALTA (A, B-2, 3; fots. 16 y 34).

Ya nos hemos referido a ella como prolongación al Sur de las formaciones del Montsech, al otro lado del sinclinal meridional. Su composición estratigráfica es la que muestra la fig. 13 en que Gp son las calizas campanenses con

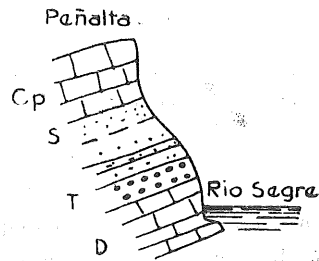


Fig. 13.—Sur de la cota Peña Alta (B-2, 3).

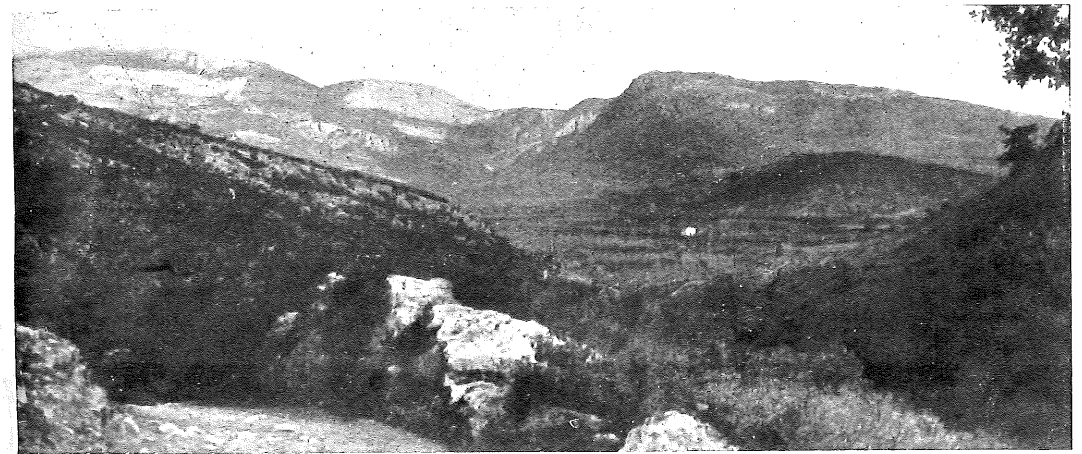
Cp	Campanense; calizas con rudistós	Neocretáceo.
S	Santonense; areniscas y maciños	
T	Turonense; arenas y areniscas	Triásico.
D	Dogger; dolomías	

radiolites; S, margas y areniscas del Santonense; T, areniscas, arenas y areniscas calíferas de color amarillento con hippurites y sphaerulites. Este nivel es el que corresponde claramente al Turonense, y está perfectamente datado. De aquí, que con otras razones de menor peso absoluto, pero muy atendibles, rechazamos la edad albense para el tramo de areniscas y arenas abigarradas. Debajo tenemos el tramo de dolomías y calizas dolomíticas D, de feos colores pardo-rojizos que constituyen las hoces del Segre y Noguera.

Hacia el O. los tramos T y S se hacen más calizos y vienen a confundirse de esta manera, litológicamente, con las calizas campanenses. Se acusan muy bien en la ladera sobre el nivel del embalse como un crestón o corrida caliza en saliente.



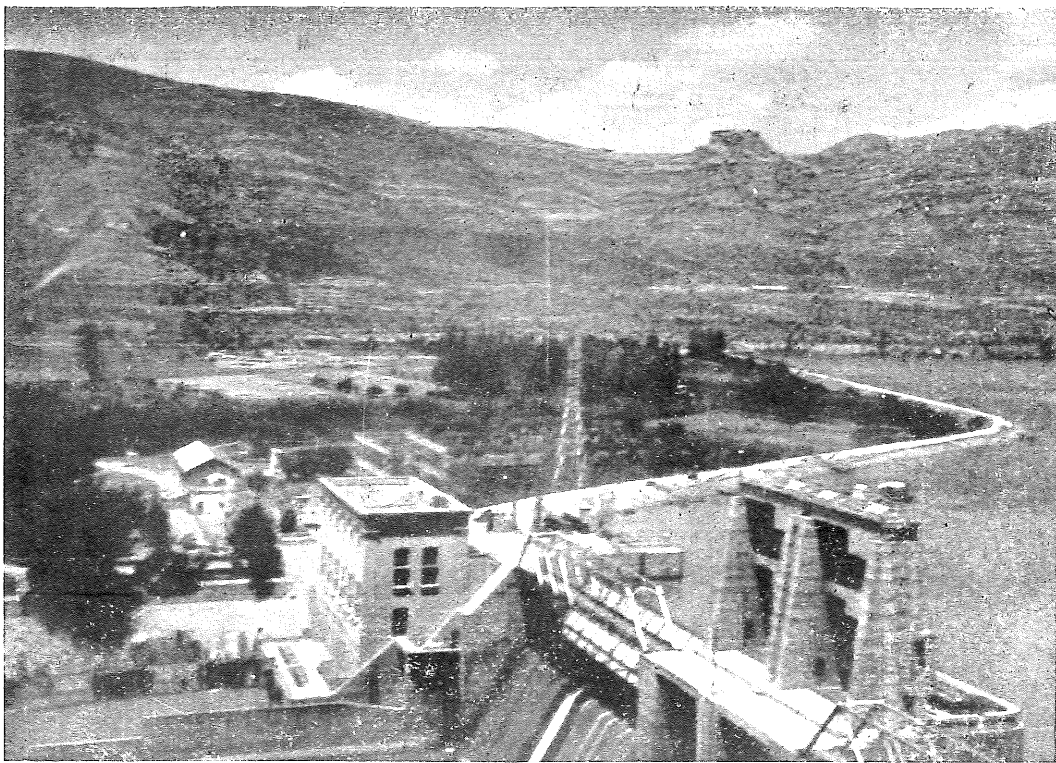
Fot. 11.—Monsonís (D-3), sobre yesos oligocenos, y detrás el Keuper y las calizas eocenas de alveolinas.



Fot. 12.—A la derecha el monte Cogulló (D-1), que pertenece ya a la unidad de los Montsechs, visible más a la izquierda.

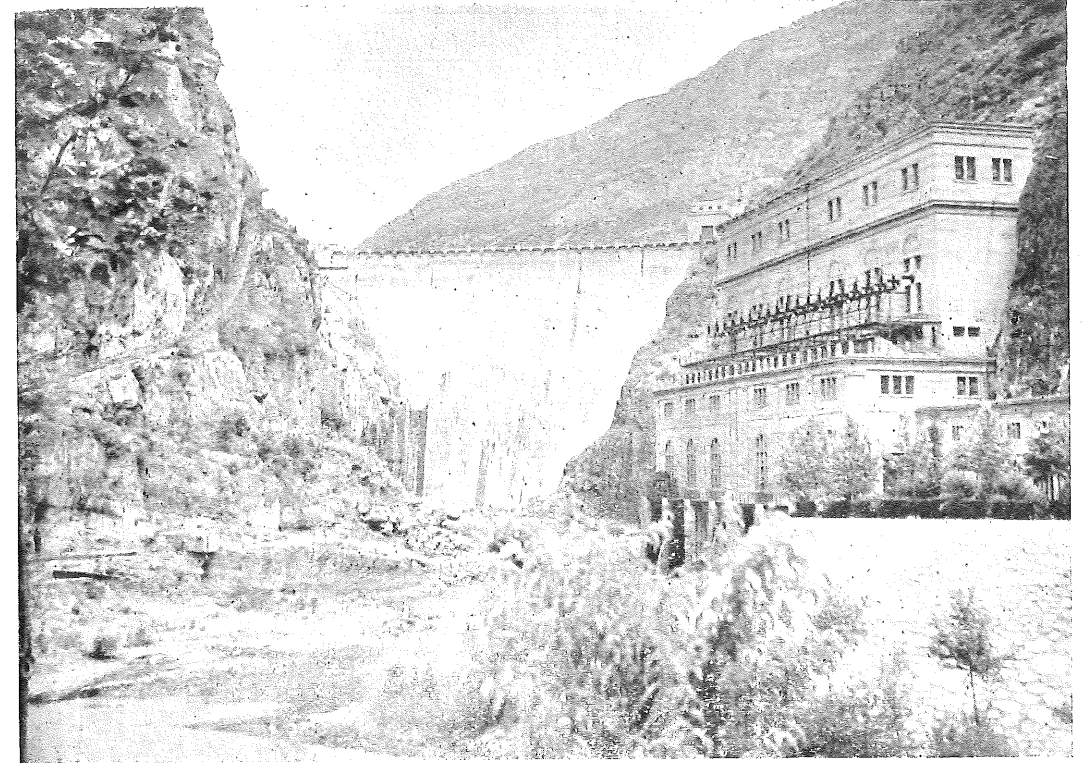
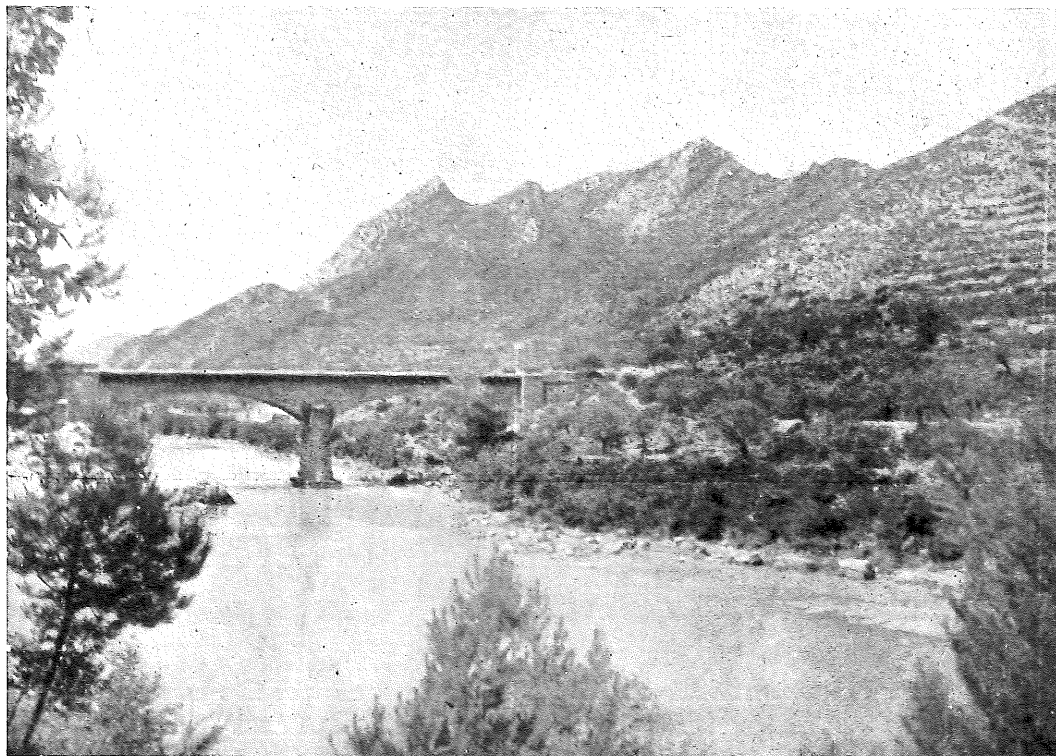


Fot. 13.—El Oligoceno entre Rubió de Soler y Alós de Balaguer (C-3). Se aprecia cómo reposa en discordancia leve sobre unidades de la Sierra Mosquera.



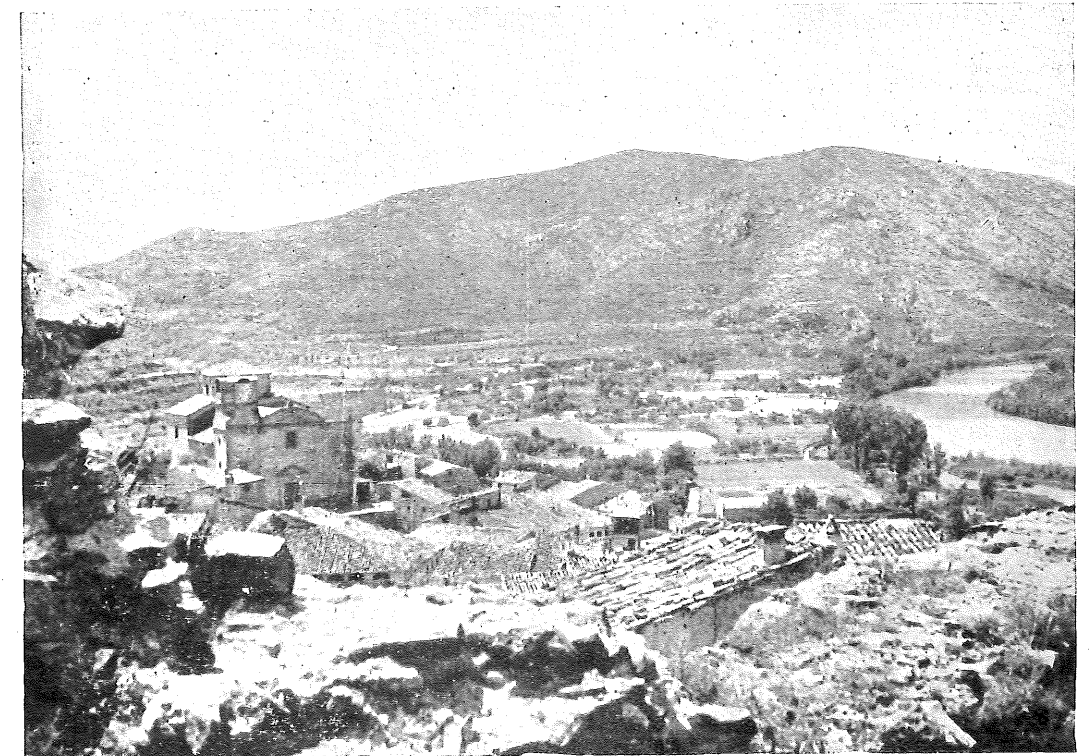
Fot. 14.—Presa y compuertas del embalse de San Lorenzo (A-1), en el Noguera. Al fondo la Sierra de San Lorenzo o San Cristóbal.

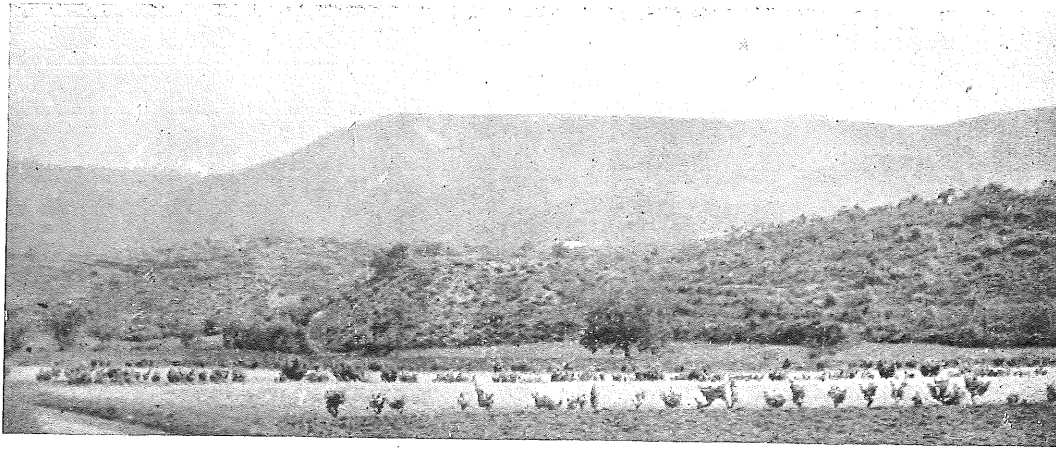
Fot. 15.—La serreta o cerro de San Salvador (A, B-3) y el puente sobre el Segre, aguas abajo de la confluencia del Segre y Pallaresa.



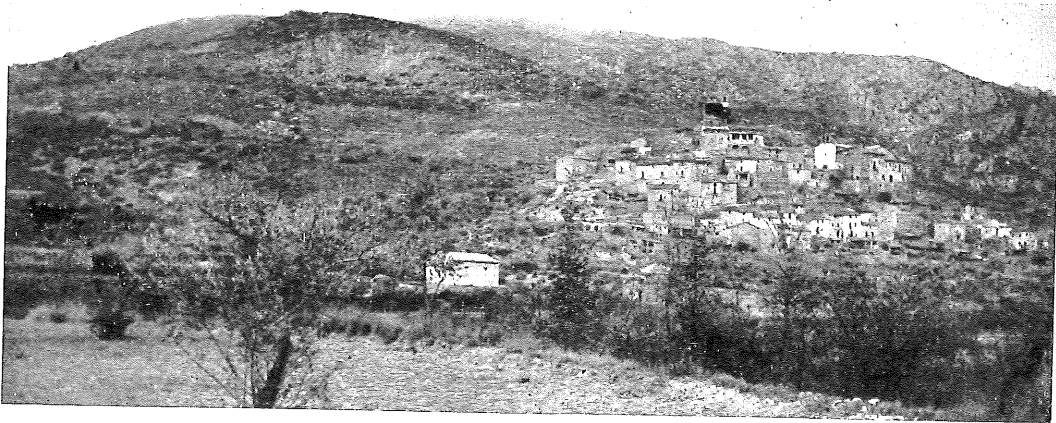
Fot. 16.—La presa y casa de máquinas del embalse de Camarasa (B-3). A ambos lados las dolomías del Dogger. Al fondo el Senonense de la unidad de Peñalta.

Fot. 17.—El poblado de Camarasa (A, B-3, 4) y al fondo Sierra Monteró, con el Oligoceno discordante y levantado a la derecha.

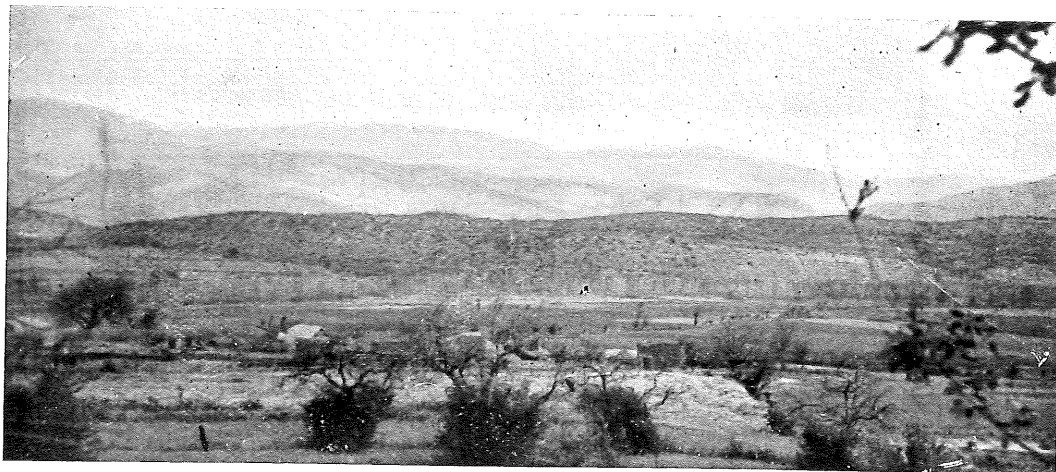




Fot. 18.—En primer término el Oligoceno al N. de Cubells, al fondo, en silueta, el conjunto de Sierra Carbonera (B, C-3).



Fot. 19.—El poblado de Monsonís (D-3), y al fondo la sierra del mismo nombre.



Fot. 20.—Las vegas de Artesa de Segre (D-3) y, en término medio, el Oligoceno de Baldomá. Al fondo las estribaciones de San Mamet y, en último término, los Montsechs.

Por el O. esta unidad limita, tras ligero repliegue anticlinal de carácter local, con el Trías de Santa Lliana; por el S. un suave anticlinal dirigido de Este a O., lo separa de los elementos de la Sierra de Montroig (C-3) y de San Jordi (B-3), donde aquella serie estratigráfica encuentra su natural prolongación. Este anticlinal se curva por el E. hacia el N., hasta sumergirse bajo los conglomerados al S. de San Mamet (B-2).

La fig. 14 representa esta disposición anticlinal al SE. de la cota Peñalta.

Algunos conglomerados oligocenos reposan discordantes sobre la unidad de Peñalta, cuya disposición es, en sus rasgos generales, sencillamente monoclin.

UNIDAD DEL MONTROIG (A-3; fots. 2, 9, 24 y 33).

Su serie estratigráfica ya fue detallada en la fig. 6 y explicación correspondiente. Hay que señalar un acusado acuñaamiento de algunos tramos hacia el SO., con simplificación de aquélla, siguiendo la tendencia general señalada ya en la unidad de Peñalta.

Su dispositivo es el de un suave sinclinal, cuyo flanco meridional, tajado por hondísima erosión, muestra en espléndido corte, quizás el más completo y perfecto de toda la Hoja, la serie estratigráfica hasta la base. Por el NO. linda anormalmente con el Trías de Santa Lliana; por el O. hay unas calizas de alveolinas, muy fosilíferas, con las que probablemente linda por falla, y en esto seguimos a Misch, pues aquéllas apenas penetran en la Hoja y es difícil resolver el problema en tan pequeña área de observación. Cierto es que poco más allá, fuera de la Hoja, el Garumnense está normalmente intercalado entre las

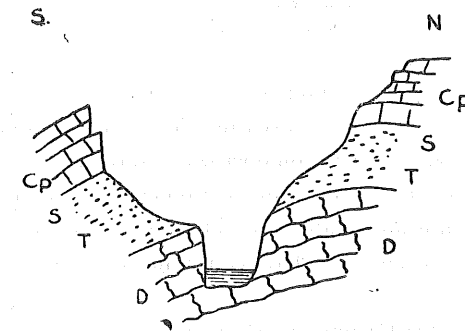


Fig. 14.—SE. de la cota Peñalta (B, C-3).

Cp	Campanense; calizas con rudistas	} Neocretáceo.
S	Santonense; areniscas y maciños	
T	Turonense; arenas y areniscas	
D	Dogger; dolomías .....		Triásico.

calizas de alveolinas y el Maestrichtense, pero en la ladera esto no se aprecia tan claramente.

Por el SO. linda por falla en zona muy trastornada y confusa, con calizas eocenas de alveolinas, y por el S. con una complicada área donde la tectónica salina ha jugado intensamente y hay unas bandas de Keuper intrusivo. Por el E. y el N. se prolonga su serie de manera clara y sencilla a ambos lados del Segre, en las unidades de Peñalta (A, B-2, 3) y de San Giordi (B-3).

UNIDAD DE SAN GIORDI (B-3).

Es una curiosa cubeta cuyo eje sinclinal se dirige de O. a E. y luego hacia el Norte. Su serie se ha representado en la fig. 8 y por ello no insistimos en su descripción.

Por el NO. un agudo anticlinal dirigido casi de N. a S. la separa de la unidad de Peñalta (fig. 15). Allí todos los términos de la serie están muy bien ca-

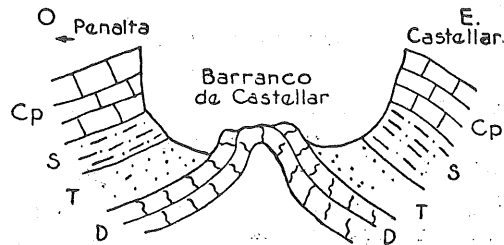


Fig. 15.—Barranco de Castellar (B-2, 3).

Cp	Campanense; calizas con rudistos	} Neocretáceo.
S	Santonense; areniscas y macifios	
T	Turonense; arenas y areniscas	} Triásico.
D	Dogger; dolomías	

ra caracterizados. D, como calizas dolomíticas feas del Dogger; T, muy típicamente como arenas margosas de vivos colores, del Turonense; S, como areniscas calizo-margosas del Santonense; Cp, como calizas campanenses con hippurítidos.

Por el S. con salidas triásicas, o con el Oligoceno mediante contactos empinados y probablemente anormales. Por el E. con un anticlinal dirigido de Norte a Sur. Por el N. se sumerge bajo conglomerados del S. de San Mamet.

ANTICLINAL DE SIERRA CARBONERA (B-2, 3).

Separa las estructuras de San Giordi, al O., y de Boada, al Este. Estas dos sierras se denominan Sierra Carbonera en el mapa de Misch.

Es un agudo anticlinal, dirigido casi de N. a S. y ligeramente curvado, ofreciendo como todos estos accidentes su convexidad al Este. Con núcleo liá-

sico ofrece la disposición que se figura, junto con la serie estratigráfica, en la figura 8.

Corroboramos ese corte con otro trazado en la hoz del Segre, al SSO. de Peñalta (B-3), para mostrar además algunos accidentes locales (fig. 16).

Allí, Ea son calizas de alveolinas en contacto por falla con el Campanense Cp, en contacto con areniscas y calizas arenosas, S, del Santonense. Junto a

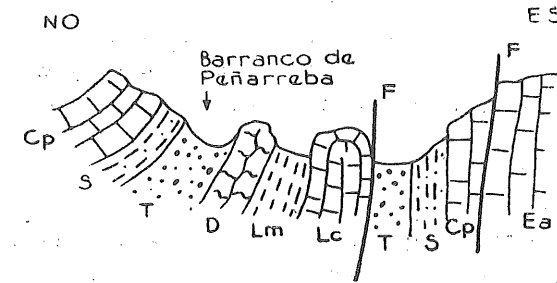


Fig. 16.

Ea	Luteciense inferior; calizas de alveolinas	} Eoceno.
Cp	Campanense; calizas con rudistos	
S	Santonense; areniscas y macifios	} Neocretáceo.
T	Turonense; arenas y areniscas	
Lm	Margas fosilíferas y dolomías del Dogger, donde no se han separado...	} Liásico.
Lc	Calizas predominantes y margas	

éste aparece el Turonense, T, con su típica facies de areniscas de vivos colores, muy cuarzosas. En el flanco occidental aparecen además las dolomías, D, del Dogger y las margas, Lm, con rhynchonellas, terebrátulas y belemnites del Lías y las calizas liásicas, Lc, que en el flanco oriental están en contacto con el Turonense, por falla.

El anticlinal se sumerge por el N. bajo los conglomerados oligocenos, y además otras masas se apoyan más al S. cruzadamente sobre él. Al S. abre a ambos lados, y bajo las calizas liásicas basales sale normal y ordenadamente el Keuper. Es indudable que allí el Rético no existe, de modo que su acuñamiento y extinción, apreciables al SE. de San Giordi, son ciertos.

UNIDAD DE BOADA (B, C-3).

Es una cubeta sinclinal gemela de San Giordi, al otro lado del anticlinal recién descrito, pero algo más complicada, porque su flanco occidental está desplomado sobre el sinclinal y cabalga y oculta parte de la serie. Ésta ha sido descrita y representada en la figura 8.

Su eje se dirige S. a N., y en esta dirección se estrella contra una extrusión

de Keuper (C-2, 3), antes de llegar a los conglomerados meridionales de San Mamet.

Otras manchas de conglomerados más meridionales se apoyan a través del sinclinal.

Por el O. linda con el anticlinal que acabamos de describir. Por el SO. deja salir debajo, en forma regular y ordenada, el Keuper, que pronto se trastorna al alejarnos de Boada.

Una vaga disposición anticlinal la separa, algo más abajo, del mogote cretáceo de Sierra Negra (B-4). Por el SE. linda, mediante fallas, con el sinclinal oligoceno de los Rubió (C-3, 4), y más arriba, por el E., con la extensa y violenta extrusión triásica de Alós-Rubió de Baix (C-3), que la cierra también por el Norte.

SINCLINAL OLIGOCENO DE RUBIÓ (C-3, 4; fot. 30).

