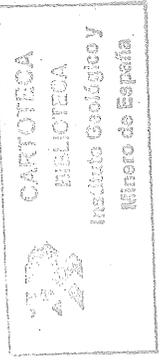


R. 16391

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACIÓN

DE LA

HOJA N.º 248

APIÉS

(HUESCA)

MADRID
TIP.-LIT. COULLAUT
MANTUANO, 49
1951

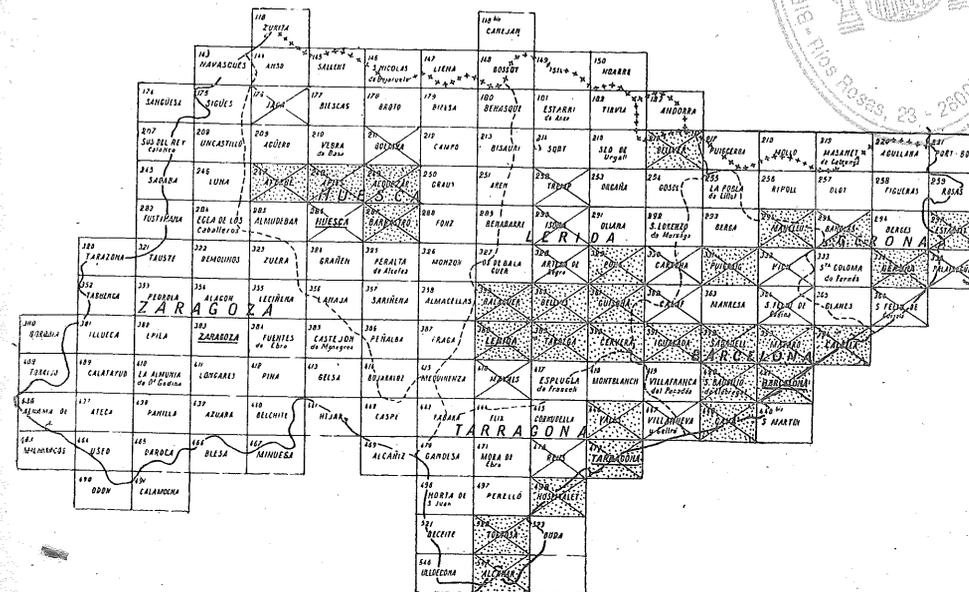
Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por los Ingenieros de Minas D. ANTONIO ALMELA y D. JOSÉ M.^a RÍOS.

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.

Fotografías, por los autores de la Hoja.

Esta Hoja se ha ejecutado de acuerdo con las nuevas Normas del Instituto Geológico y Minero de España, año 1949, para el mapa geológico nacional, a escala 1:50.000.

TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA
SITUACIÓN DE LA HOJA DE APIÉS, NÚMERO 248