Tectónicamente esta estructura repite en cierta manera la del sinclinal de Boada, con la que está en contacto por falla. Sin embargo, estratigráficamente es muy distinta, y de manera muy sorprendente, ya que mientras que en Boada la serie es muy completa y repite la del N. de San Mamet, aunque con espesores muy reducidos, la del sinclinal de Rubió es mucho más sencilla. No es de extrañar que falten los miembros superiores de la serie eocena, ya que el Oligoceno en facies normal reposa mediante yesos basales sobre las calizas de alveolinas. Por consiguiente ha debido mediar una erosión anterior a la deposición del Oligoceno. La margen oligocena debía quedar inmediatamente al O., pues los conglomerados marginales aparecen en las manchitas del borde occidental del sinclinal de Rubió, y ya en neta fase de conglomerados solamente en el de Boada. Por consiguiente, este último sinclinal no formó parte más que muy marginalmente de la depresión oligocena, y de esta manera salvó de la erosión su parte alta de Eoceno, que probablemente quedó protegida además por el cabalgamiento de las duras calizas campanenses que quedaron encima.

Pero la serie cretácea es también más esquemática, y el Garumnense aparece como una sencilla banda poco potente. Las calizas campanenses o senonenses son visibles. Se presume que existe debajo el Lías, pero no aflora por estar la estructura tajada al SE. por el Trías extrusivo.

El sinclinal es, como el de Boada, asimétrico. Su borde occidental está muy levantado y a veces un poco desplomado; el borde oriental, aunque con pendientes bastante grandes, tiene disposición normal.

Su eje ya no se dirige de N. a S., sino que va de OSO. a ENE., y es ligeramente curvado, con su convexidad al Este.

Por el O. linda por falla con el sinclinal de Boada. Por el N. con la salida

triásica de Alós-Rubió (C-3). Allí afloran bajo el Oligoceno varios isleos cretáceos de calizas senonenses, alguno de los cuales flota sobre el Keuper. De todos modos se ve que el Oligoceno tiene como yacente por el SE. las calizas eocenas, por el O. las cretáceas del Campanense. Es discordante y probablemente la disposición profunda es también sinclinal, como lo es la oligocena.

Por el NE. linda con el Trías extrusivo, y por el SE. con el Trías extrusivo o con el Oligoceno, muy levantado mediante falla.

EXTRUSIÓN TRIÁSICA DE ALÓS-RUBIÓ (C-3).

Es una violenta e irregular salida triásica que corresponde a la eyección violenta del Keuper, aprisionado en la charnela de un anticlinal, el cual ha sido muy deformado por esta extrusión.

Es característica de esta mancha de Keuper la desordenada disposición de sus margas yesíferas, que han arrastrado en sus repliegues tablas y masas de calizas tableadas y carniolas que ahora afloran caprichosamente en pitones, replegados en formas caprichosas, y también presentan ofitas, al mismo tiempo que sustenta diversos bloques e isleos de las formaciones suprayacentes, sobre todo calizas campanenses. El Keuper se ha insertado por donde ha podido, resultando de ello una forma irregular y digitada que por un lado (C-2, 3) corta por el N. el sinclinal de Boada, levanta donde puede los conglomerados oligocenos y llega a estrellarse contra las calizas campanenses de San Mamet. Por otro lado contornea las unidades de Sierra Mosquera (C-2, 3) y Monsonís (C, D-3, 4), rodeando parcialmente esta última por el S. y el E. y llegando hasta Foradada (D-3).

UNIDADES DE SIERRA MOSQUERA (C-2, 3) Y MONSONÍS (C, D-3, 4) (fotografías 1, 4, 8 y 19).

Estas dos unidades son en realidad un solo conjunto tectónico y son, estratigráficamente también, continuas, aunque aparecen casi separadas por ocultación parcial bajo el Oligoceno.

Parecerían constituir el flanco oriental de un anticlinal hoy deformado por la caliza extrusiva del Keuper (extrusión recién descrita) en su charnela.

Sería este anticlinal el último de los dispositivos, dirigidos parcialmente de S. a N., y contornearía el sinclinal oligoceno de Rubió (C-3, 4) antes descrito, de modo que el flanco SE. de este sinclinal constituiría el flanco opuesto anticlinalmente a la unidad de Monsonís.

Donde aún se conserva neta y marcada esta disposición anticlinal es al S. de Rubió de Baix (Rubió de Soler en la edición de 1950), entre la cota que soporta este pueblo, y está tajada por el Segre y la cota Cap (429-430) (C-3), tal como se representa en la fig. 17.

Esta cota se sitúa en la extremidad NE. del sinclinal de Rubió y surge bajo el Oligoceno; en ese croquis, Oc es el Oligoceno discordante de la depresión de Rubió; Ea, las calizas eocenas con alveolinas de la unidad de Sierra Mosquera; Gme, el Garumnense, en ese punto aprovechado por su blanda composición por el Segre para tajar su cauce; Cp, las calizas campanenses, presentando en su parte alta una marcada facies maestrichtense; S, el Santonense

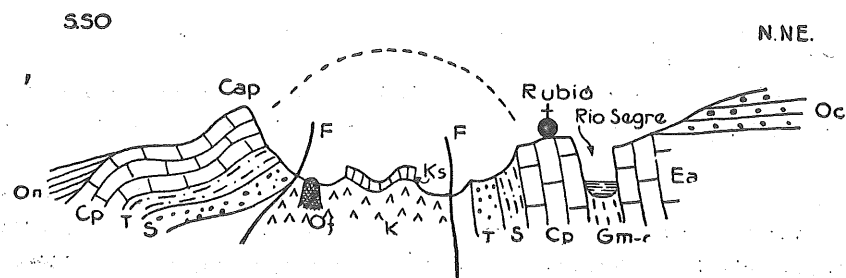


Fig. 17.—Anticlinical de Rubió (C-3).

Oc	Oligoceno; conglomerados	} Oligoceno.
On	Oligoceno normal	
Ea	Luteiciense inf.; calizas de alveolinas...	} Eoceno.
Gm-c	Garumnense; margas rojas y calizas ...	
Cp	Campanense; calizas con rudistos	} Neocretáceo.
S	Santonense; areniscas y macifios	
T	Turonense; arenas y areniscas	
Ks	Keuper; calizas tableadas	} Triásico.
K	Keuper; margas yesíferas	
Of	Ofitas	} Volcánicas.

margoso-calizo-arenoso; T, el Turonense de arenas y areniscas abigarradas, cuarzosas, blancas, rosadas, violadas o vinosas; Ks un pitón de calizas triásicas, arrastradas por el Keuper, K; y Of un pitón de ofitas. Todos estos términos están perfectamente caracterizados litológicamente y algunos, además, paleontológicamente.

Esta serie es típica para esas sierras; representa, con espesores mucho más reducidos, la del San Mamet. No se ven las formaciones jurásicas y liásicas, pero lo más probable es que existan, tajadas por la salida del Triás. No obstante no puede asegurarse, pues no deja de ser sospechoso, quizás excesivamente casual, que todos los dispositivos del SE. de San Mamet carezcan de manifestaciones jurásicas y presenten uniformemente el Turoniense en contacto con el Triás.

Estas dos unidades tectónicas se apoyan sobre el Keuper, que las circunda totalmente por el N., E., S. y SE.; en el resto de su perímetro están rodeadas de formaciones oligocenas, bien por conglomerados o bien por la facies normal; bajo las que se sumergen en forma normal, aunque discordantemente.

TRÍAS ENTRE CLUÁ Y BALDOMÁ (D-2).

Por el E. de las unidades antes citadas se extiende ya el Oligoceno, salvo en el diapiro de Artesa de Segre (D-3), que estudiaremos luego.

La mancha de Keuper de que nos ocupamos ahora es de difícil interpretación por estar rodeada casi por entero por formaciones oligocenas. No obstante, parece que puede afirmarse terminantemente su carácter extrusivo y qui-

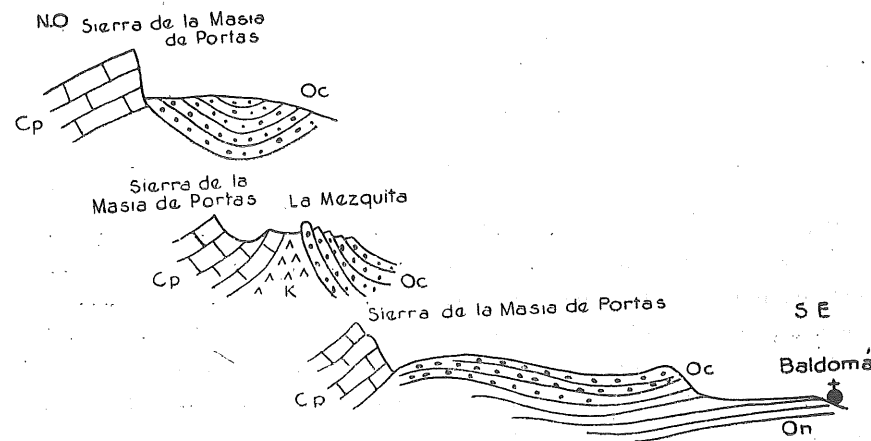


Fig. 18.—Corte por la sierra de la Masia de Portás (C, D-2).

On	Oligoceno en facies normal.
Oc	Oligoceno en facies conglomerática.
Cp	Calizas campanenses.
K	Keuper.

zás es continua, bajo el Oligoceno, con la mancha de Alós, pues al pie de las curiosas formas topográficas que constituyen la cota Mezquita (C-2), en el contacto del Campanense de San Mamet y los conglomerados oligocenos, aparece en ventana erosiva un manchoncito de Keuper, en la forma que representa la figura 18.

Así pues, se puede conjeturar con cierto fundamento, que el Keuper salga extrusivamente bajo las calizas de San Mamet, desde Alós de Balaguer (C-3) hasta el pie de Serra Grossa (D-2), donde ubica la mancha que estudiamos.

La mancha triásica de que nos ocupamos ahora es bastante extensa y aparece en ella el Keuper en contacto, sobre todo, con el Oligoceno, que levanta hasta la vertical en su borde meridional, pero que, como en los diairos, rápidamente pierde pendiente en cuanto nos alejamos de ella.

La prolongación oriental de San Mamet se estrella contra ella. Digamos de

paso que este Keuper parecería corresponder a la charnela del anticlinal que formaría la prolongación oriental de Sierra Mosquera, oculta bajo el Oligoceno, con el borde sur-oriental de San Mamet.

Está en contacto también con una mole de calizas campanenses que aparecen en ventana erosiva bajo el Oligoceno de Serra Grossa, y que por esta razón no puede ser ligada con seguridad a ningún conjunto.

Finalmente diremos que es rica en ofitas, descompuestas en bolos y nódulos, y que en su centro aparece, abovedada, una tabla de caliza gris oscura tableada fétida, como de Muschelkalk, con faunas gregarias indeterminables. Los yesos son rojos y verdes, muy vistosos, en enormes masas.

UNIDAD DE LA SIERRA DE SANT ARMENGOL.

Aparece como un gran isleo por erosión del Oligoceno, que la rodea por entero.

Por el Este, cierra en calizas campanenses que se disponen muy regularmente en forma curvada y convexa hacia el Este, en forma de media luna. Por el Oeste, muestra bajo aquéllas, en forma neta e incontestable, los tramos turonense y santonense muy bien caracterizados, en estrecha fajita concéntrica. Todo el conjunto aparece anegado por formaciones oligocenas discordantes, bien por conglomerados, bien por la facies normal. Otra u otras manchas más pequeñas aparecen por el Sur, en isleos.

En las trincheras de la carretera se ofrecen bonitos bancos de rudistas, cuajados de ejemplares.

Esta mancha se dispone, a juzgar por las medidas, sobre el eje de un sinuoso anticlinal oligoceno, que en el mapa aparece como continuación del de San Mamet. En realidad, es casi más probable que, cerrando aquél sinclinalmente, sea la prolongación de otro más meridional y deformado por la salida extrusiva del Keuper, que correría entre el sinclinal de Rubió y la unidad de Monsonís; por el Sur y Oeste de Sierra Mosquera (fig. 17); entre Sierra Mosquera y San Mamet; al Sur de la Sierra de la Masía de Portás (fig. 18); y por la salida triásica anteriormente descrita, para prolongarse finalmente por el Oligoceno (E-1), donde está perfectamente acusado con flancos empinados.

UNIDAD DE COLL DE LLORENS (A-3; fot. 24).

Volvamos ahora, por el Oeste, a emprender el estudio de una serie de pequeñas unidades, dominadas casi siempre por la tectónica salina, cuyo análisis interesa más por sus complejas formas, y realmente a título de curiosidad, que por su trascendencia tectónica, ya que son pliegues caprichosos en unidades de pequeños tamaños, fragmentados por la tectónica salina.

La unidad a que nos referimos es, sin embargo, a juzgar por el mapa de

Misch, un elemento tectónico bien definido de estructura sinclinal, pero su desarrollo se hace sobre todo en la Hoja contigua por el Oeste, y el pequeño fragmento que penetra en ésta es muy confuso, por estar en zonas de fracturas. Son calizas eocenas de alveolinas que están en contacto por falla con la base de la Sierra de Montroig, por falla igualmente con un Triás extrusivo que descubriremos en seguida, y en contacto por falla cabalgante sobre un Oligoceno en banda muy regular, con yesos, que se extiende por el Sur. Es mejor que su representación se examine en el mapa de Misch; aparece cortada en dos por el meridiano 4º30'.

MANCHA TRIÁSICA DEL NORTE DE SAN LORENZO (A-3; fot. 24).

Aparece en forma normal y regular bajo la base rética del Montroig; indudablemente, es una masa de Triás *in situ* de disposición uniforme. Contrastan sus yesos abigarrados de vivos tonos y colores, con las bancadas de yesos blancos del Rético, del que los separan hiladas discontinuas de carniolas y calizas tableadas, y contiene una extensa efusión ofítica. Por el Oeste, en cambio, linda con la unidad anterior en zona donde ha movido el Keuper. Por el Sur ofrece una disposición curiosísima, y que a primera vista parece casi inverosímil, de modo que fue preciso repasar varias veces el contacto antes de dar fe a las apariencias.

Allí se descende primero por las regulares bancadas de yesos blancos réticos y, si se sorteán los bancos discontinuos de carniolas, pasamos a bancos igualmente regulares y ordenados de margas abigarradas y yesos del Keuper; si descendemos aún más pasamos a margas rojoamarillentas, comprendiendo yesos blancos, hojosas y arcillosas, con el aspecto de un Oligoceno blando y poco hecho. Este último conjunto parece concordar, exactamente, bajo aquél, y no se observa trastorno ni rotura en las capas, de modo que aunque la facies es netamente oligocena aún nos resistimos a aceptarlo; pero aún más al Sur esta facies pasa a típicos conglomerados, que se apoyan sobre las calizas eocenas.

Indudablemente, el Keuper cabalga, sin trastornos, al Oligoceno, y por consiguiente éste es, en cierta medida, cabalgado por toda la unidad de Montroig.

BANDA OLIGOCENA AL NORTE DE SAN LORENZO DE MONGAY (A-3, 4; fot. 24).

Es la banda a que nos acabamos de referir que más al Oeste está a su vez cabalgada por el Eoceno, igualmente sin trastornos. Su disposición es netamente monoclinial y muy ordenada, y su regularidad está subrayada por la rectilínea alineación de una fina bancadita de yesos muy blancos. En la base, pasa a una banda de conglomerados marginales que se apoya sobre las calizas eocenas de San Lorenzo de Mongay (A-4). No es muy fácil aceptar así como

así la idea del cabalgamiento. También podría interpretarse como una serie oligocena adosada en aparente concordancia y análoga disposición sobre un complejo más antiguo y levantada luego en conjunto. Es, en realidad, una explicación más lógica.

UNIDAD DE SAN SALVADOR (A, B-3; fots. 9, 15, 25, 26 y 33).

Es ésta una pequeña unidad de intrascendencia tectónica general, pero que llama mucho la atención por los curvados muros verticales de calizas, muy llamativos en el paisaje para el viajero que se acerca a la presa de Camarasa. No es, en realidad, complicada, y si lo parece es por mero efecto de la combinación de los relieves geológicos y topográficos que dan lugar a las

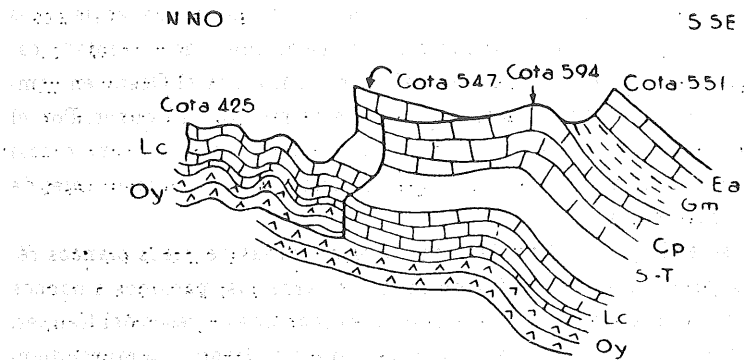


Fig. 19.—Cerro de San Salvador (A, B-3).

Oy	Oligoceno; yesos	Oligoceno.
Ea	Luteciense inferior; caliza de alveolinas	Eoceno.
Gm	Garumnense; margas rojas	Neocretáceo.
Cp	Campanense; calizas con rudistas	
S-T	Santonense-Turonense; arenas, areniscas con maciños	Liásico.
Lc	Calizas predominantes y margas	

pintorescas y vistosas barreras de calizas. Más interesante resulta su análisis estratigráfico, pues enfrente del Montroig, a muy poca distancia de él, y con el mismo yacente, presenta una serie algo más sencilla, y sobre todo muy reducida en espesores; por lo que es un magnífico testigo de la reducción de éstos hacia el Sur.

Diremos ante todo que la disposición de la famosa cota 544, o San Salvador (A, B-3), es meramente sinclinal en cubeta, y reproduce en pequeño las de San Jordi o Boada, a escala mucho más pequeña y con otra orientación.

La descripción en esa serie es como sigue:

Oy.—Yesos blancos del Rético, continuos con los del pie de Montroig.

Lc.—Calizas del Rético y Liásico, muy regularmente estratificadas.

S-T.—Niveles blandos; invisibles bajo los derrubios. Quizá representan al Turonense y Santonense.

Cp.—Calizas potentes, de fractura muy blanca, fina y cristalina. Campanense.

Gm.—Margas rojas vinosas y tierras verdes oscuras, sin yesos, en estratificación regular y bien marcada. Garumnense.

Ea.—Calizas en bancaditas finas y regulares, de estratificación perfectamente acusada, grisrojizas, con alveolinas grandes y pequeños miliolites. Eoceno.

Esta serie corresponde ya a la típica de las sierras marginales más externas y demuestra una reducción rapidísima al Sur de los espesores de la Sierra de Montroig, con la que está ligada por sus yesos basales del Rético, de modo que no hay lugar a duda alguna respecto a su continuidad. Ambas series están categóricamente *in situ*.

El Garumnense aparece en la collada de cota 511, pero hay allí un banquito calizo, que divide aquélla en dos, marcando a un lado y otro dos bancos blandos (conjunto 5 del corte) de modo que el Garumnense aquí presentaría aún las calizas (Gc) intercaladas, como en la serie septentrional y en la Sierra de Boada.

Los llamativos muros calizos están constituidos por las calizas de alveolinas (Ea) y garumnenses, llevadas a la vertical por el empuje de un Trías extrusivo contiguo, que taja las formaciones cretáceas y jurásicas sin dejarlas llegar al río Segre. Aquéllas, por el contrario, llegan hasta los aluviones, y en el flanco S. incluso lo cruzan, llegando hasta el pueblo de Camarasa, que se asienta, en parte, sobre ellas.

Salvo por donde reposa sobre los yesos réticos, esta unidad está cortada por salidas de Keuper, que en su contacto adquieren carácter extrusivo, o aparece en parte recubierta por conglomerados oligocenos, con gran pendiente (52° S.) y discordancia bastante neta.

MANCHA TRIÁSICA DE CAMARASA (A, B-3, 4).

Es una pequeña mancha que ofrece la peculiaridad de mostrarse regular y uniforme y se dispone en la charnela de un anticlinal muy neto que forman allí los yesos réticos, los cuales, desmantelados por la erosión, muestran aún algún que otro ojal de Keuper (B-3).

BANDA OLIGOCENA AL E. DE CAMARASA (A, B-3, 4).

Al S. de la zona que hemos descrito ahora, se extiende una banda oligocé-

na delineada en su margen por una gruesa bancada de yesos blancos, y que forma parte de la gran extensión del Oligoceno, al Sur.

En Camarasa se aprecia a perfección (fig. 20) cómo los bancos de yesos son basales, pues en ese esquema On es el Oligoceno de facies normal; Oy, bancadas muy regulares de yesos blancos; On', margas hojosas rojas interstratificadas con yesos; Oc, el nivel auténticamente basal del Oligoceno, muy curioso,

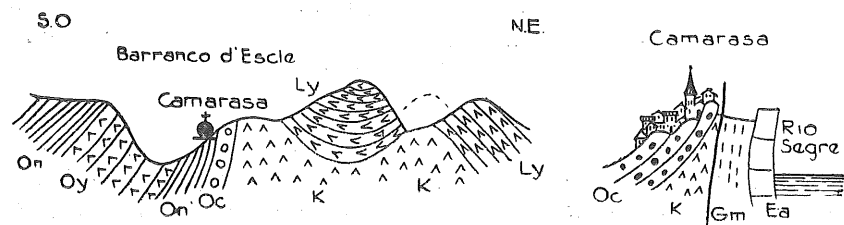


Fig. 20.—Cortes por Camarasa (A, B-3, 4).

Oc	Oligoceno; conglomerados	} Oligoceno.
On	Oligoceno normal	
On'	Oligoceno	
Oy	Oligoceno, yesos	
Ea	Luteciense inf.; caliza de alveolinas	Eoceno.
Gm	Garumnense; margas rojas	Neocretáceo.
Ly	Retiense; yesos	Liásico.
K	Keuper	Triásico.

constituido por calizas y calizas brechoides compactísimas y muy regulares, con hiladas intercaladas de margas muy rojas, todo ello típicamente Oligoceno; Ly son los yesos blancos del Rético; K, los yesos y margas abigarrados del Keuper.

Este Oligoceno, más al E. se divide en dos bandas; una, que lleva los yesos, queda pinzada en posición vertical en un repliegue del Keuper que sale bajo el anticlinal de Sierra Carbonera (B-3, 4).

Isleos cretáceos aislados, y por consiguiente difíciles de relacionar, surgen bajo el Oligoceno y flotan sobre el Keuper. Nos encontramos frente a la terminación de la unidad de Boada y sinclinal de Rubió, ya estudiados.

UNIDAD DE SAN LORENZO DE MONGAY (A-4; fot. 2).

Esta curiosa unidad tectónica está constituida por un complejo cabalgamiento, probablemente un pliegue falla. La mayor parte de esta sierra se extiende por la hoja contigua y debe consultarse el mapa de Misch, ya que en la reducida área que presenta en la nuestra no han podido multiplicarse las observaciones, y éstas resultan un poco confusas,

Nos ha parecido ver que sobre el Trías abigarrado K, que está en la base de la serie y sólo se ve a retazos, medio oculto por el aluvión del río (aquí en terrazas muy bien marcadas y potentes), vienen calizas tableadas y carniolas, Ks, que soportan yesos blancos, Ly, que hemos de atribuir al Rético por ana-

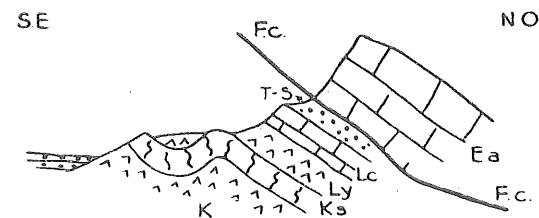


Fig. 21.—Sierra de San Lorenzo de Mongay (A-4).

Ea	Luteciense inferior; caliza de alveolinas	Eoceno.
S-T	Santonense-Turonense; arenas, areniscas y maciños	Neocretáceo.
Le	Calizas predominantes y margas	Liásico.
Ly	Retiense; yesos	} Triásico.
Ks	Keuper; calizas Suprakeuper	
K	Keuper	

logía de todos órdenes con los de Montroig. Encima calizas oscuras del Liás inferior, en corridas regulares pero discontinuas por estar en parte ocultas bajo la cabalgadura. Y se ven sobre ellas, en forma confusa pero inconfundible, las arenas y areniscas (T) del Turonense en algún asomito.

Por encima, y cabalgando ese conjunto, viene una poderosa masa de calizas, cuajadas de grandes y bonitas alveolinas, que sustenta una masa de conglomerados oligocenos.

Esta unidad continúa al E. de Camarasa con análogas características, para ofrecer al N. del Cerro Monteró (cota 579, A-4) una originalísima y muy curiosa disposición, muy bien vista por Misch. Allí se pliega todo el conjunto, cabalgante y cabalgado, en un agudo repliegue anticlinal-sinclinal que queda muy bien puesto de manifiesto al ser tajado por el río. En el anticlinal, las calizas de alveolinas contornean el Liásico bajo, que a su vez muestra el Keuper en la extensa mancha del Monteró. Este Keuper, de escandalosos yesos de vivos colores, ha aplastado una tabla de calizas tableadas contra otra de calizas de alveolinas, haciéndolas aparecer como concordantes. Estos yesos son continuos, bajo el Cuartario, con los que están en la base de la Sierra de Mongay. El otro repliegue es sinclinal y en él son visibles por lo menos el Turonense, Campanense y Garumnense, en espesores muy reducidos. Éstos aparecen en el fondo del sinclinal, que es de eje muy levantado y cuya bóveda se acusa perfectamente, estando rodeados por el Liás, siempre en el contacto

normal de la cabalgadura. Este sinclinal formaría anticlinal con la Sierra de San Salvador. Pero la enorme masa de conglomerados, algo plegados, de Monteró y su prolongación en la orilla opuesta, aísla este accidente impidiendo la observación de sus conexiones.

UNIDAD DE MONTERÓ (A-4; fots. 2, 17 y 36).

Es la que se presenta al SE. de esta cota y constituye, en cierto modo, una réplica de la del cerro San Salvador, pues es una cubeta de parecida constitu-

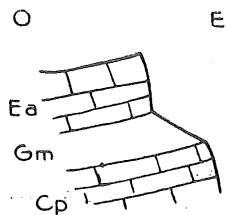


Fig. 22.—Sierra de Monteró (A-4).

Ea	Luteciense inf.; caliza de alveolinas ...	Eoceno.
Gm	Garumnense; margas rojas	} Neocretáceo.
Cp	Campanense; calizas con rudistos	

ción estratigráfica, pero mucho menos acusada tectónicamente y también con espesores aún más reducidos y serie más esquemática, como corresponde a su situación más meridional.

Las calizas de alveolinas (Ea) que constituyen el fondo, están contorneadas por el Garumnense (Gm) en reducidos espesores, que aparece como arcillas rosadas y brillantes yesos y se observa bastante bien en las colladitas, el cual se apoya en calizas grises (Cp) tendidas y de gran regularidad que suponemos ya campanenses. No hay afloramiento de formaciones más bajas, salvo algún retazo de yesos del Keuper. Limita con el Oligoceno en todos lados, ya con los yesos axiales del gran anticlinal, ya con la facies normal, ya con conglomerados que se superponen en discordancia.

Esta es la unidad tectónica más meridional entre las que arman en formaciones más antiguas que el Oligoceno.

Veamos ahora los accidentes más importantes entre los que arman en el Oligoceno y luego haremos una breve revisión de los distintos caracteres de los contactos de esta formación con el conjunto plegado secundario-eoceno, indispensable para poder enjuiciar totalmente la tectónica y orientarnos sobre la edad y carácter de los plegamientos.

ANTICLINAL DE CUBELLS (A, B, C, D, E-4; fot. 29).