Publicada En prensa En campo

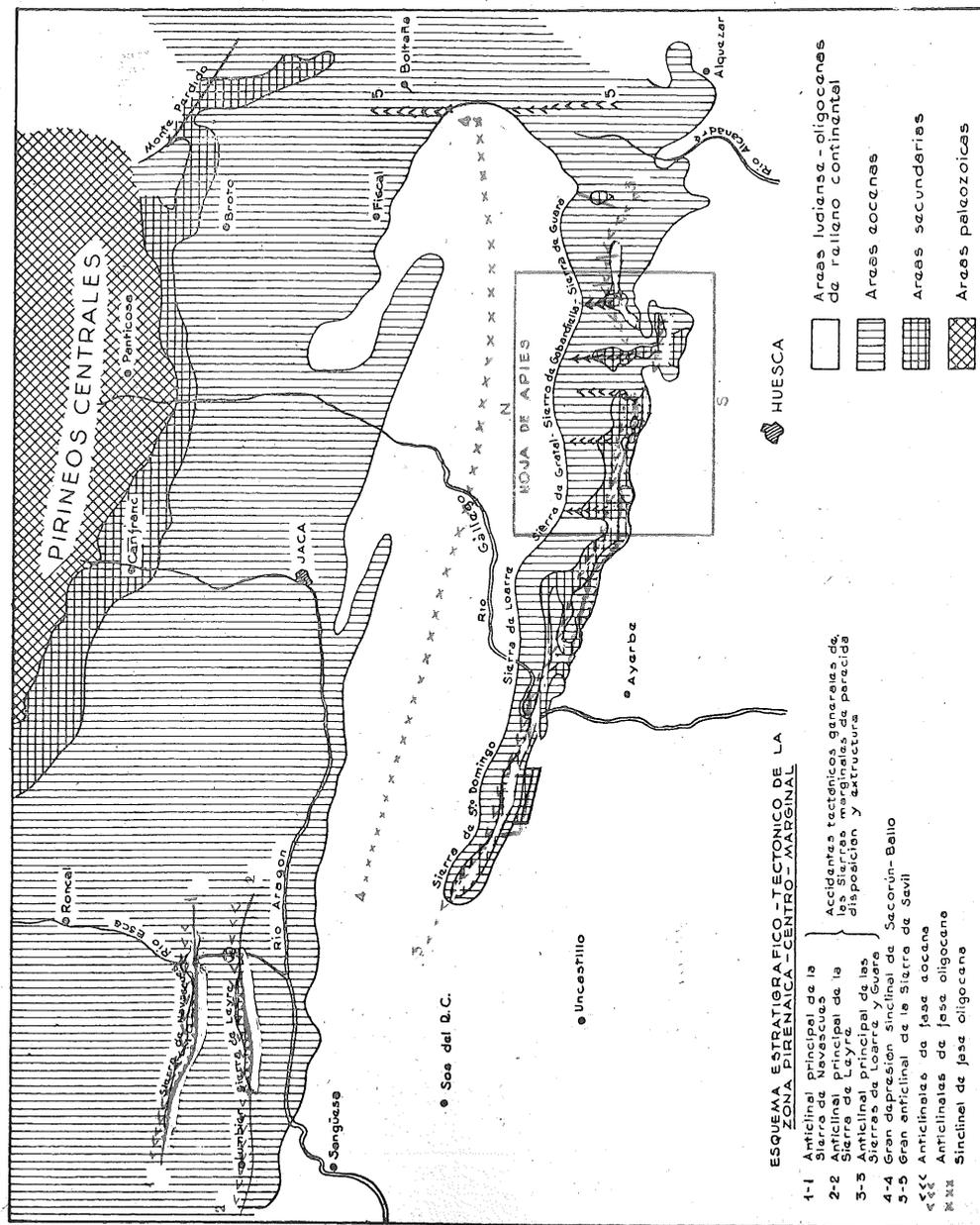
PERSONAL DE LA TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA:

Jefe D. Fernando de Benito.
 Subjefe D. Agustín de Larragán.
 Ingeniero D. Antonio Almela.
 Ingeniero D. Augusto de Gálvez Cañero.
 Ingeniero D. Eduardo Alastrué.



ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Antecedentes y rasgos geológicos.....	7
II. Rasgos de geografía física y humana	11
III. Estratigrafía	17
IV. Paleontología	39
V. Petrografía	43
VI. Tectónica	47
VII. Historia geológica de la región.....	55
VIII. Crítica de los antecedentes geológicos	65
IX. Hidrología subterránea	83
X. Minería y Canteras.. ..	85
XI. Bibliografía	87
Índice sistemático de materias, autores y localidades ...	91



ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLÓGICOS

(Consúltese la fig. 1)

El terreno representado en la Hoja de Apiés, enclava totalmente en la provincia de Huesca, y se sitúa inmediatamente al norte de la capital. En él queda comprendido un fragmento importante del conjunto de sierras que, desde el límite con Navarra (Sierra de Santo Domingo), se desarrolla en dirección E.-O., hasta terminar a la altura del río Alcanadre; con los nombres de Sierras de Gratal, de la Gabardiella y de Guara, se conocen los diversos fragmentos de aquel conjunto que quedan comprendidos dentro de la Hoja de Apiés.

En la parte inferior o meridional de la Hoja, aflora exclusivamente el oligoceno, con recubrimientos parciales de aluviones cuaternarios de diversos caracteres. En la parte superior y con complicada tectónica, a la que deben su origen las mencionadas sierras, aflora una serie secundario-eocena, cuya base visible es el keuper, y cuyos tramos más altos son ludenses. Faltan en ella, tanto el conjunto jurásico (liásico y jurásico p. d.) y todo el eocretáceo, como también la parte baja del neocretáceo. De esta formación están representados, quizás, el turonense y, con seguridad, el senonense y garumnense. El eoceno es bastante completo y potente.

Es una zona, ésta de que forma parte la Hoja de Apiés, donde no hay muchos antecedentes geológicos, pero los más recientes alcanzan un detalle y precisión muy aceptables.

Como estudio de carácter regional, el primero que recordamos es el de Aldama (2, 1846), en sus «Apuntes geognóstico-mineros de la provincia de Huesca», con datos que ahora, pasados los cien años, tienen un interés más bien de curiosidad. Es en la memoria de Mallada (23, 1881), en su descripción magistral de la provincia de Hues-

ca, donde tenemos establecidas las bases y punto de partida para su conocimiento y, por consiguiente, de la región que nos interesa ahora. Establece allí la serie estratigráfica y hace descripciones minuciosas de series locales que siguen teniendo interés y actualidad. Dalloni (9, 1910) da el segundo gran empujón al conocimiento geológico de la provincia, suministrando gran copia de datos estratigráficos.

Existe todavía un trabajo, reciente relativamente, en que el bosquejo que se hace de la zona que nos ocupa, alcanza ya perfiles y detalles que podríamos considerar de precisión. Es el trabajo de Selzer (32, 1934), en el que, en contraste con las obras antes citadas, el avance principal se hace en el campo de la tectónica. Selzer nos ofrece un mapa a escala 1 : 350.000, pero obtenido, con seguridad, a escala 1 : 50.000, en que se bosqueja la parte media-septentrional de la provincia, abarcando íntegramente la zona que representa la Hoja de Apiés. Los trazados de las formaciones y los accidentes tectónicos se ajustan con exactitud, en sus líneas generales, a la realidad. Existen omisiones y también discrepancias con nuestros criterios, que expondremos y analizaremos más adelante, pero su mapa se puede considerar como la primera representación verdaderamente aceptable del conjunto de las sierras de Guara y Loarre, según las exigencias de la geología moderna.

Citados así los tres trabajos fundamentales que constituyen los pasos sucesivos para el conocimiento geológico de la región, dejamos para más adelante citar otras contribuciones de carácter más local y, por consiguiente, de menor significación y alcance.

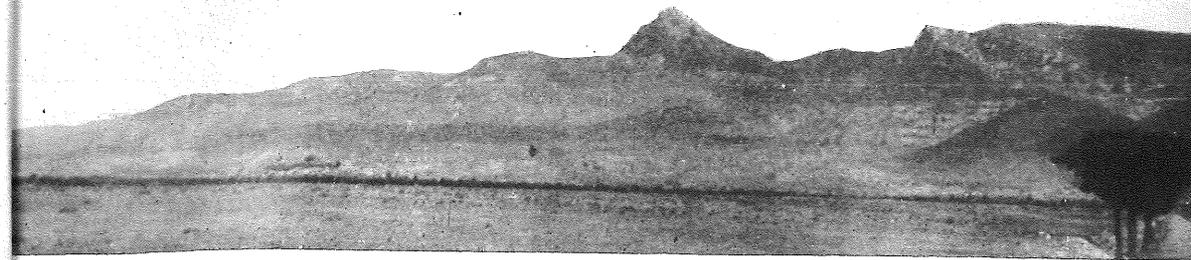
Se puede decir que el trabajo de Selzer resuelve, en el aspecto tectónico, las cuestiones fundamentales, o al menos, deja señalado el camino para su resolución. A nosotros nos ha quedado la misión de afinar el detalle y llegar a conclusiones más tajantes y definitivas.

Hemos de señalar que, aunque conocíamos el trabajo de Selzer, no nos hemos guiado por él, y nuestro mapa recoge, casi exclusivamente, los resultados de nuestras propias observaciones. En la medida en que coinciden con los de Selzer los confirman, en lo que discrepan, hemos de suponer que los completan.

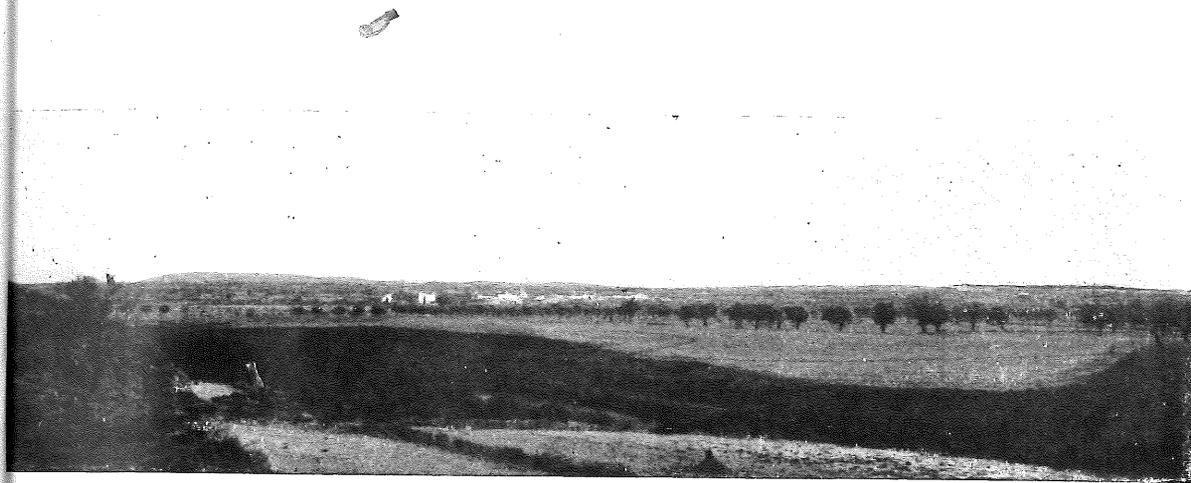
Nos ha sido dado precisar en nuestros estudios de esta Hoja la edad absoluta y relativa de las diversas etapas de plegamientos y, sobre todo, de las dos fases, de direcciones perpendiculares, ya observadas por Selzer. Señalaremos, también, una serie de afloramientos (en la falda meridional de la Sierra de Guara) omitidos por aquél, consecuencia de un cabalgamiento igualmente omitido por él.