Denominamos así el gran anticlinal de núcleo yesífero que corre de Oeste a Este por todo el borde meridional de la Hoja. Procede de la hoja de Pons, contigua por el E., donde aparece como un complejo de anticlinales ramificados y divergentes, que se van uniendo en haz, hacia el O., y que aún entran en esta Hoja como dos anticlinales, separados por un breve pero agudísimo sinclinal de flancos verticales, en cuyo fondo reposa la facies normal. Todo el anticlinal o anticlinales tiene su charnela en yesos, acumulados en un potentísimo conjunto o revuelta masa de yesos blancos, estrujados y replegados, donde se ven intercalaciones de margas blancas. Es imposible seguir las hileras en los repliegues y, por ende, averiguar su verdadero espesor.

A la altura de Tudela de Segre (E-4) vuelven a separarse por arquearse notablemente la rama septentrional, que asciende en aguda curva hasta Artesa de Segre (D-3), donde quedan perforados y dan salida al diapiro así denominado. Entre ambas ramas queda la bonita cubeta, con la facies normal en su fondo, de Tudela de Segre (E-4), de forma muy marcada por la continuidad de los estratos, que aparecen muy levantados.

Más allá se unen ambas ramas en un anticlinal unitario, siempre de flancos muy empinados, casi verticales, a ambos lados de los yesos de la charnela.

Entre el anticlinal y la depresión oligocena de Rubió (ya descrita por razones de continuidad en la descripción) queda comprendida la cubeta de Foradada (C-3, 4), perfectamente delineada por una bancada de yesos basales (fig. 11); sus flancos están igualmente muy empinados. Rebasado Cubells (C-4), cuyo pueblo está situado pintorescamente en el mismo borde de los yesos, sobre las capas casi verticales del flanco meridional, el anticlinal ha estrujado al N. el resto del Oligoceno, que aparece como un sinclinal volcado al S. sobre sí mismo, de modo que sus flancos se ofrecen confundidos en una masa isoclinal de facies normal que buza al N., y cuyo borde septentrional aparece igualmente delineado por una bancada continua de yesos basales; el cierre periclinal de esta cubeta volcada aún se marca bien por el O., al E. del cerro Monteró (A-4); los yesos basales bordean igualmente esta cubeta.

El anticlinal se bifurca nuevamente al S. del Monteró (A-4), y la facies normal aparece de nuevo, sinclinalmente plegada, en la charnela yesífera. Todo el conjunto oligoceno queda anegado poco más al Oeste por el Cuartario de terrazas del Segre, y de esta manera se sustrae a la observación su oblicuo encuentro con la Sierra de San Lorenzo, que quizá cabalga al Oligoceno, y Misch, que ha recorrido la región al Oeste, lo señala en efecto cabalgado, como era lógico suponer por el oblicuo encuentro de ambas unidades tectónicas.

ANTICLINAL DE MONTARGULL (D-2, E-1).

Ya nos hemos ocupado antes (unidad de San Mamet, unidad de la Sierra de Sant Armengol) de este accidente, discutiendo si existe o no continuidad con otros accidentes de la serie secundario-eocena. No cabe duda que el elemento de Sant Armengol (D-2) aflora mediante erosión de su charnela. Luego sigue en dirección NE., por Sant Armengol, donde está poco acusado, siendo estrecho y no muy acusado, entre extensiones horizontales de facies normal, para acusarse mucho más en Montmagastre (E-1), donde es muy agudo y da salida al diapiro de ese nombre; más allá se pierde en una zona tabular-indefinida.

Este anticlinal no muestra en sitio alguno los yesos basales en su charnela.

Entre él y el de Cubells el Oligoceno de facies normal se extiende horizontalmente o con muy leves pendientes.

DIAPIRO DE ARTESA DE SEGRE (D-3; figs. 23 y 38; fots. 6 y 10).

Ya hemos hablado de su situación en el eje de una de las ramificaciones del anticlinal de Cubells.

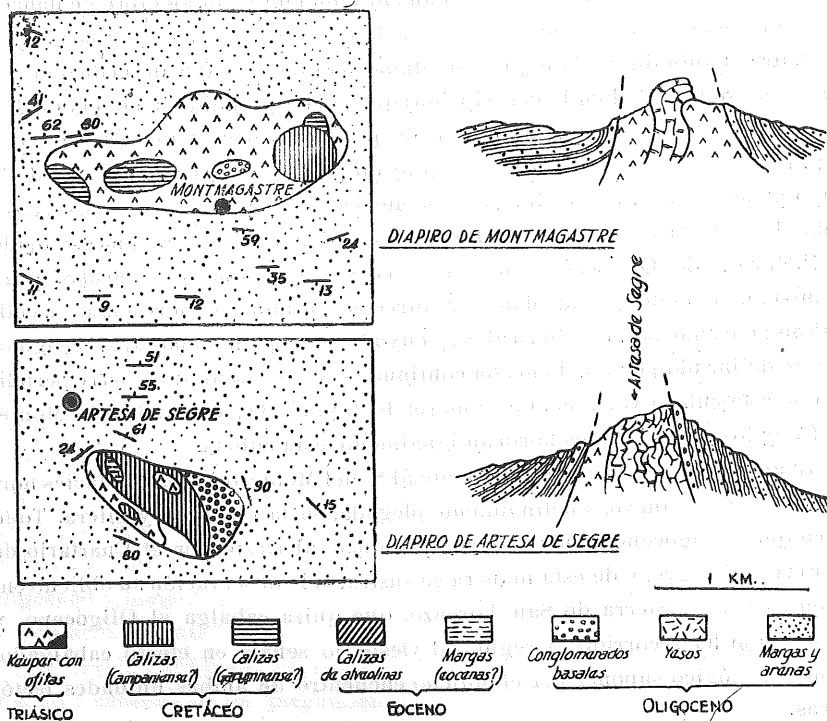


Fig. 23.

Está constituido por margas del Keuper con ofitas descompuestas en bolos, que arrastra diversos pitones de calizas de diferentes edades, pero cuyo mayor elemento es Campanense con rudistos.

Fue objeto de descripción detallada por Misch (20), y en el trabajo titulado «Diapirismo» (22, págs. 112-115). En la fig. 23 a aparecen las interpretaciones tectónicas de este accidente, según nosotros y según Misch.

Hay que añadir que, dada la presencia de conglomerados basales en esta estructura, apoyándose normalmente sobre las calizas cretáceas, y pasando también normalmente a la facies oligocena que lo rodea, es evidente, como muy acertadamente señala Misch, que ya existía como relieve antes de reforzarse diapíricamente.

DIAPIRO DE MONTMAGASTRE (E-1; figs. 23 y 39).

Ubica igualmente en el eje de un anticlinal oligoceno, el de Montargull. Su disposición y forma descritas, como en el caso del anterior diapiro, por Misch y por nosotros, se representa en la fig. 23 b.

Por las mismas razones que el anterior resulta claro, de acuerdo con la interpretación de Misch, que existía ya como relieve anteriormente a su reforzamiento diapírico.

Cuando los estudiamos hace años lo hicimos independientemente de su encaje regional, lo que siempre es peligroso cuando se enjuicia una estructura geológica, por clara que parezca.

CONTACTOS DEL OLIGOCENO Y LA SERIE SECUNDARIO-EOCENA.

Es de gran interés tectónico, y necesario para analizar las edades de los plegamientos, el estudio y descripción de la variedad de estos contactos.

La dificultad principal para establecer la época de aquéllos estriba en que para datarlos no hay otro criterio que las discordancias oligocenas, y por la continuidad de esta formación no subdividida, por su ausencia de fósiles característicos y por el hecho de que los conglomerados marginales no se pueden tampoco datar y existen sólo en los bordes como tránsito lateral de una facies contigua, resulta imposible llegar a consideraciones muy terminantes. No obstante, podemos llegar a averiguar, como resultará del estudio de los contactos, que existe un plegamiento anterior al Oligoceno, de fase pirenaica; que la actividad no se extingue durante el Oligoceno, sino que persiste en pulsaciones probablemente irregulares e irregularmente distribuidas, y que un intenso plegamiento afecta finalmente a toda la zona a finales del Oligoceno, es decir, correspondiendo a la fase sálica.

Elijamos, por ejemplo, la zona del sinclinal oligoceno de Rubió (C-3, 4) y contiguas para examinar la variedad de tipos de contacto y posiciones tectó-

nicas relativas. Allí hay un contacto muy interesante, pues el Oligoceno descansa, por medio de bancos de yesos, sin facies detrítica alguna y en sedimentación química muy tranquila, sobre calizas eocenas de alveolinas. Aunque el contacto es concordante debe serlo sólo aparentemente; una leve emersión

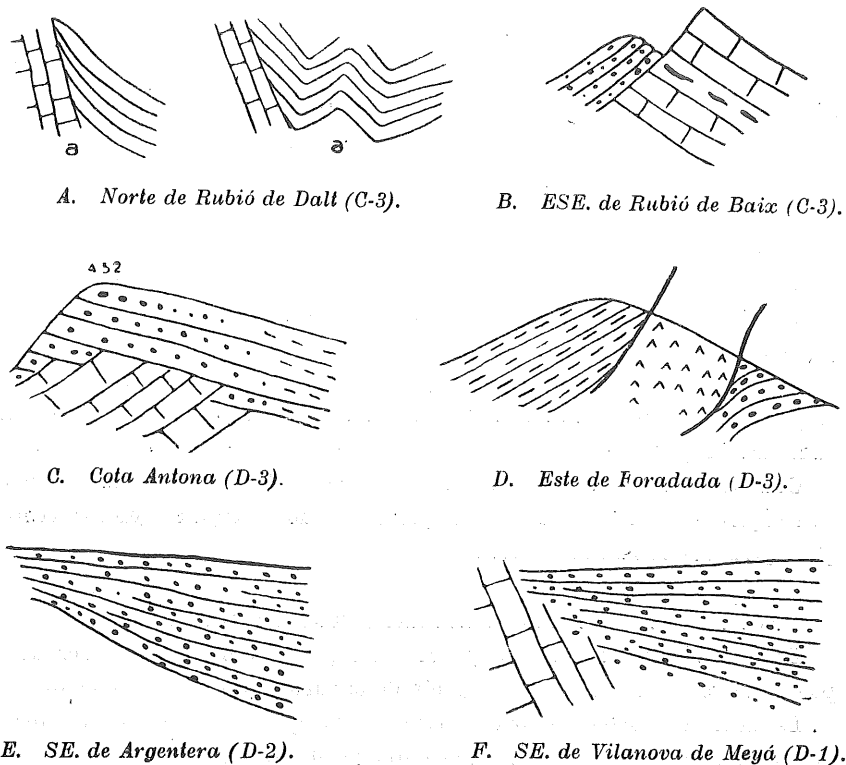


Fig. 24.

preoligocena ha debido elevar el fondo eoceno casi horizontalmente, ofreciendo a la erosión la parte más alta del Eoceno; una erosión muy reposada, pues no hay rastro de formación detrítica basta en esa zona. Las capas de yesos basales rodean la masa caliza y pasan al S. de ella, pero allí están verticales o bastante levantadas en contacto con el Keuper o con el Cretáceo; estos movimientos son intra o postoligocenos. Tenemos pues aquí señaladas la fase pirenaica suave y una fase intraoligocena o sálica, más violenta.

Al N. de Rubió de Dalt (fig. 24 A) el Oligoceno de facies normal se levanta bruscamente al contacto con el Cretáceo, sobre el que se apoya en neta discor-

dancia mediante areniscas amarillas claras en banquitos poco hechos; son aún las hiladas basales, y la discordancia acusa un plegamiento pirenaico suave. El plegamiento conjunto es intraoligoceno o sálico, y en a' de la figura 23 muestra, por su disposición, una gran analogía con el representado en la fig. 19 de la hoja de Apiés, en las sierras marginales oscenses.

Al O. de Foradada (C-3) el Oligoceno basal está en contacto concordante (fig. 11) con calizas cretáceas, mediante facies nada detríticas de arcillas tabeadas, muy finamente hojosas, con preciosos ripple-marks, en régimen de sedimentación muy tranquila, puesto que además hay bancos de yesos, y sin embargo más al E. el contacto se hace mediante bancos de conglomerados. El hecho de que el Oligoceno basal no detrítico se apoye unas veces en el Cretáceo, otras veces en el Eoceno, confirma el que su deposición tranquila se ha hecho sobre un yacente secundario-eoceno, plegado sin violencia preoligocenamente y ya erosionado. La presencia de conglomerados indica movimientos más bruscos, locales, ya intraoligocenos.

Todo este Oligoceno de la zona sinclinal de Rubió está evidentemente plegado postoligocenamente, en fase sálica y violentamente, ya que el sinclinal aparece semicabalgado por la cubeta de Boada, y a su vez tiende a cabalgar mediante la serie eoceno-secundaria de su flanco meridional al sinclinal oligoceno de Foradada.

Daremos ahora un vistazo a otras zonas, por ejemplo la de Monsonís.

En la Ermita de Salga (C, D-3) el Oligoceno de facies normal se apoya sobre calizas de alveolinas mediante bancaditas apenas discordantes y muy calizas, también arenosas, grisáceas, duras, con alguna pudinguija, pero como no tiene auténticos conglomerados puede considerarse como facies normal, cuyo aspecto adopta en seguida de alejarnos de las calizas. Parece evidente una influencia clara del yacente calizo sobre el carácter del Oligoceno en el contacto indicando una formación *in situ* de los depósitos locales, carácter que no tenían los finos sedimentos de los contactos anteriormente descritos; parece indicar una pulsación muy suave intraoligocena.

Al ESE. de Rubió de Baix (edición del año 1932) o Rubió de Soler (edición del año 1950) (C-3), el Oligoceno se apoya mediante una discordancia muy acusada (fig. 24, B) sobre el complejo secundario-eoceno; el Oligoceno tiene areniscas y pudinguijas, con estratificación cruzada, con facies que se ajusta bastante de la normal y que poco más allá está representada por bancos gruesos y compactos de conglomerados, aunque el contacto mismo está integrado por areniscas y pudinguijas. Dado que este Oligoceno, por su posición

en la serie, no es basal, indica ese contacto discordancia deposicional sobre plegamientos preexistentes, y movimientos suaves intraoligocenos.

En Monsonís el Oligoceno de facies normal se apoya sobre el complejo secundario-eoceno, teniendo como yacente la caliza de alveolinas o el Keuper. Parecería haberse dispuesto horizontal y discordante sobre aquélla, en un relieve de fase pirenaica en régimen de sedimentación tranquila, sin conglomerados basales ni marginales. Además se trata de la parte basal de la formación, ya que bajo el pueblo de Monsonís se encuentran los bancos de yesos blancos.

Este Oligoceno se encuentra ahora muy levantado en el contacto, sobre todo con el Keuper, cuyo empuje lo ha colocado en posición vertical; las pendientes son mucho menores en cuanto nos alejamos de la serie secundario-eocena y se adaptan inmediatamente a la dirección del anticlinal de Artesa. Se trata, pues, de un movimiento sáxico violento, pero de poco desplazamiento horizontal en la masa secundario-eocena, y acompañado de extrusión de Keuper al mismo tiempo que se pliega el Oligoceno.

En la cota Antona (432 m., D-3), al N. de Monsonís y al otro lado del Segre, la discordancia es muy neta y bien marcada (fig. 24 C).

Inmediatamente al E. de Foradada (D-3) el contacto está expresado en la figura 24 D.

La presencia del Keuper en afloramientos anteriores al Oligoceno es neta, pues éste se apoya con frecuencia, tanto por su facies normal como por conglomerados, sobre aquél, pero donde es curioso examinar el contacto es en la mancha existente entre Cluá y Baldomá (D-2). En su borde meridional el Oligoceno tiene su facies normal, pero afectada de un color rojo de vivísimos tonos, sin restos de conglomerados, y en su composición entra mucha arcilla roja. En cuanto nos alejamos su color es mucho más pálido y afecta la tonalidad normal. El depósito se hizo *in situ* a expensas del Keuper aflorante. Indica, pues, movimientos pirenaicos de violencia seguidos de erosión intensa. La posición vertical del Oligoceno en contacto con el Keuper, indica extrusión sáxica de éste, de tipo diapírico, ya que en cuanto nos alejamos adopta en seguida pendientes muy suaves.

Al N. de Alentorn (D-2) el Oligoceno reposa muy tendido, tanto en facies normal como de conglomerados, y mediante acusada discordancia sobre el Campanense y el Turonense.

Discordancias progresivas no muy agudas, pero sí muy netas, se acusan en las ingentes masas de conglomerados al E. de Argentera (fig. 24 E). En el mapa y en el terreno se señalan con toda nitidez por la convergencia de rumbos e hiladas. Lo mismo ocurre al SE. de Santa María de Meyá, donde el Oligoceno es discordante (fig. 24 F) consigo mismo y con las calizas cretáceas. Ambos casos indican movimientos intraoligocenos.

Los conglomerados oligocenos reposan también sobre el Eoceno alto al N. y NO. de Santa María de Meyá. Se trata de materiales detríticos, que en la base, al menos, son autóctonos, como indica su carácter brechoide, de canto anguloso e irregular, que hacia arriba se vuelve pronto más redondeado. Pero este Eoceno está cabalgado por el Montsech, que a su vez está anegado por conglomerados oligocenos. Tenemos, pues, aquí registrados netamente los movimientos pirenaicos, con intensa erosión, los movimientos intraoligocenos y los sáxicos.

El carácter autóctono de los conglomerados está igualmente confirmado en las masas al S. de San Mamet (B, C-2) y de Cuá (D-2). Tanto en un lugar como en otro, la base de estas masas está compuesta por elementos de gran tamaño de roca apenas trabajada, *in situ*, que poco a poco se hace menos angulosa, más rodada y más pequeña.

Es difícil muchas veces señalar dónde termina la caliza y dónde empieza el conglomerado.

Hemos presentado ahora suficiente número de casos que nos permiten llegar ya a las conclusiones.

Las posiciones relativas del Oligoceno y las restantes formaciones nos testimonian los siguientes movimientos: anteoligocenos, de fase pirenaica, de intensidad y localización muy variables, que puede conducir a las suavísimas discordancias o a aparentes o reales concordancias, seguidas de erosión que, ayudada por la disposición tectónica creada, ha llegado incluso al Keuper. Plegamientos intraoligocenos, de localización irregular y de intensidad menor, que dan lugar a discordancias progresivas en el Oligoceno. Plegamientos sáxicos intensos que han reforzado los accidentes anteriores, llegando a crear cabalgamientos y dado lugar a una viva extrusión salina del Keuper, e igualmente a un semidiapirismo salino en el Oligoceno.

... de la Hoja de Balaguer, en el Liásico, Cretáceo y especialmente en el Eoceno, terreno este último que ha dado lugar a los paleontólogos a determinar una crecida cantidad de especies nuevas.

Si a esta abundancia añadimos la complicación tectónica de la Hoja y la cantidad de afloramientos existentes, se comprenderá que su estudio paleontológico sistemático requeriría una extensión que se sale de los límites prudentiales de un capítulo, para constituir una verdadera monografía. Por estas razones, nos limitamos a reseñar las especies más características entre las que hemos encontrado, dando al final la lista de especies nuevas eocenas de las que tenemos noticia, procedentes de esta Hoja.

Al estudiar los fósiles encontrados en el Liásico, Cretáceo y Eoceno, se ha observado que en el Liásico y Cretáceo abundan los braquiópodos, especialmente los de tipo *Zeilleria* y *Rhynchonella*. En el Eoceno, además de los braquiópodos, se encuentran también fósiles de otros grupos, como los *Waldheimia* y *Buchardia*.

En el Liásico, se han encontrado fósiles de *Zeilleria* y *Rhynchonella*. En el Cretáceo, se han encontrado fósiles de *Zeilleria* y *Rhynchonella*. En el Eoceno, se han encontrado fósiles de *Waldheimia* y *Buchardia*.

IV

PALEONTOLOGÍA

Son en general abundantes los fósiles en el Liásico, Cretáceo y especialmente en el Eoceno, terreno este último que ha dado lugar a los paleontólogos a determinar una crecida cantidad de especies nuevas.

Si a esta abundancia añadimos la complicación tectónica de la Hoja y la cantidad de afloramientos existentes, se comprenderá que su estudio paleontológico sistemático requeriría una extensión que se sale de los límites prudentiales de un capítulo, para constituir una verdadera monografía. Por estas razones, nos limitamos a reseñar las especies más características entre las que hemos encontrado, dando al final la lista de especies nuevas eocenas de las que tenemos noticia, procedentes de esta Hoja.

Liásico

Cerca de Alós de Balaguer, junto al Segre, al Sur de la cota Penarriba (B-3), hemos encontrado abundantes braquiópodos que atribuimos al Charmutiense en las margas Lm.

- Waldheimia* aff. *cadomensis* Desl.
- Zeilleria* *cornuta* Sow.
- Rhynchonella* *tetraedra* Sow.
- *buchardii* Dav.

Otro yacimiento, también bastante abundante, de este mismo piso charmutiense.

tiense, lo hemos visto a 500 m. al Norte de Vilanova de Meyá, en el borde de la Hoja (D-1). Contiene las siguientes especies:

- Terebratula subpunctata* Dav.
— *subovoides* Roem.
Waldheimia aff. *cadomensis* Desl.
Pecten aequivalvis Sow.
— *priscus* Schlot.

Al Este de Vilanova de Meyá, al pie de Montsech, hemos encontrado otro yacimiento en capas bastante trastornadas, junto a la falla, en el que se ven próximas especies del Aaleniense y del Lías inferior, pues hemos recogido *Arietites bisulcatus* Brug. del Lías inferior, y muy cerca varios ejemplares de *Terebratula infraoolitica* Desl. y *Gryphaea sublobata* Desl., del Aaleniense.

Neócretáceo

En este terreno, el nivel fosilífero más bajo que hemos encontrado corresponde al Angoumiense. En el camino de la presa de Camarasa a Masana, sobre la casa de máquinas (B-2), existe un yacimiento de rudistas, atribuibles a este piso, tramo T, de los que se han clasificado los siguientes:

- Vaccinites petrocoriensis* Douv.
— aff. *petrocoriensis* Douv.
Orbignya requieni var. *resecta* Defr.
Sphaerulites palera Arnaud.

A un nivel un poco más alto, hemos encontrado también un inoceramus sin determinación específica, y en el túnel junto al Noguera, al Norte del barranco de San Pedro (A-2), se encuentran también algunas rhynchonella turonenses, de las que se han determinado *R. lamarchiana* d'Orb. y *R. cuvieri* d'Orb. Finalmente, en el camino alto de la Masana a Alós (B-2), hemos encontrado *Vaccinites cornuvaccinum* Bronn.

En el Senonense, se encuentra al Sur de la Masana, en el barranco de Figueretas (A-2) el Campanense, representado por *Hippurites (Orbignya) heberti* var. *vidali* Douv.-Math. e *H. (Orbignya) maestrei* Vid.

El Maestrichtense de la Sierra de San Mamet es rico en orbitoides, generalmente en secciones de difícil determinación específica, y algunos otros fósiles poco característicos en general.

Al Sur de Peralba, y en el camino de este pueblo a Malagostá (B-1), se encuentra *Orbitella media* d'Arch., con algunos tallos de *Pentacrinus bronni* ? Quenst.

En lo alto de la sierra también están los orbitoides con *Pecten catalaunicus* Vid., y en la vertiente sur, en la subida desde la presa de Camarasa, recogimos *Apricardia sicoris* Astre, con algunos otros fósiles de difícil determinación específica.

Eoceno

Hemos visto ya que el Eoceno ofrece características muy diferentes al Sur de la Sierra de San Mamet y al Norte de la misma, al pie del Montsech, diferencia que se refleja en la abundante fauna fósil que casi siempre acompaña a las rocas de esta edad.

En la porción meridional, las calizas eocenas, que de manera más o menos discontinua afloran desde Baldomá (C-2) a San Lorenzo de Mongay (A-4), contienen casi constantemente abundantes *Alveolina subpyrenaica* Leym. y miliolites. Además, en el molino de Fontllonga, junto al Segre (A-1), y en la Sierra Mosquera, al SO. de Baldomá (C-3), hemos recogido, juntamente con estos fósiles, *Flosculina globosa* Leym.

En San Lorenzo de Mongay (A-4), las calizas eocenas contienen *Alveolina elongata* d'Orb. y *A. gigantea* Checc.-Risp., especies que ya señalamos en nuestra explicación de la hoja de Apiés, y que indican que la caliza de alveolina no queda acantonada en el Eoceno inferior, sino que alcanza hasta el Luteciense.

La continua faja eocena que se desarrolla al pie del Montsech, por la Baronia, Peralba, Vilanova de Meyá y Elva, ofrece una fauna también abundante, pero mucho más variada que las que venimos de ver. Los niveles calizos inferiores, contienen también *Alveolina subpyrenaica* Leym., *Flosculina globosa* Leym., *Miliolites* sp. y algunas *Operculina* sp., pero en los niveles margosos, además de alveolina se encuentra una cantidad notable de otros fósiles, de los que Cossmann ha obtenido bastantes especies nuevas que citamos más adelante.

A lo largo de esta faja de margas, nosotros hemos recogido las siguientes especies, a más de los foraminíferos ya citados:

Nummulites sp.; Sur de Peralba, Gársola.
Assilina sp.; camino de Valderiet.
Cidaris sp. (espículas); Sur de Vilanova de Meyá.
Terebratula sinuosa Sacco; Coll de Orenga.
 — *agelensis* Donc.; Vilanova de Meyá.
Terebratulina tenuistriata Leym.; Gársola.
Lucina corbarica Leym.; SO. de Peralba.
Spondylus peradherens Donc.; La Baronía.
Ostrea moussolensis Astre; Sta. María de Meyá, Coll de Orenga.
 — *perangusta* Donc.; Figuerola.
Ostrea rectiensis Forbes; Coll de Orenga.
 — *aff. longirostris* Lmk.; Peralba.
 — *sicardi* Donc.; Vilanova de Meyá.
 — *rarilamella* Mell.; Vilanova de Meyá.
Ampullina vidali Cossmann; Santa María de Meyá, Coll de Orenga.
Potamides orengae Vid.; Santa María de Meyá.
Sycum pyrenaicum Cossmann; Santa María de Meyá.
Odontaspis sp.; La Baronía.

Especies nuevas de la Hoja de Artesa de Segre

Existen varias especies nuevas, determinadas con materiales procedentes de recogidas efectuadas en el ámbito de la Hoja, en su mayoría correspondientes al Eoceno, que tan rico en fósiles se muestra en esta región, y que han sido determinadas por los autores Dubar, Bataller, Pfender y Cossmann.

Dubar, con materiales procedentes de varias localidades, una de ellas Camarasa, determinó las nuevas variedades de terebrátulas del Toarcense:

Terebratula jauberti Desl. var. *leymeriei* Dub. y
 — — — — *pirenaica* Dub.

y también Bataller describe (4) *Pleuromya marini* Bat. del Toarcense de Camarasa.

A Pfender (21) debemos cuatro nuevas especies, procedentes del Eoceno de la colina de San Salvador, de Camarasa:

Archaeolithothamnium lugeoni Pf.
 — — — — *ouliani* Pf.
Solenomeris douvillei Pf.
Lithothamnium camarasai Pf.

Cossmann (8), estudiando ejemplares eocenos recogidos al pie del Montsech, desde Peralba a Vilanova de Meyá, creó bastantes especies y variedades de moluscos, casi todos gasterópodos, que describe y figura en el trabajo de referencia y cuya relación es la siguiente:

Pycnodonta peraubensis Coss.; Peralba.
Turritella ataciana d'Orb. var. *peraubensis* Coss.; Peralba.
Nerita vidali Coss.; Peralba.
Bezanconia pyrenaica Coss.; Santa María de Meyá.
Batillaria supracincta Coss.; Peralba.
Potamides montsecanus Vid. in Coss.; Vilanova de Meyá.
 — *tactospira* Coss.; Peralba.
Tympanotonus orengae Coss.; Vilanova de Meyá.
 — *peraubensis* Coss.; Peralba.
Parvisipho (Andonia) hispanicus Coss.; Peralba.
Murex cortazari Coss.; Peralba.
Sycum pyrenaicum Coss.; Peralba.
Diastoma hispanicum Coss.; Peralba.
 — *aciculatum* Coss.; Peralba.
Benoistia bofilli Coss.; Peralba.
 — *pyramidatum* Coss.; Peralba.
 — *vidali* Coss.; Peralba.
Goniobasis ? vidali Coss.; Peralba.
Melanopsis malladae Coss.; Peralba.

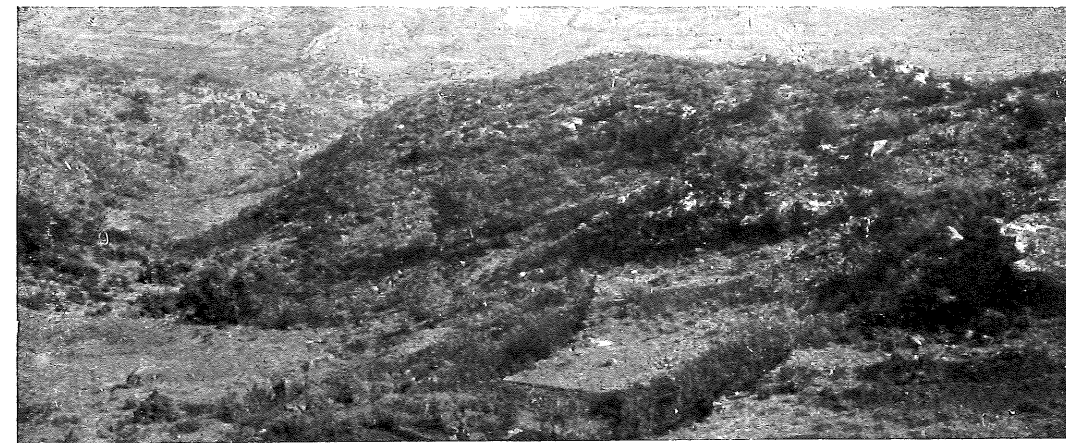
En total 23 especies y tres variedades nuevas.



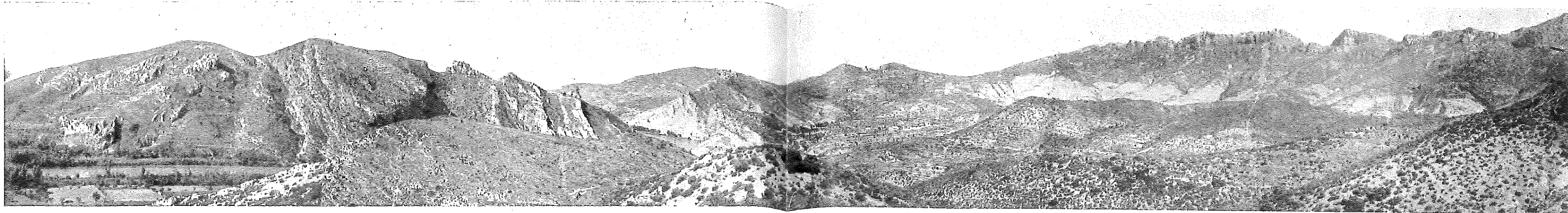
Fot. 21.—Discordancia del Oligoceno sobre calizas eocenas.



Fot. 22.—Baldomá (D-2), al pie de su cerro oligoceno.

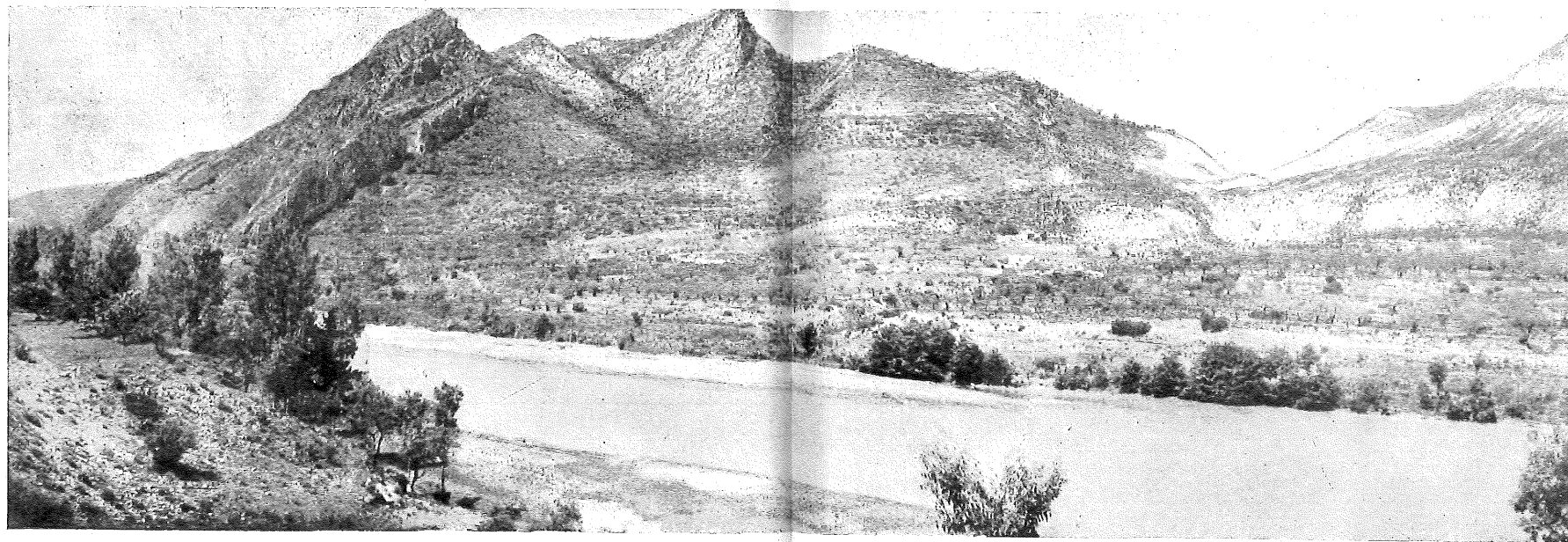


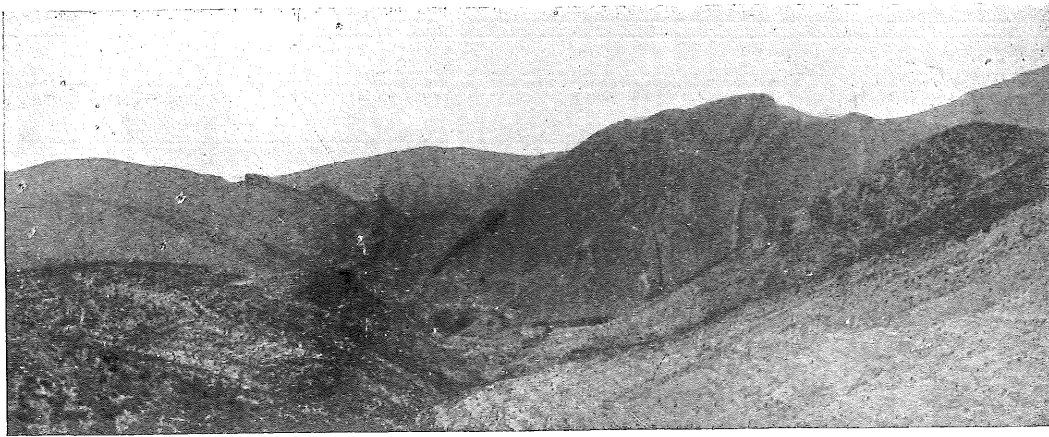
Fot. 23.—Barranco de la fuente de la Forradella, donde afloran las bauxitas de la mina «Ara-celi» (C-3). A la derecha las dolomías del Dogger. A la izquierda, en el mismo borde de la fotografía, las arenas turonenses.



Fot. 24.—A la izquierda la Sierra de Monteró, medio recubierta por la derecha por la masa de conglomerados oligocenos. A la derecha y al fondo la Sierra de San Lorenzo. En el centro de la foto y al fondo el Coll de Llorens (A-3), que separa aquella sierra del Montroig, que se extiende por la derecha hasta el borde de la foto. Los yesos réticos blanquean en la base. Las calizas tableadas del Lías son visibles en cejo, por encima. Luego vienen los tramos blandos de margas liásicas y después las feas dolomías en extinción hacia el Oeste. Una falla las desgaja cerca de la cruzada collada. Corona el Cretáceo superior con sus calizas campanenses.

Fot. 25.—El cerro de San Salvador (A-3), desde el pie de la Sierra de San Jordi. Los yesos réticos del pie del Montroig son visibles a la derecha y llegan hasta el San Salvador.

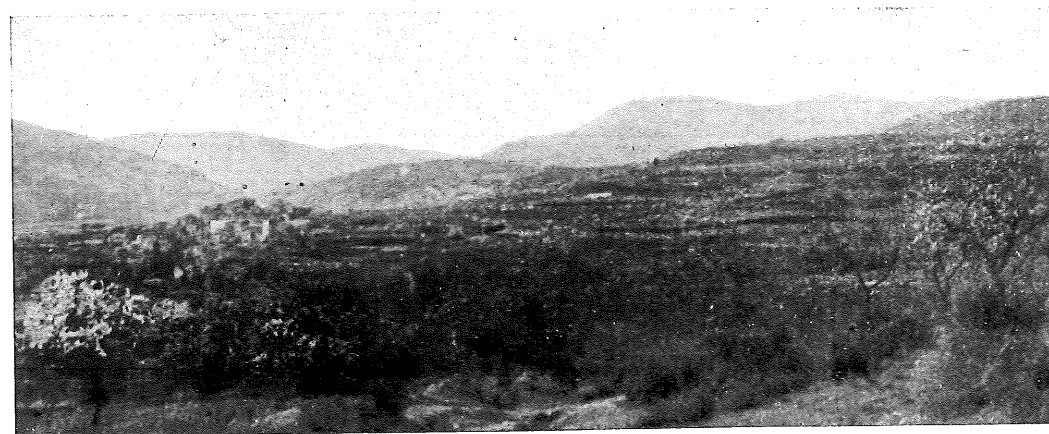




Fot. 26.—El cerro de San Salvador (A-3) visto desde las estribaciones del San Jordi (B-3). En primer término, a la derecha, los yesos réticos; a la izquierda el Keuper.



Fot. 27.—La cúpula de San Mamet (B, C-1. 2), vista desde el Sureste.



Fot. 28.—Vista típica del Oligoceno del gran anticlinal y, al fondo, las sierras Carbonera y San Mamet.

V

HISTORIA GEOLÓGICA DE LA REGIÓN

No sólo en esta Hoja, sino en una extensísima área que excede en mucho a la de las sierras marginales, es el Triásico medio o superior la más baja de las formaciones aflorantes. En efecto, los plegamientos han tenido siempre lugar mediante despegue y deslizamiento sobre las margas yesíferas del Keuper, de modo que ni siquiera el Bunt es en ellas visible. De esta manera es imposible hacer conjeturas acerca de la historia pretriásica, a menos que extendamos nuestro análisis hasta las zonas axiles pirenaica e ibérica, donde por primera vez aparecen sedimentos más antiguos, y esto, aparte de ser una extrapolación muy aventurada, de resultados muy problemáticos y ambiguos, sale por completo del marco del estudio y descripción de una hoja.

De todas maneras hemos de ampliar mucho el área de observación para llegar a conclusiones paleogeográficas que no pueden obtenerse de su reducida área. Haremos uso para ello de las que obtuvo Misch en sus amplios estudios regionales, y de los que obtuvimos nosotros en la síntesis que hicimos para la descripción provincial de Lérida.

Triásico

Su neta facies germánica nos habla del régimen de sedimentación lagunar en que con gran uniformidad se desarrolló la historia geológica de nuestra área durante esta época, con deposición de Muschelkalk y Keuper. No existe ámbito especial de sedimentación pirenaica durante el Triás superior, o dicho

de otra forma, nada señalaba de manera especial dentro de la inmensa área triásica, la existencia, no ya de una cordillera o umbral, pero ni siquiera de una fosa pirenaica. Ni tampoco hay manifestaciones erosivas o undaciones que acusen la actuación de movimientos paleociméricos.

Liásico y Jurásico

Toda la región es anegada por mares durante el Liásico, pero sigue sin diferenciar la fosa pirenaica. Una zona de subsidencia local se acusa perfectamente en la cubeta liásica al Norte de Camarasa, donde se depositan exclusivamente los yesos réticos, y donde los restantes tramos liásicos y las dolomías del Dogger se presentan con mayor complejidad y espesores mucho más crecidos.

Durante el Dogger, cuyo tramo de calizas dolomíticas es peculiar de esta zona del Pirineo, se señala una cierta independencia del ámbito pirenaico con respecto al resto de la enorme extensión de los mares jurásicos; esta independencia corresponde a un período de emersión, de modo que los mares en esa zona se hacen someros, pero sin que por los sedimentos conocidos actualmente se pueda señalar dónde se situaba la zona marginal.

Este alzamiento, en masa, prosigue después del Dogger afectando a toda la zona pirenaica, y merced a estas condiciones pueden formarse las bauxitas, depositadas sobre aquella formación.

Fases austríacas, originantes de desdoblamientos amplios y muy suaves, completarían esta tendencia a la emersión.

Cretáceo

Mientras que durante el Eocretáceo nuestra zona continúa emergida, todo se deprime inmediatamente al Norte, recibiendo en su seno los mares, de modo que en el Montsech existen sedimentos eocretáceos de carácter marino que faltan en aquélla. Por otra parte, al Oeste todo se mantiene fuera de las aguas, de modo que existe un «macizo aragonés» emergido y continuo con otro macizo emplazado sobre la actual depresión del Ebro, de cuya margen forma parte nuestra zona.

Pero ya en el Cretáceo superior, durante el Turonense, empiezan a ampliar los mares septentrionales sus dominios hacia el Sur, anegando el área de que nos ocupamos, y también hacia el Oeste, sobre el macizo aragonés, que se hunde para convertirse de ahora en adelante en surco que recibe sedimentos. El carácter transgresivo de este avance está indicado por su acción erosiva sobre el Jurásico y Liásico (sobre todo en Aragón, donde es eliminado por completo) y por su carácter arenoso, que indica que la línea de costa meridional pasaba por el área de nuestra Hoja. Durante el Santonense los mares siguen avanzando y la costa se sitúa más hacia el Sur, adentrándose sobre el macizo del Ebro, fenómeno que queda registrado en las facies santonenses. Los materiales detríticos de este Turonense-Santonense proceden sin duda, según Misch, de la destrucción erosiva de dicho macizo. Los espesores de los sedimentos senonenses se acuñan rápidamente de Norte a Sur, en los distintos tramos, y sobre todo en las calizas campanenses y en el Maestrichtense, de modo que todos los elementos de juicio apuntan a la existencia de un sinclinal pirenaico al Norte y una línea de costa al Sur, sobre el macizo del Ebro. La zona subpirenaica adquiere plena entidad como un surco corrido de Este a Oeste, ya que el macizo aragonés ha desaparecido como tal y apenas se señala aún como un suave umbral del Cretáceo superior, acusado por el menor espesor de sus sedimentos con respecto a las zonas orientales.

En el Maestrichtense continúa, para persistir igualmente en adelante, la unión marina de la región oriental del Pirineo con la occidental. Pero se puede afirmar por las variaciones de facies maestrichtenses, según Misch, que dado el acuñamiento hacia el Sur de sus facies arenosas, estos materiales detríticos proceden de una zona de abrasión situada al Norte, en la zona axil. Aún existe el macizo del Ebro. Durante el Cretáceo no se conocen plegamientos y sí solamente movimientos en masa.

En el área de nuestra zona parece que se acusan alzamientos locales, acusados por el adelgazamiento de las formaciones senonenses altas a un lado y otro de Peñalba (B-1), correspondientes a fase paleolarámica muy débil y de actuación muy local, pero que insinuaría, aun en el seno de las aguas, el futuro San Mamet.

Aunque la zona continúa en hundimiento y con carácter de fosa, es decir, que sigue recibiendo sedimentos durante el Maestrichtense, así como el Garumnense, sin embargo, la retirada de los mares iniciada ya en la primera de estas dos épocas y señalada no sólo por su carácter detrítico, sino por sus niveles abigarrados, se completa totalmente durante el Garumnense. Continúa la sedimentación y se conserva el carácter de surco, pero los mares se han retirado. Tenemos los sedimentos de arcillas abigarradas, con yesos, y las calizas lacustres (de Fontllonga, A-1). El eje sinclinal que desde el Cretáceo in-

ferior viene desplazándose lentamente al S., está situado ahora a la altura de los sedimentos de la Conca de Tremp. El borde meridional está cerca de nuestra zona, pues mientras que en la Conca el Garumnense está representado por varios cientos de metros de sedimentos, en la zona de sierras se reduce rápidamente hacia el S., hasta no medir más de 40-60 m. en las más marginales.

Eoceno

Comienza el Eoceno sin discontinuidad sensible con respecto al Garumnense y con facies idénticas, pero pronto los mares invaden de nuevo el surco subpirenaico, al mismo tiempo que su eje continúa desplazándose al S., y se sitúa, verosímilmente, a la altura correspondiente a los sedimentos del borde septentrional de nuestra Hoja.

Aún existe, al menos durante el Eoceno inferior, una línea de costa en dirección al macizo del Ebro, casi arrasado y que en seguida va a comenzar a hundirse para funcionar como depresión receptora de sedimentos. Esta línea de costa ya no está, como durante el Cretáceo, al borde mismo de las sierras, sino más al Sur. Por el E. y el O. se prolonga el surco, con variaciones en su profundidad, hasta el Cantábrico y Mediterráneo, pero no interrumpido por umbral alguno.

Al N. hay una costa bien marcada, es decir, un umbral axil con intenso movimiento ascensional y aterramiento rápido de la zona septentrional del surco, de modo que el mar persiste por más largo tiempo en la parte meridional.

A finales del Eoceno ocurren los primeros plegamientos internos en la zona de sierras. La fase pirenaica, actuando sobre sus sedimentos, marca con relieve aún poco acusado los más importantes de las estructuras futuras, pero muchas de éstas son aún inexistentes. En algunas la erosión consiguiente llega a alcanzar el Trías, en la zona meridional, donde la cobertura es poco potente.

Se marca pues, ahora, la primera gran discontinuidad, aunque sin hiato en la serie, en la sucesión de fenómenos, después de la emersión jurásica, de violencia mucho más reducida.

Oligoceno

Toda la región al N. es elevada fuera de las aguas. Los mares se retiran lejos y un lago residual queda aislado en el área del antiguo macizo del Ebro, que ahora inicia proceso de hundimiento para convertirse en fosa, recibiendo los depósitos del Oligoceno en régimen continental.

Sin embargo, en nuestra zona al menos, el tránsito es suave. Los primeros sedimentos oligocenos son finos, la sedimentación tranquila y en régimen de precipitación química se depositan yesos en discordancias poco acusadas. Unos y otros sedimentos descansan sobre elementos de futuras sierras marginales, apenas alabeados por los plegamientos. Estos sedimentos contornean un poco más al N. las estructuras, relativamente suaves, creadas por los plegamientos pirenaicos.

Pero la actividad orogénica prosigue; en pulsaciones tan pronto aquí como allá se van repitiendo los plegamientos, reforzando ésta o la otra estructura, creando otras nuevas, sobre las que se van depositando los elementos oligocenos, generalmente constituidos en la zona marginal por conglomerados, allí donde actúan los movimientos, con arcillas y areniscas en las zonas de calma. Los plegamientos tienen a veces el mismo ritmo que la sedimentación y se crean discordancias progresivas.

A finales del Oligoceno la fosa del Ebro ha profundizado mucho, recibiendo potentísimos sedimentos. El eje sinclinal se ha desplazado hasta su centro. Y entonces tiene lugar la última y más violenta fase de plegamientos, la sávida. Las estructuras pirenaicas, reforzadas por este nuevo empuje, crecen hasta constituir grandes pliegues que se vuelcan al S., rompen por la charnela y cabalgan hacia esa dirección. En la zona más marginal, el Keuper, quizás expulsado de las zonas más septentrionales por el peso de los sedimentos y acumulado en aquélla, es obligado como un líquido por la presión transmitida, y levanta los sedimentos donde éstos son más ligeros, en la misma margen; aprovecha los pliegues insinuados y los agudiza, insertándose violentamente en las charnelas y por todas las fracturas, saliendo extruído al exterior cuando puede encontrar o abrirse una vía. Así se crean accidentes pequeños, caprichosos y cruzados, dirigidos más o menos exactamente de N. a S., que desfiguran la neta dirección pirenaica de los accidentes más grandes, a los que se superponen.

Los empujes al S. de la serie cretáceo-eocena, al chocar con los sedimentos

de la depresión oligocena, los arrugan marginalmente, en pliegues largos que se adaptan a los contornos de aquélla, y a cuyas charnelas acuden plásticamente los yesos.

Finalmente cesa la actividad tectónica, y todo es presa de la erosión, que continúa desde entonces trabajando en el modelado del relieve recién creado, hasta nuestros días, para ofrecérselo en la belleza de las montañas actuales.

CRÍTICA DE LOS ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

Al presentar los antecedentes geológicos que existen sobre la zona en que ubica esta Hoja haremos omisión de todos aquellos que son anteriores a D. Luis Mariano Vidal. Este ilustre geólogo, quizás el mejor estratígrafo con que haya contado la geología española, sentó la estratigrafía comarcal en bases tan firmes que siguen sustentando, con modificaciones de detalle, la estructura de la interpretación estratigráfica y tectónica actual. El avance que dio al conocimiento de aquélla fue tan enorme que los conocimientos anteriores quedan relegados a término muy remoto y no nos ocuparemos más de ellos, habiéndolos mencionado, por su mero interés histórico, en la primera parte de esta memoria descriptiva.

Vidal no sólo estudió cuidadosamente las series estratigráficas, sino que impuso en los más adelantados conocimientos de la paleogeografía y de la tectónica de su época, en que ambas especialidades estaban en gestación, supo

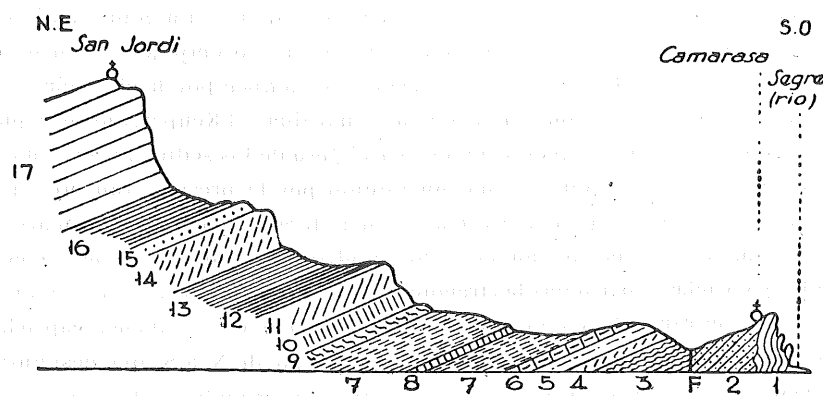


Fig. 25.—Corte de la montaña de San Jordi (L. M. Vidal, 1898).

interpretar correctamente los rasgos fundamentales, y aun la mayor parte de los accidentes locales, como veremos en seguida.

Se ocupó con máximo detalle de esta comarca, con ocasión de la reunión extraordinaria que la Sociedad Geológica de Francia celebró en Barcelona en 1898. Con este motivo se llevaron a cabo diversas excursiones por la región catalana, y en una de ellas unos pocos geólogos, acompañando a Vidal, recorrieron con detalle la región comprendida entre Camarasa y Artesa. Fruto de esta excursión y de sus conocimientos previos es la brillante nota descriptiva redactada por él (35), escrita con gran elegancia, con precisión de detalle e ilustrada por muy exactos cortes estratigráficos y tectónicos, algunos de los cuales reproducimos a continuación como homenaje a la memoria de uno de los mejores geólogos españoles.

Presentaremos primero un corte de la Sierra de San Jordi (fig. 25). Por su meridiana claridad, debida a la regularidad de sus estratos y a su afloramiento en bandas continuas y apenas ocultas o interrumpidas, así como por constituir el corte más completo y complejo de la serie, desde su término más bajo aflorante hasta el Cretáceo superior más alto, este corte y su gemelo del Montroig han sido objeto de especial atención por parte de todos los geólogos que han estudiado la región y sirven muy bien para contraste y análisis.

La serie establecida por Vidal es como sigue:

NUMMULÍTICO.

- 1) Caliza de miliólidos. *Alveolina elongata*.

OLIGOCENO.

- 2) Pudingas, maciños y yesos alternando con margas.

MUSCHELKALK.

- 3) Yeso abigarrado.
- 4) Calizas compactas y hojosas concordando con los yesos.
- 5) Las calizas precedentes se hacen negruzcas, alternan con lechos finos de yeso negro y se ve en una misma hilada su transformación en yeso.
- 6) La parte superior de este conjunto yesoso-calizo consiste en una caliza muy hojosa. Las caras superiores de las placas calizas se llenan de nudosidades que no son sino pequeños bivalvos mal conservados, semejantes a *Myophoria*. Se distinguen también algunos gasterópodos y fucoides.

KEUPER.

- 7) Una potente serie de yeso blanco, en bancos, que no tiene menos de 200 metros de espesor.
- 8) Un banco de carniola se muestra en medio de estos yesos.

LÍAS MEDIO.

- 9) Una corrida brechoide, dolomítica, reposa sobre los yesos e inicia la serie caliza y margosa, que como veremos pronto presenta en su mitad superior las especies paleontológicas típicas del Lías. Ni esta corrida inferior ni el banco descrito en 10 son fosilíferos, pero hay que considerarlos como Lías medio, ya que no se conoce el inferior en esta zona pirenaica.
- 10) Banco muy potente de caliza litográfica, que se destaca en cornisa por el flanco de la montaña y pasa insensiblemente a
- 11) Caliza con *Pecten priscus*, *Terebratula punctata*, *T. subpunctata*, *T. jauberti* y belemnites.
- 12) Margas muy fosilíferas con *Ammonites communis*, *Spiriferina rostrata*, *S. oxyptera*, *Pecten priscus*, *Modiola* sp., *Rhynchonella lycetti*, *Terebratula punctata*, *T. jauberti*.

LÍAS SUPERIOR.

- 13) Margas muy fosilíferas. No se diferencian petrográficamente de las de 12, pero su fauna es muy característica del Lías superior. Encierran un banco cuajado de *Gryphea beaumonti* y *Rhynchonella cynocephala*, y raros ammonites, entre ellos *Ammonites opalinus* y *A. aalensis*.
- 14) Un banco grueso de dolomías grises recubre estas margas, formando un saliente que se sigue fácilmente con la vista por su color.

CRETÁCEO SUPERIOR-SANTONENSE.

- 15) Un banco grueso de areniscas ferruginosas con grandes radiolites de láminas onduladas.
- 16) Margas con *Rhynchonella diformis*, *R. lamarckiana*, *Sphaerulites toucasi*, *Trochus* sp., políperos; corresponde al Senonense inferior.

CRETÁCEO SUPERIOR-CAMPANENSE.

- 17) Potente masa de caliza de 140 metros de potencia, que en la Rentisclera de la Masana tiene *Hippurites archiaci*. En Montroig hay un banco con gruesas rhynchonellas, parecidas a la *R. globata* Arnaud, pero mucho más grandes.