Establecemos una subdivisión mayor en algunas formaciones, y creemos que en esta Hoja no queda ya en pie ningún problema fundamental, si bien podría, quizá, perfilarse con mayor perfección los trazados de algunas zonas muy locales.

Las líneas generales de la estructura geológica, son las siguientes:

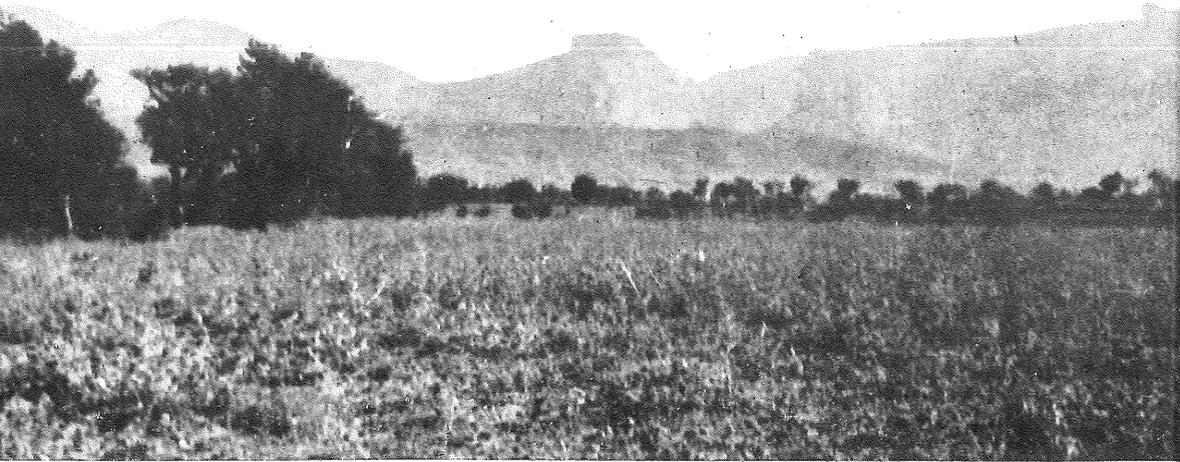


Fots. 1 y 2.—Sector occidental de la parte de las sierras comprendida dentro de la Hoja de Apiés, visto desde el Sur. En el centro la Peña de Gratal (A-2). En primer término la extensión oligocuarteraria. La fotografía del centro representa el pueblo de Apiés, titular de la Hoja, en el oligoceno (B-3)



Fot. 3.—Es continuación por el Este de la parte de sierra representada en la fotografía núm. 1. En el centro la salida a las llanuras del río Isuela (B-2). Inmediatamente fuera del campo de la fotografía, por el Este, está Sta. Eulalia de la Peña.





Fot. 4.—Las moles de conglomerados del Salto de Roldán (C-2), entre las cuales sale a la llana el río Flumen, vistas desde el Sur. Al fondo las sierras.

Fot. 5.—Los mismos conglomerados del Salto de Roldán vistos desde el camino de Santa Eulalia de la Peña.



En una serie sedimentaria, cuya parte más baja visible corresponde al keuper, interrumpida luego hasta el cretáceo superior, se acumulan, posteriormente, el cretáceo superior más alto y el eoceno. Hacia finales del eoceno, empujes de dirección E.-O. originan plegamientos de dirección N.-S., que interrumpen la sedimentación marina, y dan paso, mediante discordancia, a sedimentación continental aun eocena, pero con tránsito gradual al oligoceno. Continúa luego el hundimiento del conjunto, pero sólo en la zona meridional de la Hoja, que recibe, en régimen continental, sedimentos oligocenos que limitan a la altura media de la Hoja, mediante una orla de conglomerados marginales, con las zonas emergidas de la mitad septentrional.