La interpretación tectónica de este corte, por otra parte muy sencilla, es estrictamente correcta. En cuanto a su interpretación estratigráfica es algo distinta de la que hemos dado nosotros, y aunque no hemos representado en nuestro texto ese mismo corte, podemos compararlo con su gemelo de la Sierra de Montroig (fig. 6).

El tramo 3 de Vidal es el K de nuestro corte, el Keuper abigarrado. 4, 5 y 6 representan con más detalle, con alguna variante local, nuestro nivel Ks. La

interpretación difiere, pues para nosotros 3 de Vidal es Keuper, y 4, 5 y 6 son Suprakeuper, mientras que él considera todo ese conjunto como Muschelkalk; 7-8, que para Vidal representan el Keuper, son nuestros yesos réticos de Ky; en la descripción detallada de este nivel dijimos que contenían, a diversos niveles, hiladas de carniolas (8 de Vidal). Las dolomías brechoides, 9 de la figura 24, se identifican sin dificultad, pese a diferencias de interpretación o variaciones locales, con la base de nuestro nivel Lc₃ y el 10, banco potente de caliza litográfica, con la mitad inferior de nuestro tramo Lc₃, lechos de calizas puras en estratificación fina y regular que pasa a bancadas más compactas y gruesas. El nivel 11 de Vidal, con fósiles, con la mitad superior igualmente fosilífera, aunque este detalle no se reseña en la descripción de la figura 6, por no haberlos encontrado en ese corte, si bien se señala su existencia en la explicación detallada. Litológicamente no hemos podido separar los niveles 12 y 13 que Vidal da como distintos y corresponden también, por su contenido fósil, a las margas Lc₂-Lm. El banco de dolomías grises que Vidal designa con el n.º 14 es el D que corona también nuestra serie liásica, y sobre el cual reposan los yacimientos de bauxitas. El tramo areniscoso 15 de Vidal es nuestro nivel Ts, pero fósiles encontrados cerca de la casa de máquinas de Camarasa permiten extender su edad hasta incluir el Turonense. Finalmente, las calizas campanenses (17 de la fig. 24) son las que designamos Cp con la misma atribución de edad.

La discrepancia fundamental estriba en que nosotros aceptamos que los yesos abigarrados representan el Keuper y, por consiguiente, los yesos blancos

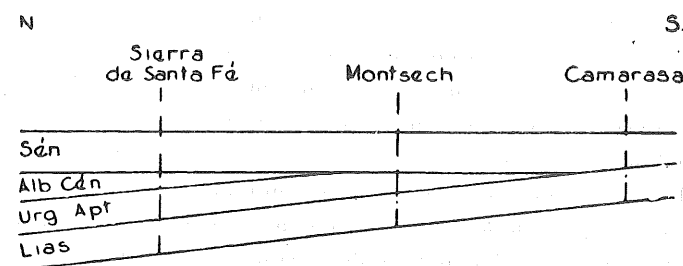


Fig. 26.—Corte paleogeográfico, según L. M. Vidal (1898).

y negros, más altos, son réticos. Mientras que Vidal, sugestionado por el aspecto y faunas gregarias de los niveles 4, 5 y 6 los atribuye al Muschelkalk; en Aragón niveles idénticos representan con frecuencia el Suprakeuper, y esa edad les atribuimos nosotros en este corte.

Señala Vidal además acertadamente la discordancia entre los conglomerados

dos oligocenos (2) y la caliza eocena (1), así como la falla que separa este conjunto del Triás. Para nosotros esta fractura es de extrusión.

La fig. 26 reproduce un esquema de Vidal, en que se expresa la extinción hacia el S. del Urgoaptense y del Albense-Cenomanense de Santa Fe de Organjá y de los Montsechs, como debida a trangsresión erosiva del Cretáceo superior. Sin embargo, los estudios regionales más modernos demuestran que esta extinción es normal y se debe a la desplazada situación de las antiguas líneas de costa (23).

La fig. 27 reproduce un corte de Vidal que representa la zona entre el Montroig y Monteró. En este corte, 1 son yesos variolados del Triás; 2, calizas

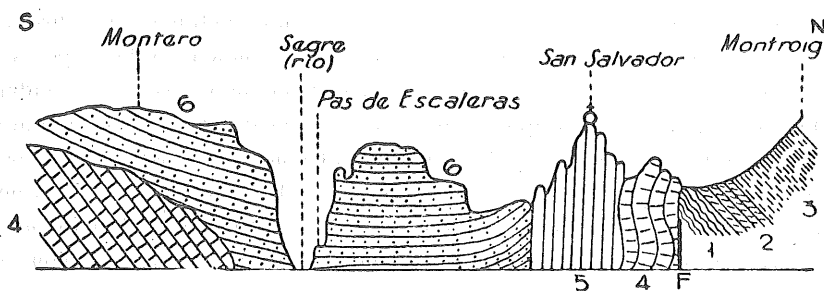


Fig. 27.—Corte desde el cerro de Monteró hasta el Montroig (L. M. Vidal, 1878).

del Muschelkalk; 3, los yesos del Keuper (lo que rectificado a nuestro criterio vendrían a ser Keuper y Rético, respectivamente); 4, las calizas campanenses; 5, calizas con miliólidos, del Eoceno; 6, pudingas del Oligoceno.

Comparando este corte con nuestro corte general III (cortes del mapa), en el fragmento correspondiente, vemos que su interpretación es bastante exacta, pero no del todo correcta, pues no llega a señalar la estructura entre el Montroig y el San Salvador, como lo que es, un anticlinal.

Es interesante el estudio y comparación del corte trazado por Vidal desde Montroig al Segre (fig. 28), a lo largo del barranco de Ulls de Llorens, nombre que no viene registrado en el 1:50.000, pero que debe corresponder, según la descripción, al que desciende desde la collada que limita occidentalmente el Montroig. No podemos establecer de manera exacta su localización por alguna diferencia entre las interpretaciones. Parece que vaya trazado desde una cumbre occidental del Montroig hasta el Segre, en dirección a Camarasa, cortando en su extremo las calizas eocenas de San Salvador.

En ese corte el Triás viene representado (1) por calizas, que según Vidal son Muschelkalk, dispuestas en lechos muy delgados, cuya superficie está

cubierta de fucoides y chemnitzia, myophoria, *Natica gregarea*, crinoide, etc. Es la localidad que Vidal considera más abundante en fósiles del Muschelkalk de toda la provincia de Lérida. Los tramos 2, 3, 4, y 5 son eocenos y constituidos respectivamente por caliza blancuzca arcillosa con *Alveolina elongata*; caliza margosa con natica, terebellina y alveolina; caliza blanca y rojiza con

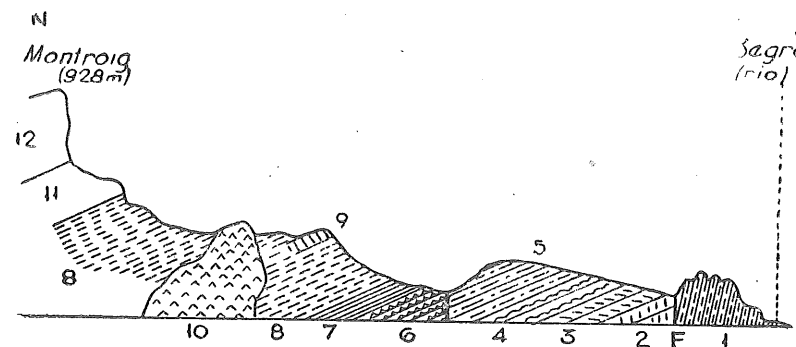


Fig. 28.—Corte del barranco de Ulls de Llorens (L. M. Vidal, 1898).

eupatagus y pecten; caliza nankin con miliolites y *Alveolina elongata*. El tramo 6 son yesos abigarrados del Keuper. Los niveles 7, yeso blanco con margas yesosas; 8, yeso primero rojizo, luego blanco, en bancos potentes que contienen en 9 una pequeña hilada caliza, son para él aún el Keuper, para nosotros el Rético. La masa de ofitas 10 viene atravesada por venas de feldespato y aerinitas que también hemos señalado nosotros; sin embargo, creemos que no se ubica en el Rético, sino en el Keuper. El conjunto 11 representa, sin detalle, el Lías, y el 12 el Cretáceo superior.

La figura 29 reproduce el corte trazado por Vidal desde Camarasa hasta Alós, a lo largo del Segre. En ella, 1 es la caliza litográfica del Lías; 2, las mar-

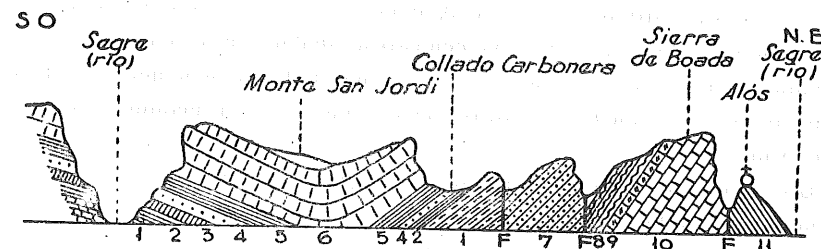


Fig. 29.—Corte a lo largo del Segre, desde Alós hasta su confluencia con el Noguera Pallaresa (L. M. Vidal, 1898).

gas fosilíferas del Lías superior; 3, la dolomía supraliásica; 4, las arenas y areniscas santonenses (nuestro Turonense-Santonense), subordinadas a un banco de caliza arenosa cuajado de *Sphaerulites loucasi* y otros; 5, margas de misma edad; 6, las calizas campanenses. Hasta aquí el corte está interpretado correctamente, y coincide con los resultados de nuestras observaciones. Es el sinclinal de San Giordi, de modo que las capas van repitiendo al otro lado, salvo el nivel 3, que es discontinuo. Pero más allá describe, en 7, calizas arenosas y arenas rojas con rudistos indeterminables, que atribuye al Campanense por analogía petrográfica, y entonces ha de interpretarlo como un retazo en contacto por falla con el Lías. En realidad, es el Turonense-Santonense (y es sorprendente el error, por estar perfectamente caracterizado), que repite anticlinalmente la serie anterior (anticlinal de la Collada Carbonera; fig. 8, fig. 15). Este error trastoca en adelante la interpretación del corte por supresión de dicho anticlinal, si bien, en efecto, en 7 se incluya también el Campanense. La estructura sinclinal de la Sierra de Boada tampoco es reconocida

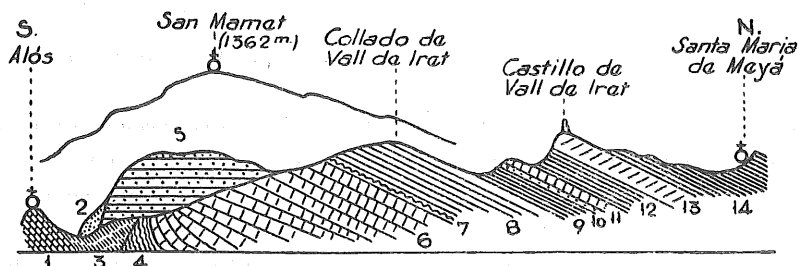


Fig. 30.—Corte desde Alós hasta Santa María de Meyá (L. M. Vidal, 1898).

por haberse perdido el hilo de la continuidad estratigráfica, que además viene complicada por algunas fracturas y desplomes. El nivel 8 son, en efecto, las calizas eocenas de alveolinas (del fondo del sinclinal de Boada), que cubre las margas vinosas, difíciles de ver, de 9, de las que dice Vidal que recuerdan el Garumnense, y lo son, y luego vienen calizas 10 del Campanense (del flanco oriental de la Sierra de Boada), que contienen grandes rhynchonellas. Están en contacto por falla con 11 las calizas triásicas de Alós, con fucoides y bivalvos indeterminables.

Este bellísimo corte, a lo largo del Segre, es uno de los más bonitos y ejemplares, donde en corto y cómodo recorrido se ofrecen acumulados ejemplos perfectos de diversos accidentes tectónicos.

Finalmente, es clásico también y establece en base permanente la serie estratigráfica superior el corte de la figura 30, que traza Vidal desde Alós

hasta Santa María de Meyá. En él tenemos la siguiente sucesión estratigráfica: 1, calizas del Trías (Muschelkalk, según Vidal); 2, Cuartario sobre el Keuper; 3, con yesos blancos; 4, yesos abigarrados con ofitas; 5, Oligoceno de pudingas y margas rojas casi horizontales; 6, Campanense de calizas, calizas arcillosas y calizas arenosas difíciles de separar; 7, banco con *Hippurites Heberti* e *H. Vidali*; 8, Maestrichtense de Valderiet, con calizas margosas; 9, Garumnense de calizas arcillosas y margas abigarradas; 10, banco de areniscas de grano basto; encima 11, potente bancada de caliza lacustre; 12, margas vinosas rutilantes, equivalentes a las de *Paludina aspersa*; 13, caliza de alveolinas con *Ostrea crucifera*; 14, margas numulíticas, en contacto por falla con la serie del Montsech.

Este corte es claramente identificable con los nuestros, si bien hayamos detallado más alguno de los grupos. La única discrepancia está en la separación del Maestrichtense y el Garumnense; pero ésta es no solamente bastante variable litológicamente, sino arbitraria, por carencia de fósiles en los niveles abigarrados inferiores, de modo que la discrepancia es más aparente que real.

En 1914, Ch. Jacob y P. Fallois (13), tratan de establecer una nueva interpretación tectónica de la región pirenaica, basada en la tesis o idea de los mantos de corrimientos, entonces en pleno desarrollo, que aplicaron a diversas zonas pirenaicas axiales y marginales.

Referida a la zona que estamos estudiando daba como resultado que la serie completa del Montsech consistía en una «nappe» o manto de corrimiento desplazada hacia el Norte unos 90 Km., hasta llegar a chocar con la zona pirenaica axial. Este resbalamiento había tenido lugar sobre el Eoceno, sobre todo sobre pudingas de «Palassou» y también, más al Norte, sobre el Permo-trías de la zona axial. San Mamet resultaría entonces un elemento del yacente, visible como ventana tectónica. La serie corrida estaría recubierta por el Oligoceno transgresivo, lo que dataría el empuje y contraempuje a fines del Eoceno, con plegamientos posteocenos de tipo jurásico.

Esta tesis insostenible y basada en una observación ligera y deficiente (confusión en las edades de los conglomerados), fue inmediatamente rechazada por M. Dalloni (9), y posteriormente por todos los demás geólogos que han estudiado la región, estableciendo ya de una manera clara y detallada el enraigamiento y continuidad de las series de las diversas cadenas y unidades tectónicas.

Más tarde, H. Lugeon y N. Oulianoff, llamados a examinar la estanqueidad de la presa de Camarasa, publicaron una breve nota (16), en que fijan los principales rasgos tectónicos, señalando la estructura anticlinal de Montroig, cuyo flanco meridional es San Salvador. De paso rechazan la tesis de que las calizas de alveolinas sean ventanas tectónicas enteramente rodeadas de Triás, señalando la causa del fallo en la apreciación. Llamam la atención sobre la nitidez del sinclinal eoceno al NO. de la Hoja, cuyo eje pasa por la pasarela sobre el Segre, fuera ya de aquélla.

En 1930 la estratigrafía detallada de esta zona, como de todo el Pirineo catalán, experimenta un gran avance con el estudio publicado por M. Dalloni (10). Sus mapas carecen del detalle y precisión que más tarde proporcionó P. Misch y sus interpretaciones tectónicas son simplistas, pero su detalle estratigráfico queda insuperado. Sus completísimas recogidas de fósiles en infinidad de localidades son casi inverosímiles, a juzgar por los comparativamente pobres resultados logrados por los geólogos que han pasado después por aquéllas.

La calidad de su mapa es variable según las zonas, y carece de la uniforme y primerísima clase del de Misch; a nuestro juicio es debido al sistema de trabajo, pues sin duda Dalloni se basó principalmente en una serie de cortes muy detallados, extrapolando entre ellos, mientras que Misch analizó cuidadosamente, siguiéndolos, los contactos.

Vamos a entresacar, de sus apuntes, los datos más interesantes que pueden corroborar o completar los ya mencionados.

TRIÁSICO.—Representado por los tramos medio y superior. En el barranco de Ulls de Llorens cita calizas en lechos finos, intercalados en las margas abigarradas, cuyas superficies están cubiertas de impresiones de fucoides y que contienen restos mal conservados de *Natica gregarea* Schloth., *Chemnitzia*, *Myophoria* (?), crinoides, y en las ofitas está también la aerinita.

Entre Camarasa y Sierra Carbonera cita calizas que atribuye al Muschelkalk. Pasan a calizas grises bien estratificadas, en cuyas plaquetas abundan, aparte los problemáticos más corrientes, la *Nucula* sp. y *Lingula tenuissima* Brown. Más arriba, otros niveles más margosos y hojosos ofrecen impresiones de *Monotis salinaria* del Keuper de Hallstatt.

Presenta también como Keuper nuestros yesos blancos del Rético, con potencias de 200 metros e intercalaciones de carniolas, barras dolomíticas y arcillas abigarradas cubiertas por calizas sublitográficas del Lías.

Más al Sur, en la zona más marginal, aparece reducido y dislocado. Señala

allí, además de las ofitas y cuarzos bipiramidados, la preseucia de *Natica* sp., *Chemnitzia* sp., *Nucula* sp., *Mentzelia Mentzeli* Dunk. y *Lingula tenuissima* Brown., presentes en calizas grises o rojas, intercaladas, que se fragmentan en plaquetas.

LIÁSICO.—En la Sierra de Montroig, el corte clásico de esta región, presenta Dalloni la siguiente sucesión estratigráfica, de abajo arriba:

1) Caliza gris dolomítica. 2) Caliza margosa amarillenta y arcilla parda con *Grammoceras normarnianum* d'Orb., *Spiriferina alpina* var. Ziet y var. *Faloti* Copp. 3) Margas amarillas con bancos calizos irregularmente intercalados, que contienen *Grammoceras striatulum* Sow., *Pecten (Amusium) pumilus* Lamek., *Rhynchonella cynocephala* Rich. y *Terebratula ovoides* Sow. 4) Areniscas amarillas, calizas y lechos arcillosos con *Gryphea sublobata* Desh., *G. Beaumonti* Bayle, *Photadomya fidicula* Sow., *Rhynchonella cynocephala* Rich. y *Serpula*. 5) Dolomía negra, muy potente en la ribera derecha del Segre, cuyo aspecto ruiforme es muy característico, así como en la confluencia del Pallaresa, y sobre las que se apoya la presa de Camarasa.

Este corte de Dalloni no es difícil de identificar con el nuestro. Su nivel 1 de caliza gris dolomítica, es la base de nuestro tramo Lc₃ de calizas liásicas inferiores. El nivel 2, de calizas margosas amarillentas y arcillas pardas, es en nuestra descripción Lc₃. El nivel 3 de Dalloni es quizá nuestro conjunto Lc₃-Lc₁, y el 4 nuestro Lm, margas con *R. cynocephala*? El tramo 5, o sean las dolomías oscuras en que se apoya la presa de Camarasa es, finalmente, nuestro Dogger D.

El corte por la ribera izquierda (por San Jordi) está representado en la figura 31 y llega hasta Camarasa. Sobre calizas eocenas (e¹) representa conglomerados oligocenos que Dalloni da por eocenos (e³). La serie triásica (t¹-t³) está compuesta por diversos niveles de calizas tableadas del Muschelkalk, yesos abigarrados del Keuper y los yesos blancos de nuestro Retiense (t³). La serie liásica empieza por (fig. 30, t³ a l¹) calizas dolomíticas brechiformes (la base de

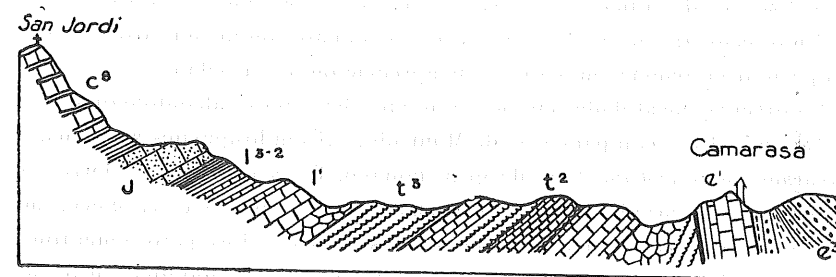


Fig. 31.—Corte de la montaña de San Jordi hasta Camarasa (M. Dalloni, 1930).

nuestro Lc_3). Sigue por caliza sublitográfica gris dispuesta en potentes bancos bien ordenados que forman cornisa en el flanco de Sierra Carbonera, siendo, los más elevados, compactos, duros y espáticos (Lc_3 de la fig. 6). A continuación una caliza margosa amarilla (1^1 a 1^2-3), un poco ferruginosa, de pátina roja alternante con margas grumosas blancas con lechos más arcillosos amarillos, grises o azules (Lc_3 de la fig. 6). Hay allí una abundantísima fauna de más de cincuenta especies.

Continúa la serie por margas amarillas (1^3-2), donde se intercala una capa margosa nodulosa, gris o blancuzca, con niveles oolíticos y algunos bancos arenosos; abundan los fósiles, entre ellos los ammonites piritosos. Encima encuentra areniscas de cemento calizo, muy arcillosas, y margas amarillas cuajadas de restos de conchas y fauna aaleniese (es nuestro conjunto Lm).

Finalmente, hay la dolomía gris (5 de la fig. 30), marcando un nuevo resalto, que se adelgaza hasta desaparecer bajo las calizas senonenses que soporta. Es nuestro Dogger, o sea el tramo D.

Las series estratigráficas de Dalloni resultan difíciles de identificar en detalle con las nuestras, si bien encajan bien en sus rasgos generales. Se debe principalmente a que, atento al levantamiento de cortes con gran detalle, aprecia características locales que no tienen entidad en las generales.

CRETÁCEO.—Un poco más arriba de la confluencia del Pallaresa y del Segre observa Dalloni que, sobre las dolomías del Dogger, se apoyan areniscas y margas del Santonense (nuestro Turonense-Santonense), que sustentan calizas campanenses fisuradas, con muchas grietas, y caracterizadas por rudistos en el pintoresco macizo de la Masana. Una arenisca silicosa con *Praeradiolites Boucheroni* Bayle, representa el Maestrichtense. Al Danés corresponden las calizas arcillosas y margas abigarradas de Vallderiet, a las que siguen areniscas bastas. A continuación destaca en cretón una potente hilada de caliza lacustre que sustenta margas rutilantes, potentes, quizá ya eocenas, que soportan las calizas de alveolinas y otras capas eocenas de la Conca de Meyá.

Todos estos tramos se identifican perfectamente con los nuestros, y no hay tampoco discrepancias mayores en la apreciación de sus edades.

En diversas localidades cita los siguientes hallazgos paleontológicos:

En las calizas campanenses de Montroig, existen hippurites y, además, la *Rhynchonella cf. globata* Arn., de gran tamaño. En San Jordi y Sierra Carbonera, en las areniscas del Santonense y, sobre todo, en los bancos más margosos que hay encima, hay abundantes restos fósiles, pero generalmente son moldes o fragmentos difíciles de arrancar, pudiendo identificar pleurotomaria, *Pinna cf. cretacea* Schlot., *Pecten virgatus* Nils., lima, *Exogyra*

plicifera Coq., *Praeradiolites Toucasi* d'Orb., *Rhynchonella diformis* d'Orb., *Cyclolites* sp.

En el Campanense de la misma zona cita *Exogyra hippopodium* Nils., *Hippurites Archiaci* Mun.-Chalm., *Hippurites Vidali* Math., *Apricardia Toucasi* d'Orb.

Finalmente, en el Senonense de Sant Armengol, cita *Pecten catalaunicus* Vidal, praeradiolites, *Lappeirousia Jouaneti* Des.-Moul., briozoarios, orbitoides, lithophyllum.

EOCENO.—Lo estudia Dalloni en la Conca de Meyá, y da allí el siguiente corte:

El Garúmnense de Vallderiet termina con la caliza lacustre y soporta margas vinosas o rutilantes, cuya edad eocena es probable. Tenemos luego una caliza negra con miliolites, caliza amarilla, margosa, grumosa, a veces rojiza.

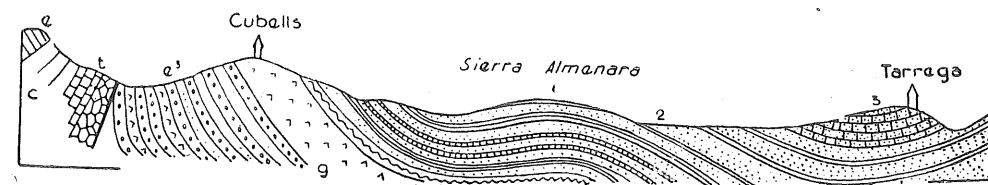


Fig. 32.—Corte desde Cubells hasta Tárrega (M. Dalloni, 1930).

y espática con lithothámnicos y alveolinas y *Terebratula tenuistriata* Leym., *Nummulites atacicus* Leym., *Nummulites globulus* Leym., *Nummulites Guettardi* d'Arch, *Orbitolites complanatus* Lamck., alveolina.

Es nuestro nivel de calizas de alveolinas, bordeando en cretón el Vallderiet y soportan las ruinas del castillo. A continuación viene la potente serie de margas azules, en que se intercalan capas bastamente detríticas y contienen en abundancia *Ostrea strictiplicata*. Cita una abundante lista que puede consultarse en el trabajo original.

Otros lechos más calizos están constituidos por una acumulación de miliolites y pequeñas conchas bivalvas con *Orthophragmina Archiaci* Schloth.

OLIGOCENO.—Reproducimos un corte típico dado por Dalloni (fig. 32) a través de la sierra de Monelá (borde meridional de la depresión de Rubió), que es interesante por mostrar una de las raras localidades donde el Oligoceno es fosilífero en la depresión del Ebro.

En dicho corte, e son las calizas eocenas; c el Cretáceo superior y t el Triás; e³, es dado por Dalloni como Eoceno, pero en realidad es el flanco septentrio-

nal del anticlinal oligoceno, en que *g* son los yesos de la charnela. Sobre los yesos vienen areniscas micáceas con pistas de ave (T) y alternan con niveles margosos hojosos, y continúan por margas grises o verdosas y calizas margosas en bancos finos y regulares, que cerca de Torre de Fluviá contienen *Melanoides albigensis* Noulet, *Lymnaea* sp., *cyclostoma*, *cyrena*, *chara*. Son sannoisenses y se repiten después en Rubió con *Melanoides albigensis* Noulet, *limnaea* y *chara* y restos vegetales poco determinados.

Más allá se encuentran los famosos yacimientos fosilíferos de Tárrega, donde Depéret (11) determinó *Brachyodus cluui* Dep., *Pterydomys sideroliticus* Pict. raza *major* Dep., *Plesyctis filhoi* Dep., piolelias y además *Lymnaea longiscata* Brongn., *L.* var. *ostrogatica*, *Planorbis cornu* Brong., *P. polycymus* Font., todos ellos sannoisenses.

Son escasos los datos tectónicos de interés.

En 1934, M. Lugeon y N. Oulianoff vuelven a ocuparse de la geología de los alrededores de Camarasa (17) con mayor detalle que anteriormente. Enumeran brevemente los terrenos geológicos afectados, aceptando la división estratigráfica establecida por Vidal, ya que su objeto principal es la definición de los rasgos tectónicos.

Atribuyen al Dogger la potente masa de dolomía cavernosa, sin fósiles, sobre las que reposa la presa, cuyo espesor es allí de unos 400 m. máximos nuestro nivel D, dividida en dos series por una zona tableada e incluso ligeramente margosa, de una decena de metros de potencia. Señalan la transgresión senonense mediante areniscas santonenses, a veces apenas cementadas. En el Eoceno de San Salvador encuentran algunas algas, que M. J. Pfender (21) clasifica como *Archeolithothamnium Lugeoni* y *A. Oulianoffi*.

Definen muy acertadamente los rasgos tectónicos, que son en esa zona:

- 1) Anticlinal de Camarasa, cuyo flanco septentrional es el Montroig, y cuyo flanco meridional es resto del accidente de San Salvador. Es pliegue vergente al Sur.
- 2) Sinclinal de Rentsclera, que arma en la Sierra de Montroig y se prolonga en Sierra Carbonera y al otro lado del Segre, con muy escaso relieve geológico.
- 3) Anticlinal de Rentsclera, o sea el de las gargantas del Noguera y el Segre, en cuya charnela aparecen las dolomías antes citadas.
- 4) Sinclinal de Figuereta, o sea el del macizo de la Massana, y
- 5) el anticlinal de Santa Lña, cuya estructura aparece muy deformada por extrusión del Triás.

Finalmente llegamos con el trabajo de Peter Misch (20) la más considerable aportación al conocimiento de esta zona. Aunque su mapa aparezca a escala 1:175.000, los contornos y accidentes vienen reproducidos con gran fidelidad. Lo mismo ocurre con los cortes, abundantes, que representan en serie el desarrollo completo de los principales accidentes tectónicos. Por consiguiente

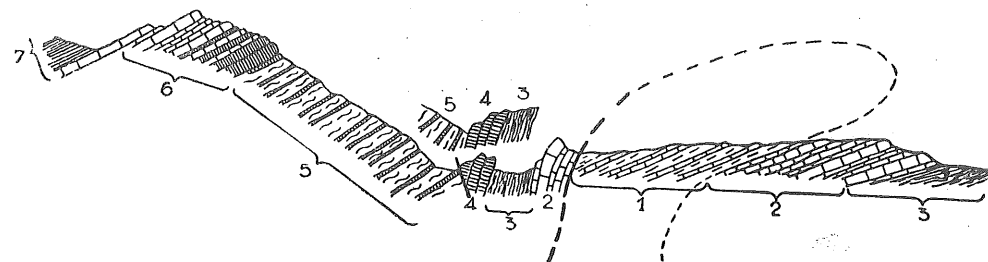


Fig. 33.—Corte del Triás de Camarasa (P. Misch, 1934).

nos vamos a ocupar con detención de la contribución efectuada por Misch al estudio de esta comarca catalana. Repasaremos primero los datos estratigráficos, después los tectónicos.

TRIÁSICO.—Ofrece típicamente la facies germánica, y debido a ello sus reacciones tectónicas a los empujes son violentas, apareciendo casi siempre trastornado y deformado.

La figura 33 reproduce en esquema el perfil triásico de Camarasa, que se puede comparar con nuestra figura 6, de manera que se establecen las siguientes equivalencias:

Figura 33	Figura 6
7. Lías medio fosilífero	= Lm. Lías medio.
6. Calizas altas brechoso-dolomíticas y calizas tableadas claras	= Le. Lías inferior.
5. Yesos blancos con hiladas grises margosas dolomíticas	= Ly. Rético.
4. Calizas bajas, brechoso-dolomíticas	= Ks. Carniolas del Suprakeuper.
3. Keuper rojo yesífero	= K. Keuper.
2. Calizas tableadas con bancos compactos del Muschelkalk.	} No aparecen en nuestro corte.
1. Yesos grises con calizas tableadas oscuras del Röt.	

Por falta de referencias no se puede establecer de manera exacta dónde trazó Misch su corte, pero parece que sea aproximadamente desde media altura de la Sierra del Montroig, en dirección a la mancha triásica, al NE. de la cota San Salvador, de nuevo a través de los yesos réticos (bajo el aluvión) y finalmente a través de la mancha de Keuper de Camarasa.

Su interpretación nos parece equivocada, pues según nuestras observaciones 1 es la repetición de 5, y esto altera la interpretación del corte, del que deduce Misch, erróneamente, la presencia del Röt. Da por existente el Muschelkalk, pero ello es, en cierta manera, obligado después de aceptar la existencia del Röt.

Señala las ofitas, dispuestas en lentejones, como efusión volcánica única característica, de tipo alpino, del Triás de los Pirineos. El espesor del Keuper lo estima en 200 m., más el espesor que hayan podido tener las sales hasta ahora disueltas. Aparece unas veces reducido por extrusión, otras engrosado por acumulación tectónica y expulsión de otras zonas.

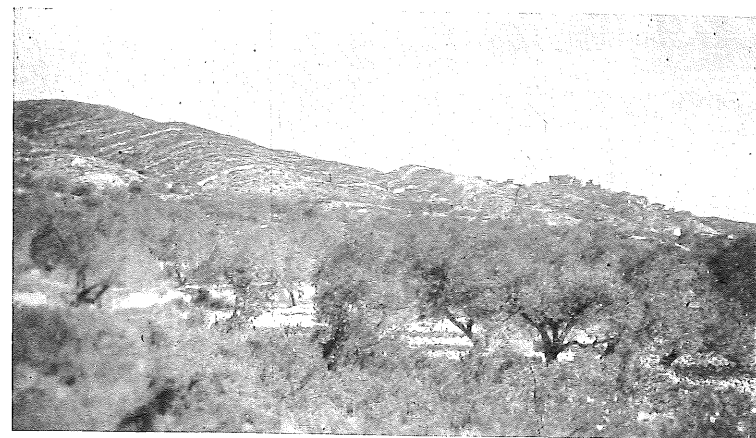
Denomina Misch tramo de carniolas al conjunto que existe por encima del Keuper hasta el Lías medio fosilífero (Ly-Le de la fig. 32), y que representa por consiguiente el Rético y el Lías inferior.

En el yacente de los yesos blancos (Ly de nuestra fig. 6), que tienen unos 200 m. de potencia, existen algunos bancos de calizas grises, en parte margosas, dolomíticas, brechosas o celulares. Al techo de aquéllas encontramos todavía una serie calizo-dolomítica de unos 60 m. de potencia, que comienza en dolomías brechoides (la base de Le) o celulares, generalmente oscuras, que pasan a calizas a veces en lechos muy delgados u hojosos, a veces margosos, de tonos grises, rojizos o violetas, casi siempre tableadas (Lc de la fig. 6), con intercalaciones de bancos más compactos. Las calizas tableadas pueden designarse con frecuencia como litográficas. Al techo tenemos el Lías medio fosilífero (Lm de la fig. 6).

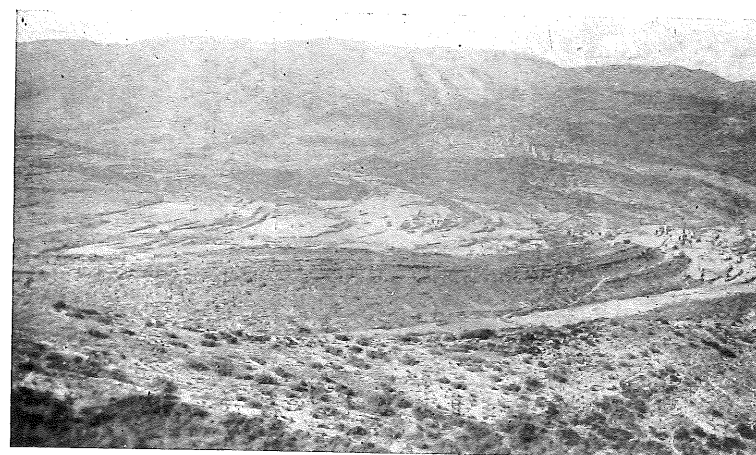
Se establece pues, clarísima e indubitable, la correspondencia entre los tramos establecidos por Misch y los nuestros.

Señala la existencia del tramo, al pie de la Sierra de San Lorenzo de Monjay, y subraya el acuñaamiento de los yesos hacia el Este.

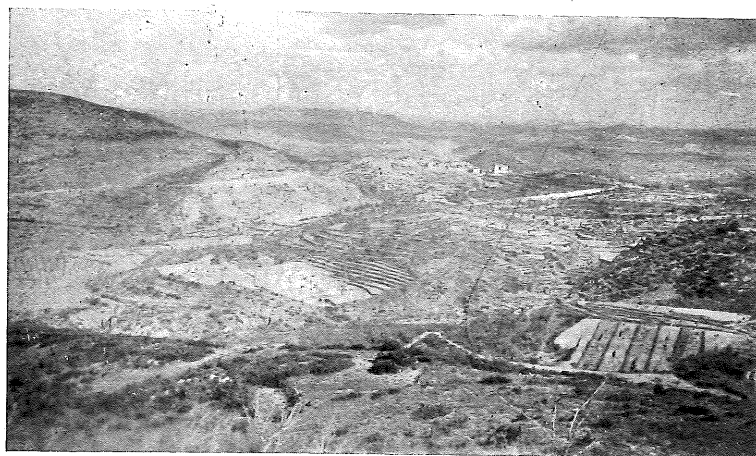
JURÁSICO.—Sobre la serie de carniolas vienen el Lías medio y superior, fosilíferos, compuestos por algunos bancos de calizas grises, a los que siguen margas oscuras amarillentas (margas con *Rynchonella cynocephala*, margas de grypheas, Lm de la fig. 6). Éstas a su vez sustentan una potente serie de capas de varios cientos de metros de grosor, o más reducidas, constituidas por calizas dolomíticas, o dolomías brechoides, de estratificación mal acusada, oscuras y sin fósiles. Por su tránsito gradual al Lías fosilífero, se han conside-



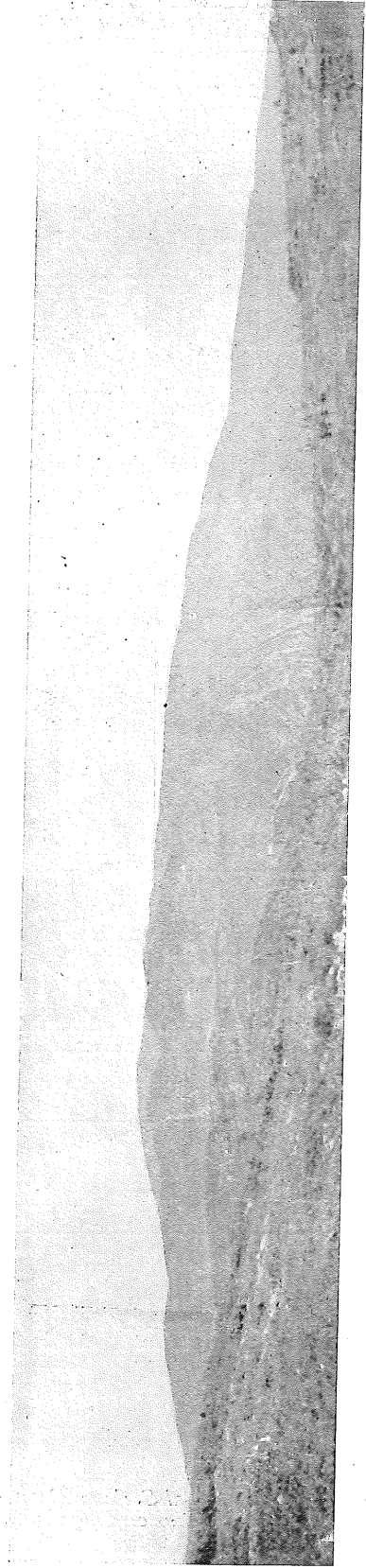
Fot. 29.—Cubells (C-4), en el flanco empinado del gran anticlinal oligoceno, visto desde el Suroeste.



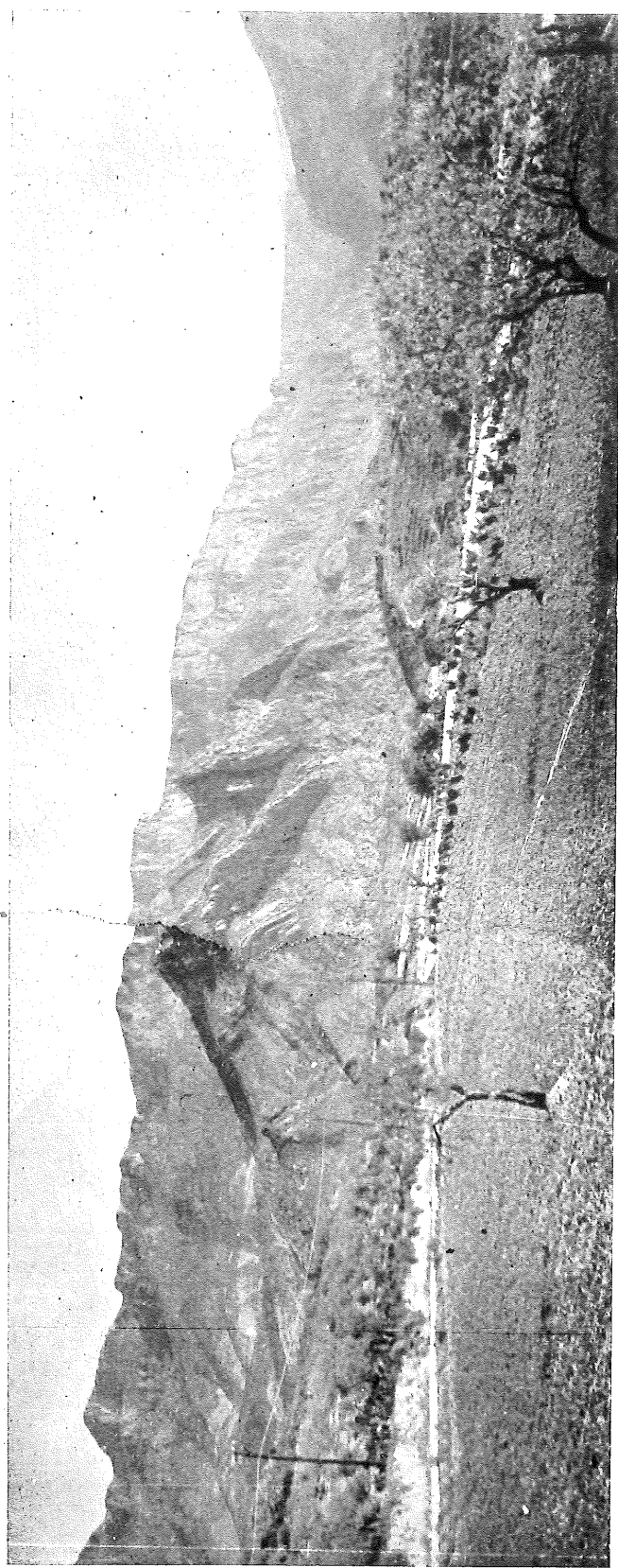
Fot. 30.—Vista del San Mamet (B, C-1, 2), y en primer término y término medio la depresión oligocena de los Rubió (C-3).



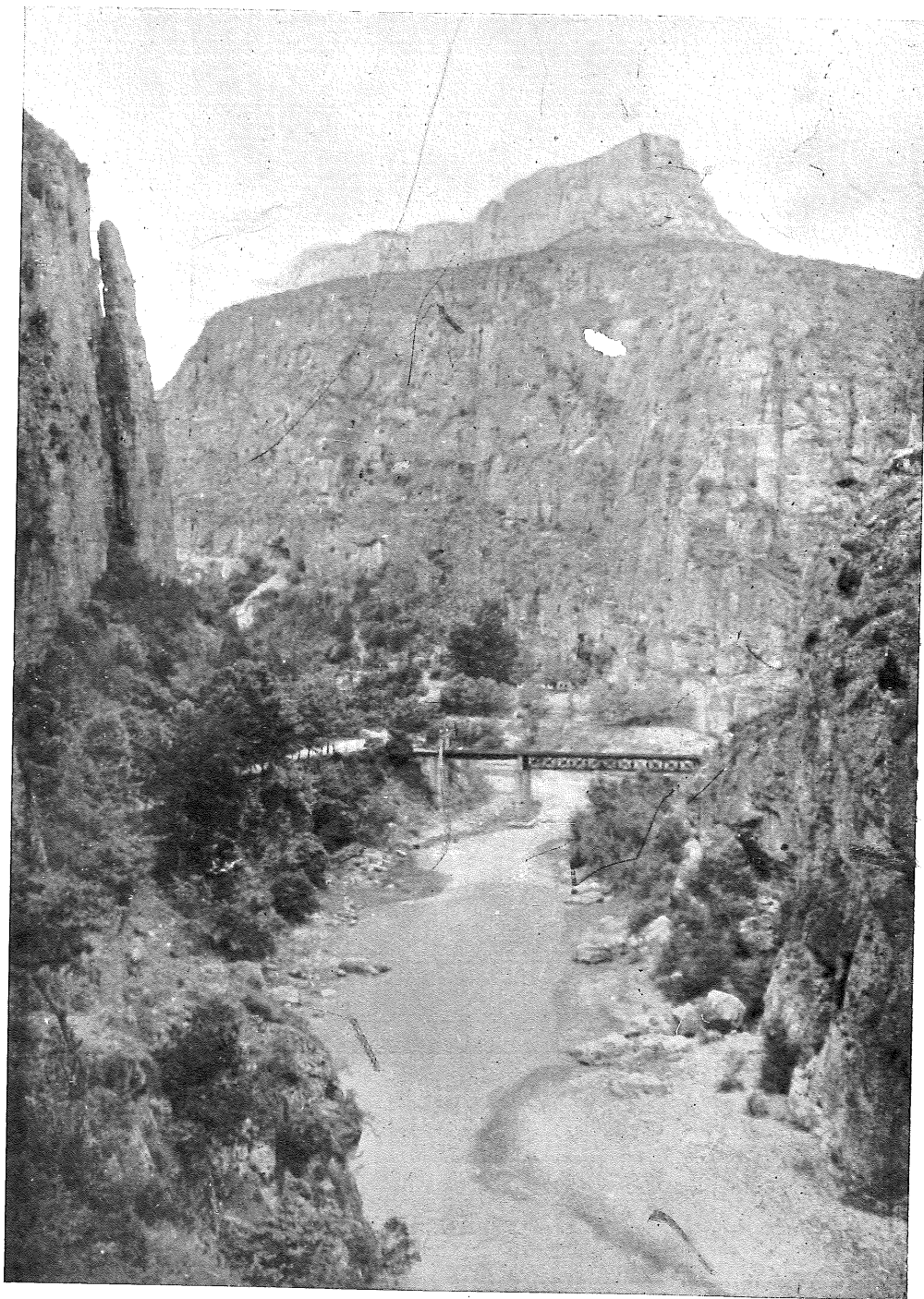
Fot. 31.—El pueblo de Foradada (D-3), al S. de la Sierra de Monsonís, a su izquierda. Primer término en Oligoceno.



Fot. 32.— Vista de conjunto de la Sierra de San Mamet, desde lo alto de San Giordi, o sea desde el Sur. Son visibles en la foto elementos de dirección N.-S., correspondientes a los flancos del anticlinal de Sierra Carbonera.



Fot. 33.— En el centro de la foto el cerro de San Salvador (A-3) y al fondo el Montroig.



Fot. 34.—Las dolomías del Dogger en la confluencia del Segre, en primer término, y el Noguera Pallaresa, que se une por la derecha. Por encima de las dolomías los tramos blancos del Turonense-Senonense. Más altas destacan las calizas campanenses de las cimas del Montroig.

rado como Dogger; más al Norte, donde existen las calizas urgoaptenses, su tránsito a ellas es también confuso y gradual. Es el tramo D de la figura 6.

CRETÁCEO.—Mientras que el Cretáceo inferior existe poco más al Norte, en el Montsech, bien desarrollado y caracterizado en su facies urgoaptense con orbitolinas, Aptense superior y Albense (sin que exista el Cenomanense y Turonense, de modo que la serie se reanuda con el Senonense inferior), en nuestras sierras marginales, la serie salta del Dogger al Senonense inferior.

Así pues, el Santonense descansa en ellas, debido a leves pliegues, al parecer de edad distinta, sobre diferentes tramos jurásicos y triásicos, y soporta en la zona de Camarasa discordancias regulares hasta de 20° bajo el Senonense.

Recordemos que nosotros admitimos la presencia del Turonense, pero para Misch la parte más baja del Cretáceo inferior, o sea las areniscas rojas y blancas, son ya santonenses. Sobre ellas se encuentran todavía pequeñas intercalaciones de calizas y margas calíferas con hippurites del Santonense, siguiendo las calizas con hippurites del Campanense. Hacia el Sur la potencia disminuye, gradualmente al principio, muy rápidamente después, en la proximidad del borde meridional de las sierras, a lo largo de una línea que va de Este a Oeste. Al Sur de ella el Senonense viene representado por un solo banco calizo, arenoso en su base y en su parte superior.

El Garumnense, representado por margas abigarradas que presentan en intercalaciones un banco calizo muy destacado, disminuye de potencia muy rápidamente hacia el Sur.

EOCENO.—Empieza con calizas de alveolinas, a las que se superpone un Flysch potente gris, en parte margoso.

OLIGOCENO.—Según Misch, el plegamiento principal ocurre en la zona pirenaica marginal después del Eoceno. Antes de que llegue a arrasarse la cordillera comienza de nuevo la sedimentación bajo condiciones continentales. El eje de la depresión ya no se sitúa, como hasta ahora, en el ámbito pirenaico, sino más al Sur, en la depresión del Ebro, que antes era un macizo continental y ahora se hunde rápida y sinclinalmente, recibiendo sedimentos en gran potencia.

Aunque Misch considera los conglomerados como basales, es evidente que el Oligoceno no comienza por conglomerados, ni siquiera por areniscas, sino con frecuencia por finos sedimentos arcillosos, a los que siguen yesos, o incluso a veces, directamente, por yesos. Y no es éste el único indicio de que el gran plegamiento pirenaico no sigue inmediatamente al Eoceno, pues ya

hemos señalado otros en los capítulos pertinentes. Los plegamientos iniciados entonces son suaves y no dan lugar a gran relieve. Los movimientos intensos son ya intraoligocenos, y se reproducen en pulsaciones a lo largo de esta época hasta culminar al final, en la fase sálica.

Nunca vimos pasar lateralmente la serie yesífera a conglomerado, como afirma Misch, sino que el paso lateral a conglomerados tiene lugar a niveles más altos en diferentes alturas no sistematizables por su irregularidad, y a partir de la facies normal, en forma gradual. No hay pues conglomerados basales. Hay acuñamiento de los yesos en dirección al Norte, y muy rápido, en

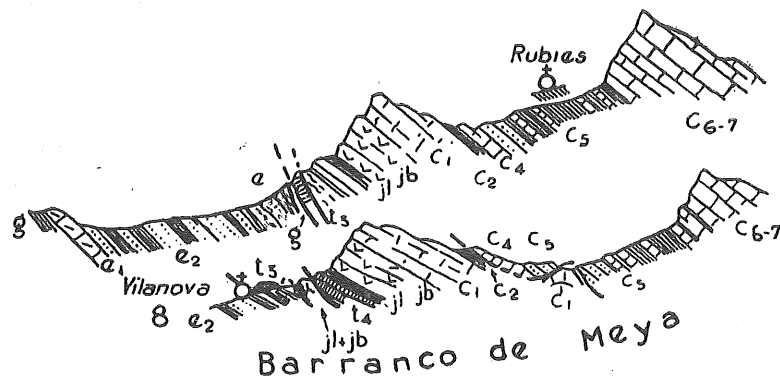


Fig. 34.—Cortes a través de la falda meridional del Montsec, al Norte de la Hoja de Artesa de Segre (P. Misch, 1934).

- e2 Margas y Flysch eocenos.
- e1 Caliza de alveolinas.
- g Garumnense.
- C6-7 Caliza de hippurites, Campanense-Maestrichtense.
- C5 Margas y areniscas del Santonense.
- C4 Calizas de hippurites del Coniacense.
- C2 Margas y calizas con orbitolinas y areniscas del Aptense superior-Albense.
- C1 Calizas del Urgonense.
- jb Dolomías del Dogger.
- j1 Margas del Lías medio y superior.
- t4 Carniolas.
- t3 Keuper con ofitas.

brevísimos espacios. Así resulta que el borde de la depresión oligocena, al principio de esta época está perfectamente delineado por la banda de yesos finos. Luego la sedimentación oligocena, su ámbito, avanza gradualmente hacia el Norte apoyándose mediante conglomerados marginales, correspondientes a pulsaciones en el plegamiento, sobre los relieves que se van creando o acentuando.

Señala Misch la concordancia (casual) del Oligoceno con las calizas de al-

veolinas del sinclinal de Rubió, ya erosionadas, y también el acuñamiento hacia el Norte, de los yesos, en el anticlinal de Artesa de Segre.

Admite los plegamientos sálicos, pero con carácter local.

La aportación de Misch al conocimiento estratigráfico del país que estudia es reducida, ya que el objetivo principal es el análisis de su estructura y estilo tectónico y el establecimiento de sus rasgos paleogeográficos e historia tectónica; en este campo es, pues, donde hay que buscar los frutos de su actividad, que son ricos en cantidad y calidad. Vamos a examinar pues, con cierta atención y detenimiento, las consideraciones tectónicas que se refieren al ámbito de la Hoja de Artesa de Segre, reproduciendo para ello sus bonitos cortes seriados, que complementarán muy eficazmente los nuestros, en el conocimiento y detalle de esta interesante región.

Ya que no hemos estudiado la región de los Montsechs, situados inmediatamente al Norte de nuestra Hoja, y cuyo cabalgamiento sobre nuestras series aún es visible en fragmentos dentro de ella, mostraremos alguno de los cortes con que Misch ilustra este importante accidente tectónico (fig. 34).

Explicación de los símbolos de las figuras 34 a 41 de Misch:

- O1 = Oligoceno.
- Olg = Yesos del Oligoceno.
- L2 = Margas y Flysch eocenos.
- L1 = Calizas de alveolinas.
- L = Eoceno.
- G = Garumnense.
- C7 = Maestrichtense.
- C6-7 = Caliza de hippurites, Campanense y Maestrichtense.
- C5 = Margas y areniscas del Santonense.
- C4 = Caliza de hippurites del Coniacense.
- C2 = Margas y calizas con orbitolina y areniscas del Aptense-Albense.
- C1 = Calizas del Urgonense.
- Jb = Dolomías del Dogger.
- J1 = Margas del Lías medio y superior.
- T4 = Carniolas.
- T4g = Yesos réticos.
- T3 = Keuper con ofitas.

Misch atribuye edad preoligocena al Montsec, pero si observamos que más al Este, su prolongación, o una serie análoga, cabalga en Oliana netamente el Oligoceno basal (23), y si conocemos las discordancias progresivas patentes dentro del Oligoceno, hemos de aceptar, al menos, una edad intraoli-

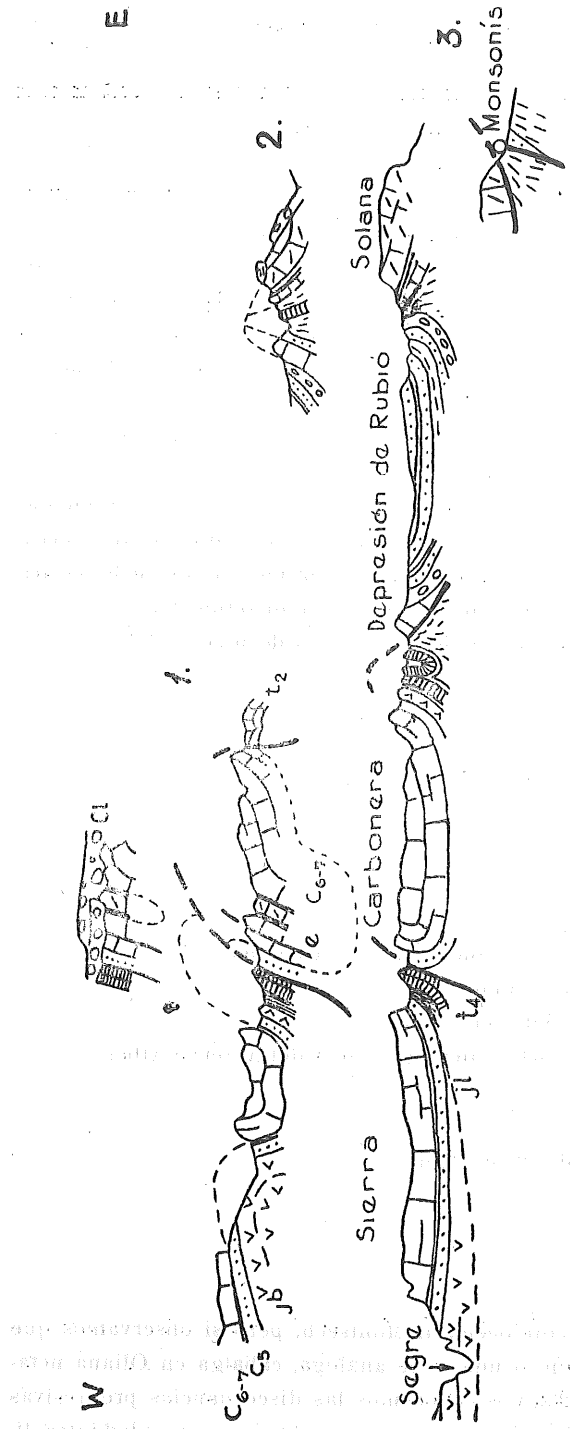


Fig. 35.—Cortes a través de los pliegues, entre Artesa y Camarasa (P. Misch, 1934).

- O1 Oligoceno.
- e Eoceno.
- C6-7 Caliza de hippurites, Campanense-Maestrichtense.
- j1 Margas del Lías medio y superior.
- t4 Carniolas.
- t3 Muschelkalk.

gocena para el empuje principal, si bien el pliegue ya quedó planteado, o insinuado, a fines del Eoceno. En efecto, el Oligoceno más alto pasa discordante y tendido sobre el Montsech.

Mostramos así una discrepancia fundamental con las conclusiones tectónicas de Misch, si bien, la apreciación en el detalle de los cortes parciales, sea generalmente de coincidencia casi absoluta. Esta discrepancia se refiere a la

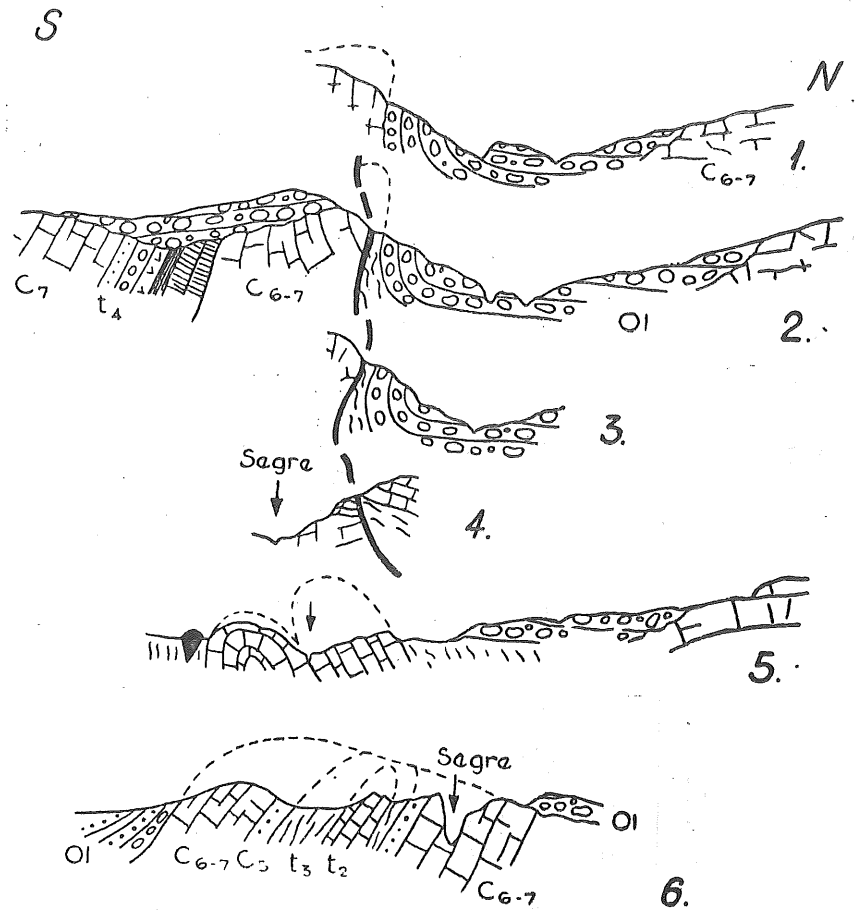


Fig. 36.—Cortes a través de la salida triásica de Alós (P. Misch, 1934).

- O1 Oligoceno.
- C7 Maestrichtense.
- C6-7 Caliza de hippurites, Campanense-Maestrichtense.
- C5 Margas y areniscas del Santonense.
- t4 Carniolas.
- t3 Keuper con ofitas.
- t2 Muschelkalk.

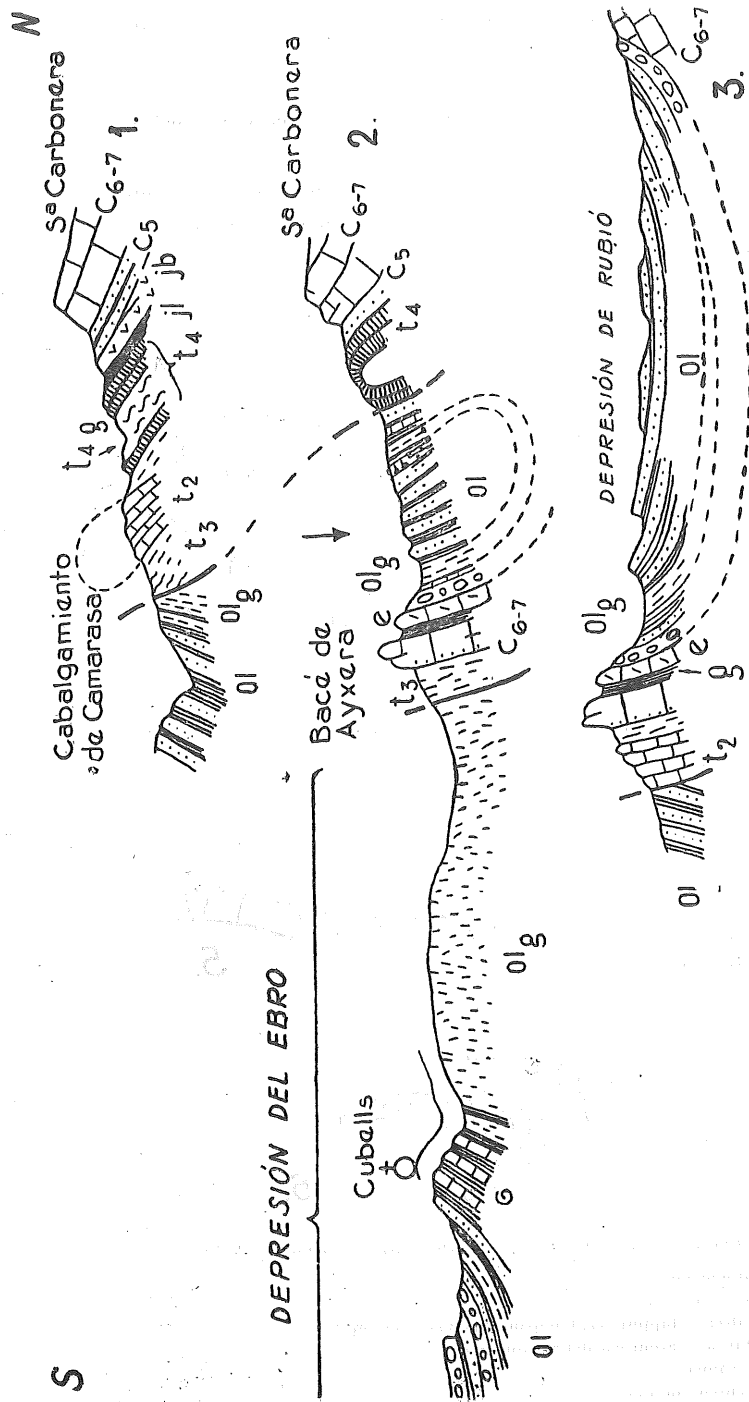


Fig. 37.—Cortes a través de la Zona, entre Artesa y Camarasa (P. Misch, 1934).

- O1 Oligoceno.
- Olg Yesos del Oligoceno.
- e Eoceno.
- g Garumnense.
- C6-7 Caliza de hippurites, Campanense-Maestrichtense.
- C5 Margas y areniscas del Santonense.
- jb Dolomías del Dogger.
- jl Margas del Lias medio y superior.
- t4 Carniolas.
- t2 Muschelkalk.

edad de los plegamientos pirenaicos y sobre todo de su fase más intensa. La otra discrepancia de importancia se refiere a que Misch atribuye la tectónica cruzada (pliegues dirigidos de N. a S.) a tectónica normal, nosotros sobre todo a la tectónica salífera.

Así afirma Misch que en el Sur de San Mamet hay intensos plegamientos cruzados de edad pirenaica, por ejemplo la estructura comprendida entre Artesa y Camarasa (fig. 35). Mientras que estamos conformes con las líneas

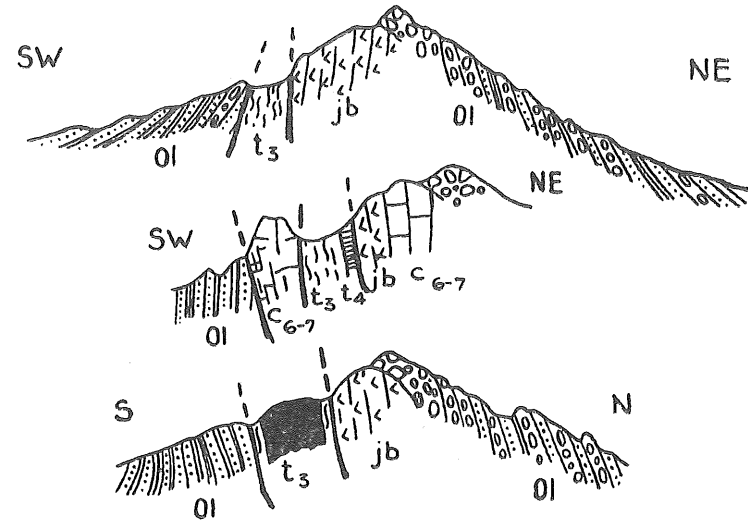


Fig. 38.—Cortes a través de la salida mesozoica de Artesa.

- O1 Oligoceno.
- C6-7 Caliza de hippurites, Campanense-Maestrichtense.
- jb Dolomías del Dogger.
- t4 Carniolas.
- t3 Keuper con ofitas.

generales y con casi todos los detalles de sus cortes, no lo estamos con su interpretación, ya que los consideramos debidos a la reacción al empuje de las masas salinas y de edad intraoligocena reforzada sávicamente, o quizás exclusivamente sávicos, puesto que levantan el Oligoceno hasta la vertical allí donde el peso de los sedimentos, al engrosar la serie rápida y acusadamente hacia el Norte, no los sujeta.

Lo mismo podemos decir de la fig. 36, que representa la salida diapírica de Alós, pero aquí la conformidad se limita no sólo al detalle de los cortes sino a la interpretación, ya que Misch le atribuye edad sálica.

Algunos reparos tenemos que oponer a sus esquemas de la fig. 37, que re-

presenta la comarca comprendida entre Artesa y Camarasa; así, por ejemplo, no estamos del todo conformes con la interpretación dada a la base de Sierra Carbonera (fig. 37, 1), que viene forzada por la aceptación de un Röt para nosotros inexistente. A los cortes 2 y 3 de la misma figura oponemos el reparo de que la base del Oligoceno, sobre la unidad que denomina Bace de Ayxerá, no es conglomerática sino yesífera, estando conforme con el resto de la figura. Coincidimos con Misch en la apreciación de su edad sávica, pero ponemos más énfasis, como siempre en estos accidentes más meridionales, en la influencia de la tectónica salina combinada con el escaso peso que tiene allí la serie sedimentaria.

Muchos de estos accidentes fueron ya marcados pirenaicamente antes de comenzar la sedimentación oligocena, pero con poco relieve e intensidad, y

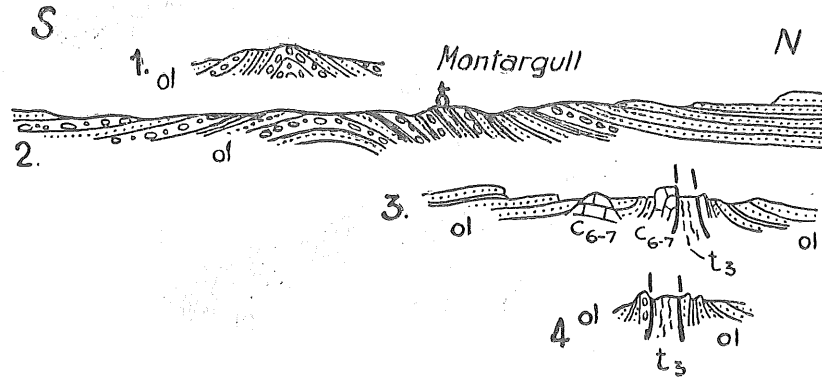


Fig. 39.—Cortes a través del Oligoceno al N. de Artesa (P. Misch, 1934).

- ol Oligoceno.
- C6-7 Caliza de hippurites, Campanense-Maestrichtense.
- t3 Keuper con ofitas.

reforzados intraoligocenamente y, sobre todo, con máxima violencia, sávicamente. Misch atribuye a efecto de la desigualdad del relieve del yacente y del Oligoceno los curvamientos de las directrices tectónicas: nosotros a superposición de accidentes debidos a la movilidad del Keuper.

La fig. 38 representa el diapiro de Artesa de Segre, según Misch. En este caso cedemos de opiniones anteriormente expresadas (22) para ajustarnos más exactamente a su interpretación. Nosotros lo ofrecimos entonces como ejemplo puro de diapiro, Misch como un semidiapiro ya preparado por un relieve presávico reforzado dinámicamente por los empujes postoligocenos. Así lo confirma el hecho de que lo contorneen capas basales del Oligoceno, y que haya conglomerados apoyados sobre los elementos mesozoicos.

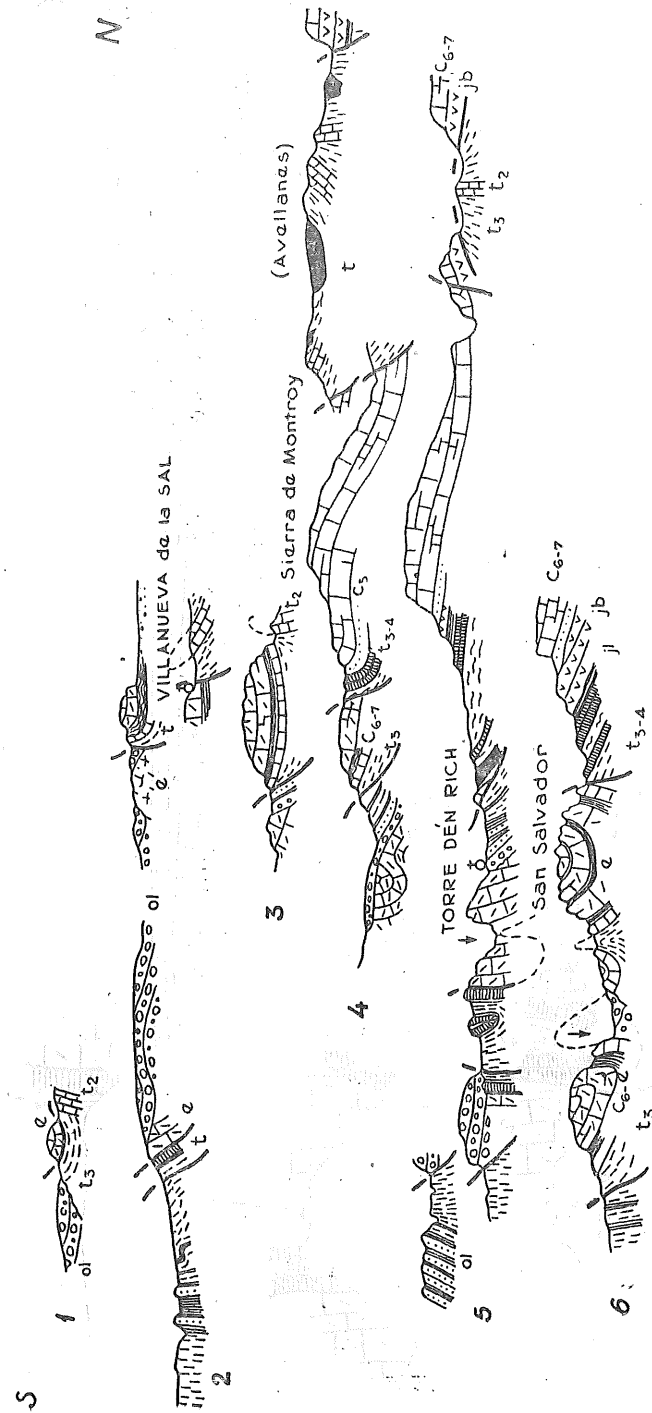


Fig. 40.—Cortes a través de las sierras marginales, entre Camarasa (P. Misch, 1934).

- ol Oligoceno.
- e Eógeno.
- C6-7 Caliza de hippurites, Campanense-Maestrichtense y OS.
- C5 Margas y areniscas del Santonense.
- jb Dolomías del Dogger.
- jl Margas del Lías medio y superior.
- t4 Carniolas.
- t2 Muschelkalk.
- t Trias.

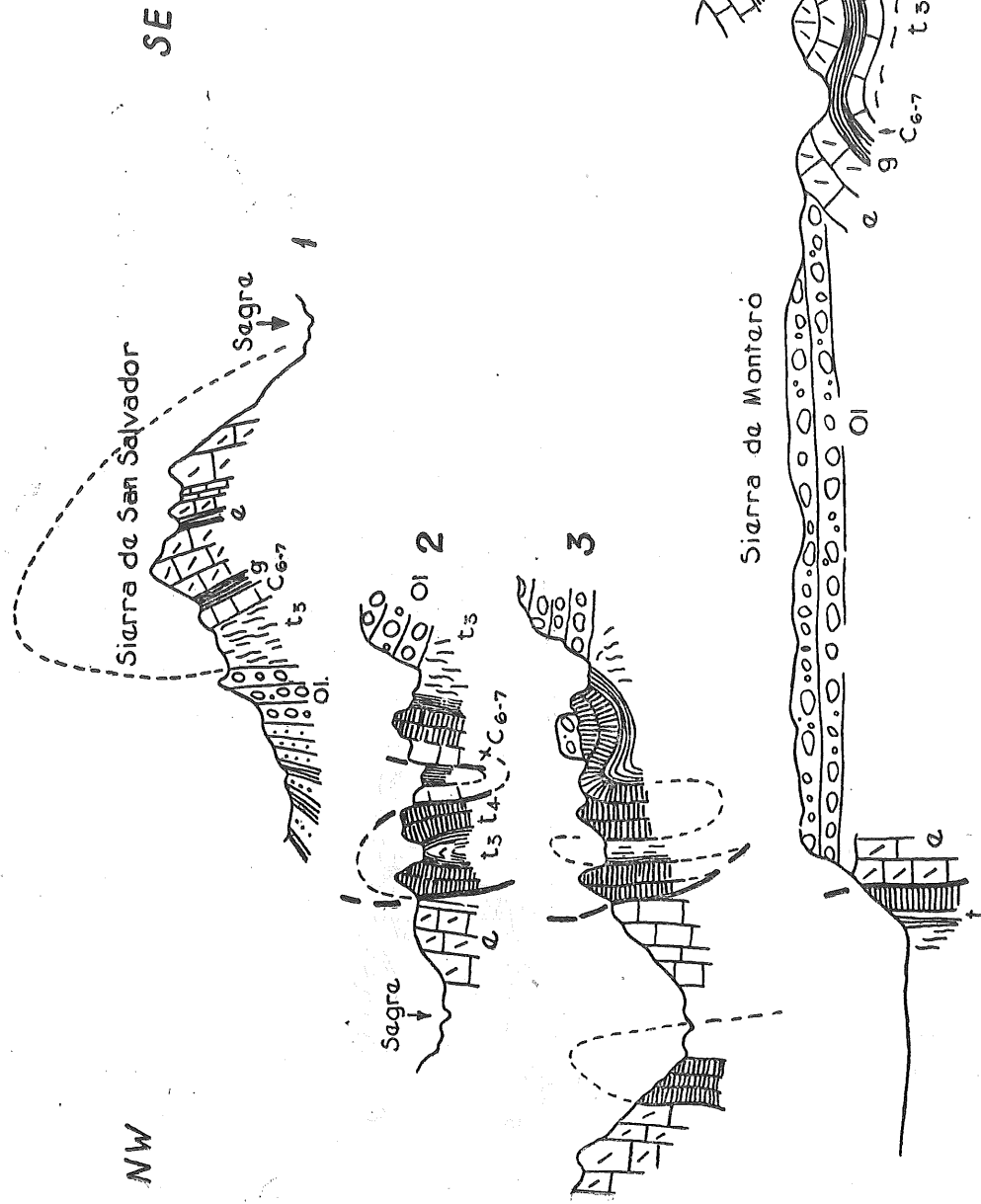


Fig. 41.—Cortes a través de los accidentes «cruzados», al SO. de Camarasa (P. Misch, 1934).

Ol, Oligoceno.—e, Eoceno.—g, Garumnense.—C6-7, Caliza de hippurites, Campanense-Maestrichtense. t4, Carniolas.—t3, Keuper con ofitas.—t, Trias.

Lo mismo decimos del diapiro de Montmagastre, representado en la fig. 39, aunque en este caso no aparece tan claro que sean basales las capas oligocenas que lo rodean. De todos modos su carácter diapírico no es tan puro como aceptamos en un principio.

Los bonitos corte de la fig. 40, representan la zona comprendida entre Camarasa y Os, con las Sierras del Montroig y de San Salvador, y estamos conformes con ellos en su conjunto y en casi todos sus detalles (no en la presencia del Röt).

El designado con el número 5 es muy interesante y muestra cómo el Montroig cabalga al Oligoceno; es el mismo cabalgamiento que mencionamos en nuestra descripción al Norte de San Lorenzo de Mongay (Torre d'en Rich en su corte). A su vez la serie de San Lorenzo, eocena, cabalga a la secundaria del cerro Monteró, con sus calizas eocenas y conglomerados oligocenos, que a su vez levantan los yesos oligocenos de la charnela del anticlinal. También es muy bonito el corte 6, con la forma sinclinal de la Sierra de San Salvador y su réplica meridional.

Detalles de estos accidentes los representa Misch en la fig. 41, en muy bonitos cortes, con cuya interpretación coincidimos.

P. Birot (5) en 1933 publica un trabajo encaminado principalmente a aclarar la morfología surpirenaica, pero publica un mapita (fig. 42) muy exacto de la hoz del Segre, en la Hoja de Artesa. Sus conclusiones morfológicas son de un orden general y no interesa analizarlas aquí, pero entresacamos varias ideas fundamentales expuestas quizá por primera vez por Birot, y son la de plegamientos pirenaicos anteoligocenos, seguidos por pulsaciones intraoligocenas originantes de discordancias igualmente intraoligocenas, así como las de enraigamiento de unidades tectónicas.

Más tarde, y como última contribución conocida por nosotros, los autores de esta Hoja exponen en diversos capítulos de su memoria explicativa de la geología de la provincia de Lérida (2) diferentes aspectos estratigráficos o tectónicos, pero todos ellos están recogidos aquí con mucho mayor detalle, ya que son fruto de las observaciones realizadas para la ejecución de esta Hoja, o del estudio del trabajo de Misch,

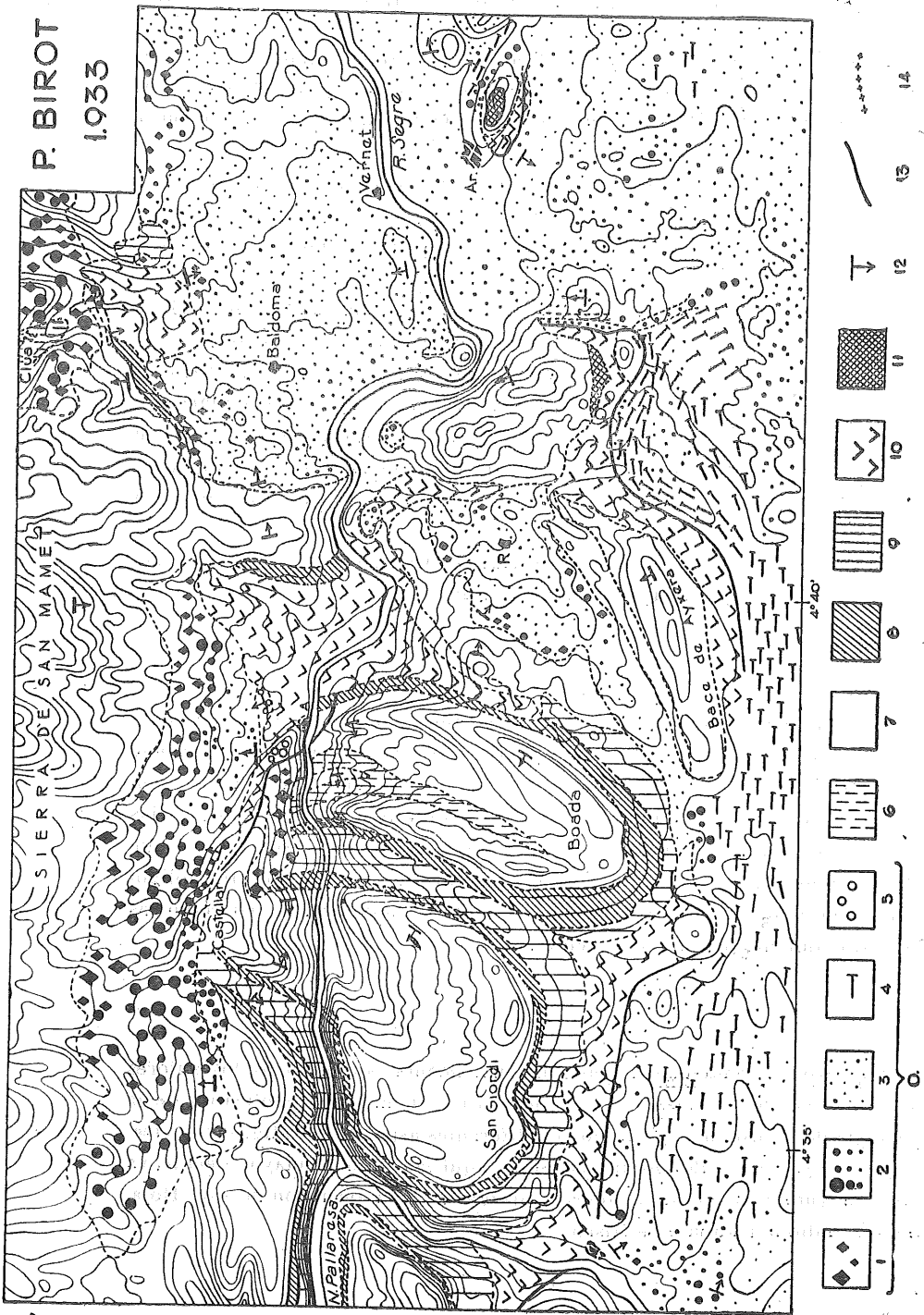


Fig. 42.—Epigenia del río Segre en la Zona de Sierras.

0. Bartonense-Oligoceno, facies principales. —1. Pudingas de elementos angulosos. —2. Pudingas de elementos rodados de tamaño variable. —3. Areniscas. —4. Margas arenosas y yeso. —5. Pudingas de elementos rodados de tamaño variable. —6. Garumense. —7. Caliza senonense y calizas de alveolinas. —8. Areniscas y arenas abigarradas del Santonense. —9. Lías y dolomitas del Dogger. —10. Triás. —11. Rocas trituradas. —12. Buzamientos de las capas. —13. Contactos normales. —14. Discordancias intraoligocenas. (P. Birot, 1933.)

VII

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

La diversidad geológica que, tanto desde el punto de vista estratigráfico como tectónico, caracteriza al territorio comprendido dentro de los límites de la Hoja, determina condiciones igualmente diversas en cuanto a la capacidad de almacenamiento de aguas subterráneas y en su consecuencia en la cantidad y caudal de manantiales naturales para el abastecimiento de las poblaciones.

La serie secundaria, con sus niveles calizos y arenosos, acompañados de otros margosos, constituyen posibles niveles de almacenamiento de agua, pero lo extremadamente roto de los estratos en algunas rocas, como la del Segre y su confluencia con el Noguera, hace que, en general, el agua recogida brote en diversas fuentes de caudal reducido, ya que las respectivas cuencas de recepción son también poco extensas.

La gran falla del Montsech, de la cual sólo una pequeña parte aparece en nuestra Hoja, da lugar a diversos manantiales de cierta consideración, algunos dentro de nuestra Hoja, otros cerca de su límite norte, que surten de buena agua a los pueblos situados al pie del Montsech, como sucede en Vilanova de Meyá.

El gran domo formado por la cima de San Mamet no es favorable, por su disposición tectónica, para el almacenamiento de aguas subterráneas, no obstante lo cual las fallas que afectan a la vertiente sur dan lugar a algún pequeño manantial, como acontece en Les Coms, en donde a favor de una pequeña falla aparece un asomo bauxítico y, subordinado, un manantial.

Al Sur de San Mamet, los violentos trastornos antes descritos dan lugar a la aparición de manantiales, que drenan las diferentes estructuras y surten de

agua, en general de buena calidad, a los pueblos de esta zona. Son manantiales pequeños, puesto que sus cuencas respectivas también lo son.

No obstante, creemos que hay dos zonas en las que en caso de necesidad podría alumbrarse agua artesiana por medio de sondeos.

Se trata de los dos sinclinales de dirección aproximada N.-S., situados entre Camarasa y Alós de Balaguer (B-3. C-3), y cortados por el Segre en su último tramo, antes de la confluencia.

Sus cuencas no son demasiado extensas, pero sí lo suficiente para alumbrar un caudal satisfactorio, y las condiciones geológicas parecen favorables, si bien el más occidental de los sinclinales se estima más ventajoso, por ser algo más amplio y menos agudo.

El resto de la zona secundario-eocena no ofrece condiciones favorables para alumbrar aguas en cuantía interesante, pues no existen estructuras apropiadas y aflora en muchos sitios el Keuper, que muy cerca del límite occidental de la Hoja da lugar a manantiales salinos que se explotan.

En cuanto al área ocupada por el Oligoceno, que representa casi la mitad de la superficie total de la Hoja, ofrece muy escasas posibilidades de alumbramiento de aguas.

Sus estratos entran en su mayor parte horizontales o muy tendidos, constituidos predominantemente por capas margosas de escasa o nula permeabilidad.

En la zona del anticlinal de Cubells y sus inmediaciones, afloran en una importante extensión los yesos inferiores, lo que da lugar a que varios manantiales algo más abundantes que existen, como por ejemplo el de Cubells, sean de aguas selenitosas impotables o de muy baja calidad.

Como consecuencia de todo ello los pueblos situados en el área oligocena tienen agua escasa y mala, o carecen de ella en absoluto, de modo que los inmediatos al río Segre se surten de él, como sucede en el que da nombre a la Hoja, que tiene una instalación de bombas que toman el agua del río y la suben a un depósito elevado.

Los pueblos alejados del río y próximos al caudal del Urgel, toman el agua de este último, a veces por medio de una derivación de alguna longitud.

Así pues, excluida la zona de los yesos y sus proximidades, las posibilidades de alumbramiento de agua en el Oligoceno son muy escasas y sólo algunas galerías, emboquilladas sobre un banco arenoso algo potente y extenso, podría alumbrar en caso favorable un caudal reducido.

La mancha oligocena de Rubió de Dalt (C-3), constituye una cubeta cerrada, en donde sería posible alumbrar aguas por medio de un pozo o sondeo, pero los niveles de yeso que afloran en la parte baja, hacen suponer que el agua que se alumbraría no sería potable.

Por último, una posibilidad interesante en relación con el Oligoceno la

constituyen los niveles de conglomerados que se extienden al pie de la sierra de San Mamet, en su vertiente Sur. Estas capas, de alguna potencia y bastante permeables, pueden almacenar algo de agua en el contacto con algún banco margoso, pero posiblemente dada la permeabilidad de los bancos calizos cretáceos sobre los que descansa, deben haber sido ya drenados. En todo caso, sería preciso efectuar un reconocimiento detenido, antes de aconsejar ninguna labor.

MINERÍA

Hasta marzo de 1949 no se tenía noticia de ninguna explotación minera dentro de los límites de la Hoja, si bien se explotaban algunos yacimientos en el Montsech, cerca del borde norte de aquélla. Pero en unos reconocimientos geológicos que realizamos entonces, entre Artesa de Segre y Camarasa, uno de nosotros tuvo la suerte de descubrir, cerca de Alós de Balaguer, un extenso afloramiento de bauxita, cuya existencia no se conocía hasta entonces.

La noticia de este hallazgo, puso en movimiento al personal especializado de algunas empresas interesadas en la obtención de esta primera materia, y así se encontraron muchos afloramientos de bauxita en las sierras de San Mamet y Montroig, además de una prolongación al sur del afloramiento por nosotros descubierto.

Como consecuencia de este descubrimiento, dimos una primera noticia en Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España (24) y un estudio geológico más amplio al II Congreso Nacional de Ingeniería (en prensa). De este último trabajo reproducimos a continuación la descripción de los distintos afloramientos bauxíticos reconocidos hasta ahora.

FUENTE DE LA FORRADELLA.—Se encuentra este afloramiento cerca del río Segre e inmediato a la fuente de la Forradella, existente en el término de Alós de Balaguer, sobre el camino de este pueblo a Cubells y a unos 1.500 metros del primer pueblo hacia el Sur (fot. 23).

Aparece aquí la serie normal secundaria, con gran regularidad y sin trastorno alguno, orientadas las capas aproximadamente N.-S. y con buzamientos al Oeste que oscilan entre 45° y 75°. De Este a Oeste se encuentra, primero, el Keuper con sus margas rojas y yesos; a continuación, calizas tableadas y mar-

gas del Liásico, con fauna bastante abundante, y sobre éstas las calizas dolomíticas del Jurásico medio, que por su mayor dureza determinan en el terreno una serreta o crestón que baja hacia el Norte en dirección al Segre.

Entre estas calizas y las del Cretáceo superior, situadas al Oeste, y ambas bastante duras, se disponen las arenas y gravas de facies albense y las areniscas bastas superiores a ellas, materiales todos ellos más blandos, lo que da lugar a la formación de un barranquillo que se encamina hacia el Norte y conduce al Segre el pequeño caudal alumbrado por la fuente de la Forradella, que nace en su fondo, junto a las calizas dolomíticas del Jurásico.

En el contacto de éstas con las arenas cretáceas se encuentra la bauxita, que aflora en la misma fuente y se sigue sin interrupción hacia el Sur, barranco arriba, en un recorrido mínimo de 500 m. Aguas abajo de la fuente aparece también la bauxita, pero en un recorrido más pequeño, porque pronto una falla pone en contacto las calizas jurásicas y las arenas, con las margas del Keuper que interrumpen aquellas formaciones antes de llegar al río.

Continuando más al Sur, las arenas, así como las bauxitas, se acuñan antes de llegar a la colladita, origen del barranco, pero cien metros más al Sur de aquél se encuentra un nuevo asomo muy pequeño de bauxita.

El afloramiento que desde la fuente se extiende hacia el Sur, es el más llamativo e interesante, pues, como hemos dicho, tiene una corrida mineralizada en superficie no menor de 500 m., con una potencia de bauxita que oscila entre 8 y 14 metros.

Las bauxitas de este afloramiento son del tipo corriente en otros yacimientos de la provincia, rojas y pisolíticas o blancas, y hemos efectuado un minucioso demuestre todo a lo largo del yacimiento, analizando cuidadosamente las muestras, y a continuación expondremos los resultados obtenidos:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	Pérdida al fuego
4,5	47	33,9	3,6	,	11
4,9	48,4	32,0	3,4	0,2	11,1
5,7	44,7	35,4	3,3	,	10,4
6,7	50,4	27,2	3,1	1,1	11,5
7,4	38,17	40,33	4	,	10,6
10,18	36,45	24,35	2,7	9,50	16

Téngase en cuenta que, no existiendo aún labores de investigación profunda, todos estos análisis se refieren a muestras de superficie, más alteradas y meteorizadas, y esperamos fundadamente que, como suele ocurrir en esta clase y tipo de criaderos, las calidades mejoren en profundidad.

MAPA DE LA ZONA DE BAUXITAS DE ALÓS DE BALAGUER-CAMARASA (LÉRIDA)
SEGÚN DATOS ORIGINALES SIMPLIFICADOS DE LOS SRS. D. JOSÉ M.ª RIOS Y D. ANTONIO ALMELA, INGENIEROS DE MINAS 1950

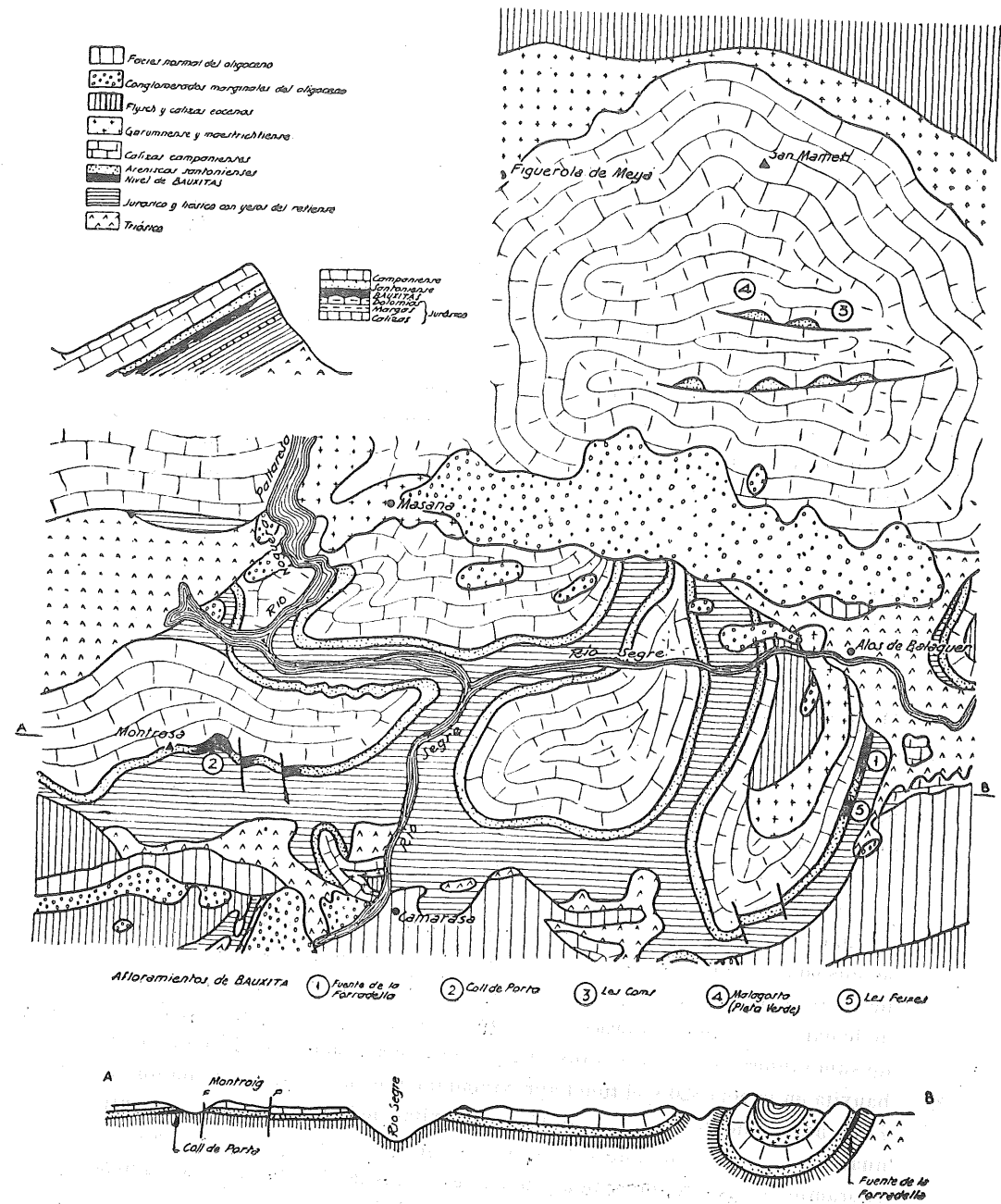


Fig. 43.

Otros afloramientos de bauxita

Conocido que fue este llamativo yacimiento, distintas personas se dedicaron a la búsqueda de nuevas manifestaciones de este mineral, y en efecto, se localizaron varios, que a continuación describimos.

En el camino de Les Feixes o Sales, como a unos 1 500 metros al Sur de la fuente de la Forradella, se encuentran dos asomos de bauxita, de dimensiones más bien reducidas, en la prolongación de las capas de la fuente y en disposición idéntica a la que allí tienen, por lo que consideramos estos afloramientos como prolongación de aquéllos y no nos detenemos en su descripción.

A unos 10 kilómetros al Oeste de estos yacimientos de bauxita, se encuentra otro afloramiento bastante pequeño, en lo alto de la Sierra de Montroig, en el collado que existe al Este del vértice de cota 950, sobre el límite de los términos municipales de San Lorenzo de Mongay y Santa Lña, que se denomina Coll del Porta.

Estas bauxitas se encuentran también sobre las calizas del Jurásico y vienen cubiertas por arenas y areniscas cretáceas, sobre las que a su vez descansan las calizas senonenses que coronan la sierra y corren a lo largo de toda la línea de cumbres.

La serie es también muy regular y las capas calizas buzan alrededor de 20° al Norte, adoptando la ladera norte de la sierra casi la misma pendiente de las capas.

Esta disposición nos hizo suponer que el nivel bauxífero debía ir a poca profundidad bajo la ladera norte de la sierra, y en el caso de que las bauxitas que afloran en la cumbre se continuaran en profundidad, debían haber sido cortadas por el túnel del ferrocarril que atraviesa la sierra en la vertical del vértice Montroig.

En efecto, aun cuando el túnel fue perforado hace bastante tiempo y no hemos conseguido datos de las rocas atravesadas, hemos visto en la escombrera existente frente a la estación de Villanueva de la Sal abundantes trozos de bauxita, que sin duda proceden de un nivel cortado por el túnel. El dato es de sumo interés para futuras investigaciones, pues estando el afloramiento de bauxita en la cota 820 y el túnel aproximadamente en la cota 350 y con un buzamiento medio de las capas de 20°, las bauxitas de lo alto de la sierra continúan a una profundidad de 450 metros y a una distancia de 1.500 metros del afloramiento. Es esto, pues, una prueba de que los lentejones de bauxitas pueden tener una continuidad grande en profundidad.



Fot. 35.—La vega y el Oligoceno de Baldomá y Alentorn (D-2), vistos desde Artesa de Segre.

Fot. 36.—El poblado de Camarasa (A, B-3, 4) y sinclinal en los conglomerados oligocenos, que a la derecha se apoyan en San Salvador, a la izquierda en el Monteró.





Fot. 37.—La garganta del Segre en Rubió de Soler o de Abaix (C-3); a la derecha, el Monsonís (viene a reproducir el tema de la fig. 17).

En la vertiente sur de la Sierra de San Mamet, en las partidas de Les Coms y Malagostá, a unos 1.000 metros de cota y seis kilómetros al Norte de Alós de Balaguer, se han encontrado otros dos afloramientos de bauxita, que ocupan posición estratigráfica idéntica a la de los demás yacimientos.

Como quiera que la sierra citada forma un domo de calizas del Cretáceo superior, las que ocupan la vertiente sur aparecen orientadas sensiblemente Este-Oeste y con buzamientos variables al Sur, que llegan a 30° en las capas más meridionales.

Esta disposición hace que los barrancos que entallan estas calizas hagan aparecer en algunos puntos las areniscas existentes bajo las calizas, y tanto en Les Coms como en Malagostá, afloran bolsadas de bauxita que yacen bajo las areniscas. El fenómeno viene facilitado por varias fallas de dirección aproximada ONO.-ESE., en las que el labio sur queda hundido en relación con el superior.

Estos afloramientos de bauxita son menos extensos que el de la fuente de la Forradella y, además, su posición tectónica hace que cuando se intenten explotar sea preciso arrancar al mismo tiempo las areniscas suprayacentes, con lo que se aumentaría el volumen de escombros a mover.

Si a esto se une la distancia, relativamente grande, que los separa de la carretera más próxima y la diferencia de cota (unos 600 m.), resulta mermado el interés industrial de estos afloramientos, que, no obstante, podrían ser explotables si reconocimientos efectuados en ellos ponían de manifiesto cantidad y calidad de mineral que compensara estos inconvenientes.

En todo caso, es muy grande su interés como indicio de la posibilidad de encontrar en el mismo nivel estratigráfico otros yacimientos en mejores condiciones de explotación.

Características del campo bauxítico

Vemos pues, según los datos que se acaban de exponer, que los afloramientos de bauxita descubiertos se encuentran todos en un mismo nivel estratigráfico y obedecen a las leyes que hasta ahora se vienen considerando como ciertas para la formación de este mineral.

La bauxita, según los actuales conocimientos, se forma por descomposición de calizas o dolomías, expuestas a los agentes atmosféricos durante un largo período de tiempo, en un clima cálido y de grandes lluvias.

Aquí tenemos la caliza dolomítica del Jurásico, emergida y expuesta a los

agentes atmosféricos durante todo el Jurásico superior y el Cretáceo inferior y medio, lo que da lugar a la descomposición de estas calizas y subsiguiente depósito de las arcillas resultantes, en las zonas más bajas. Esta formación de arcillas, por un proceso aún mal conocido, se ha empobrecido en sílice, dando lugar a la formación de la bauxita, sobre la que se ha depositado directamente el Cretáceo superior, que constituye el techo de la formación.

Así pues, los distintos afloramientos descritos delimitan un área en la que, lógicamente, deben repetirse las mineralizaciones de bauxita, allí donde se reproduzca la serie geológica con las mismas características. Este área parece coincidir *grosso modo* con los bordes de la depresión del Dogger, o sea allí donde los bancos de dolomías D, pierden su notable espesor y se hacen delgadas y discontinuas.

Vemos por el mapa geológico y el corte adjuntos que, desde la sierra de Montroig a la de Sant Armengol, la tectónica no es excesivamente violenta, y el contacto entre el Jurásico y las arenas cretáceas se puede seguir en líneas sinuosas, pero sin solución de continuidad, a lo largo de decenas de kilómetros, siempre al pie de escarpadas laderas, disposición que puede dar lugar a que los derrubios oculten el contacto jurásico-cretáceo y con él posibles afloramientos de bauxita.

En zonas de mayor trastorno, como son las sierras Mosquera y de Sant Armengol, afloran las arenas, aunque no el Jurásico infrayacente, pero es lógico suponer que éste existe, si bien debe quedar oculto por los trastornos y, en consecuencia, es recomendable buscar este contacto y ver si en él existe mineralización de bauxita.

La importancia de este nuevo campo bauxitífero es innegable, por varias razones. La primera y principal es que no se conocía en España, hasta ahora, afloramiento de bauxita de tanta extensión y potencia, lo que permite cubicar, sin necesidad de labores de investigación, un tonelaje importante de mineral. Si a esto añadimos la presunción lógica de la continuación de las bauxitas en profundidad, deducida del hecho de haber cortado el túnel del ferrocarril el mineral a más de 400 metros de profundidad del afloramiento, cabe esperar en esta zona grandes cubicaciones de este interesante mineral:

A estos hechos viene a unirse la circunstancia de que las capas están relativamente poco trastornadas y pueden seguirse en muchos kilómetros los niveles del techo y muro de las bauxitas, que pueden contener mineralizaciones de interés en muchos sitios.

Respecto a canteras, no conocemos ninguna de mediana importancia, y sí sólo algunas pequeñas para consumo local.

En tiempos se explotaron unas salinas, embalsando aguas de manantiales salinos del Keuper, cerca de Rubió de Dalt, entre esta localidad y Foradada, pero actualmente apenas se ven ya restos de las viejas instalaciones.

VIII

BIBLIOGRAFÍA

1. ALMELA (A.) y RÍOS (J. M.^a): *Estudio geológico de la zona sub-pirenaica aragonesa y de sus sierras marginales*.—Revista «Pirineos». (En prensa.)
2. — *Explicación del mapa geológico de la provincia de Lérida*.—Inst. Geológico y Min. de España.—Madrid, 1947.
3. ASTRE (G.): *Les faunes de Pachydontes de la province catalane entre Segre et Freser*.—Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse.—Toulouse, 1932.
4. BATALLER (J. R.): *Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España*.—Mem. Real Acad. Cienc. y Art. de Barcelona. Barcelona, 1947.
5. BIROT (P.): *Essai sur la morphologie des Pyrénées Catalanes*.—Annales de Geographie. París, octubre 1933.
6. — *Recherches sur la morphologie des Pyrénées Orientales franco-espagnoles*.—París, 1937.
7. CAREZ (L.): *Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*.—París, 1881.
8. COSSMANN (M.): *Estudio de algunos moluscos eocénicos del Pirineo catalán*.—Bol. Com. Mapa Geol. de España. T. XXIII, pág. 167. Madrid, 1898. T. XXVII, pág. 135. Madrid, 1906.
9. DALLONI (M.): *Sur la tectonique des Pyrénées catalanes et la pretendue «nappe du Montsech»*.—C. R. Ac. Sc., tomo CLVIII, pág. 1724. 1914.
10. — *Étude géologique des Pyrénées Catalanes*.—Alger, 1930.
11. DEPÉRET (CH.) y VIDAL (L. M.): *Sur le bassin oligocène de l'Ebro et l'histoire tertiaire de l'Espagne*.—Compt. Rend. Ac. Sc., tomo CLVI. París, 1913.
12. GARCÍA SIÑERIZ (J.): *Aprovechamiento industrial de las bauxitas de la zona sub-pirenaica para la producción de óxido de aluminio*.—Barcelona, 1950.

13. JACOB (CH.) y FALLOT (P.): *La nappe de charriage du Montsech en Catalogne*. C. R. Ac. Sc., tomo CLVIII, pág. 1222. París, 1914.
14. KELLER (CH.): *Thrust of Montsech, Key to Pirenaic orogeny*.—Géol. de la Méd. Occ., vol. II (parte III), n.º 17. 1931.
15. LEYMERIE (A.): *Recit d'une exploration géologique de la vallée du Segre*.—Bull. Soc. Géol. France, 2.ª serie, tomo XXVI. París, 1868.
16. LUGEON (M.) et OULIANOFF (N.): *Sur la géologie des environs de Camarasa (Catalogne)*.—C. R. Ac. Sc., tomo CLXXIX. París, 1924.
17. — *Géologie de la région du Noguera-Pallaresa en amont de Camarasa*.—Géol. de la Méd. Occ., vol. III. Barcelona, 1934.
18. MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA a escala 1:50.000: *Hojas de Balaguer, núm. 359 (1935); Bellvis, núm. 360 (1946); Pons, núm. 329 (1949) e Isona, núm. 290 (en publicación)*.—Inst. Geol. y Min. de España. Madrid.
19. MARÍN (A.): *La depresión del Ebro. La tectónica y los yacimientos minerales*.—Bol. Inst. Geol. y Min. de España, tomo LVII. Madrid, 1945.
20. MISCH (P.): *Der Bau der Mülleren Südpirenen*.—Abh. Gess. d. Wiss. Göttingen. Berlín, 1934. Traducción española por J. G. de Llarena: *La estructura tectónica de la región central de los Pirineos meridionales*.—Publ. Extr. Geol. de España, tomo IV. C. S. de I. C. Madrid, 1948.
21. PFENDER (J.): *Sur les organismes du Numulitique de la colline de San Salvador près Camarasa*.—Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo 26. Madrid, 1926.
22. RÍOS (J. M.): *Diapirismo*.—Bol. Inst. Geol. y Min. de España, tomo LX, 20.º de la 3.ª serie. Madrid, 1947.
23. — *Análisis estratigráfico y tectónico de una parte del valle del Segre (la zona de Coll de Nargó)*.—Bol. Inst. Geol. y Min. de España, t. LXIII. 1951.
24. RÍOS (J. M.ª) y ALMELA (A.): *Descubrimiento de una nueva zona bauxitífera en Cataluña*.—Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp., n.º 20. Madrid, 1950.
25. ROYO GÓMEZ (J.): *Tectónica del Terciario continental ibérico*.—Bol. Inst. Geológico y Min. de España, tomo XLVII. Madrid, 1926.
26. — *Edad de las formaciones yesíferas del Terciario Ibérico*.—Bol. R. S. E. de Hist. Nat., vol. XXVI. Madrid, 1926.
27. SAN MIGUEL DE LA CÁMARA (M.): *Estudio geológico de los criaderos de bauxita del NE. de España*.—Barcelona, 1950.
28. SELZER (G.): *Geologie der sudpyrenäischen Sierren in Oberaragonien*.—N. J. für Min. Pal. und. Geol., t. 71, dep. B, 1934, págs. 370-406. Trad. española por J. M.ª Ríos: *Geología de las sierras sub-pirenaicas del Alto Aragón*.—Publ. Extr. sobre Geol. de España, vol. IV. Madrid, 1948.
29. SOLÉ (L.) y FONT (J. M.): *Las terrazas del Segre en las inmediaciones de Lérida*.—Dip. Prov. Barcelona, 1929.
30. VERNEUIL (E. DE) et KEYSERLING (C. DE): *Coupes du versant meridional des*

- Pyrénées*.—Bull. Société Géologique de France, 2.ª ser., tomo XVIII. París, 1861.
31. VIDAL (L. M.): *Datos para el conocimiento del terreno garumnense de Cataluña*.—Bol. Com. Mapa Geol. de España, tomo I. Madrid, 1874.
 32. — *Geología de la provincia de Lérida*.—Bol. Com. Mapa Geol. de España, tomo II. Madrid, 1875.
 33. — *Notas acerca del sistema cretáceo de los Pirineos de Cataluña (Cámidos y Rudistos)*.—Bol. Com. Mapa Geol. de España, t. IV. Madrid, 1878.
 34. — *Yacimiento de la aerinita*.—Bol. Com. Mapa Geol. de España. 1882.
 35. — *Compte rendu des excursions dans la province Lerida (du 11 au 15 octobre)*. Reunión extraordinaria en Barcelona.—Bull. Soc. Géol. de France, 3.ª serie, tomo 26. 1898.
 36. — *Nota paleontológica sobre el Cretáceo de Cataluña*.—Asoc. Esp. Progr. Cienc.—Barcelona, 1917.
 37. — *Geología del Montsech*.—Ibérica, vol. 9. Tortosa, 1918.
 38. — *Contribución a la paleontología del Cretáceo de Cataluña*.—Mem. Real Acad. de Cienc. y Art. de Barcelona, vol. XVII, núm. 2. Barcelona, 1921.