Plegamientos iniciados ya durante el oligoceno, que terminan al final de esa época geológica, y cuya dirección es E.-O. (debidos a empujes dirigidos de Norte a Sur), interrumpen definitivamente el proceso sedimentario en toda el área de la Hoja, forman las grandes sierras de la zona septentrional, rompiéndolas y haciéndolas cabalgar en algunos sitios, pero apenas influyen en los estratos oligocenos de la tierra llana que quedan horizontales o muy poco inclinados, salvo en algunas zonas de la inmediata proximidad a las sierras. La erosión, actuando después hasta nuestros tiempos, da a los terrenos la configuración geográfica y geológica que hoy nos ofrecen. Como resultado de la superposición de los dos sistemas de plegamiento mencionados, las configuraciones definitivas de las capas son complicadas y caprichosas, y no cabe hacer, en breves rasgos, una descripción muy representativa. Baste decir que las faldas septentrionales de las sierras están, en general, constituídas por las calizas de la base del eoceno, las cuales soportan, al Norte, los tramos más altos hasta el ludense, mientras que en las faldas meridionales afloran en bandas, en general continuas, las formaciones secundarias, que, de cuando en cuando, forman senos dirigidos hacia el Norte, correspondientes a los pliegues N.-S.

Tectónicamente el accidente capital es un gran pliegue, compuesto por varios segmentos discontinuos, y orientado de Este a Oeste, pero desviado, a trozos, de esta dirección al encuentro con los pliegues anteriores Norte a Sur. Está, en general, volcado hacia el Sur, y en algunos recorridos roto y cabalgando sobre las formaciones más meridionales.

Parte del oligoceno, la más baja, se apoya en forma discordante sobre algunos de los accidentes E.-O. y, desde luego, sobre los de dirección N.-S., mediante conglomerados,

La parte más alta del oligoceno llega a descansar horizontalmente sobre las formaciones plegadas, y apenas ha sido desviada, muy localmente, de esta posición, aunque cuando lo ha sido, puede llegar a afectar inclinaciones muy grandes.

Estas sierras de Guara y Loarre forman parte de un gran conjun-

to geológico que va desde la Sierra de Santo Domingo hasta el río Alcanadre, cuyas características geológicas son uniformes y análogas a las que acabamos de describir.

El lector puede consultar las hojas de Ayerbe (contigua por el Oeste), y de Alquézar (contigua por el Este), donde encontrará datos que suplementan a los de las descripciones contenidas en ésta.

II

RASGOS DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

El área que representa la Hoja de Apiés está situada en la parte alta de la provincia de Huesca, y su borde meridional queda a distancia de unos cuatro kilómetros al norte de la capital. La mitad septentrional corresponde a la zona de sierras marginales pirenaicas y está separada de la zona pirenaica axial o, propiamente dicha, por una amplia y quebrada extensión, sureada por profundos valles.

Se alzan, pues, las sierras marginales como un recortado telón de fondo para las llanadas del Somontano, al norte de Huesca, que constituyen la parte meridional de la Hoja.

Estas sierras marginales, que penetran en la Hoja por su borde oeste (A-1, 2), vienen alzándose gradualmente desde el este de Petilla, en los confines de Navarra y Huesca; se empinan y encrespan al NO. de Ayerbe, constituyendo ya un cordal de gran relieve y recortada silueta que, después de recibir sucesivamente los nombres de Santo Domingo y Loarre, adquieren, al entrar en la Hoja de Apiés, el nombre de Sierra de Gratal, por su culminación en las dos Peñas de Gratal (1.531 y 1.542 metros de cota, fotos 1 y 22). Al este de ellas, la sierra es tajada de Norte a Sur por una hoz, por la que desciende torrencialmente el río Isuela; al fondo, la Sierra de Bonés (1.500 m.) constituye un cordal paralelo al de Gratal, y entrambos queda una depresión en que se ha remansado artificialmente el río Isuela para formar el pantano de Arguis (B-1; foto 27). Estas sierras están ligadas, más al Este, por el agudo espinazo de la Sierra del Águila (B-1), dirigido de Norte a Sur.

Aun más al Este el relieve se hace intrincado, en íntima relación con su estructura geológica, por el entrecruzamiento antes mencionado de pliegues de direcciones normales.

Vista la sierra desde la llanada de Huesca, presenta un frente, al parecer continuo, de recortadas y encrespadas cumbres (fotos 1, 23 y 28), pero en realidad alcanza gran fondo, con una profundidad, en dirección N.-S., superior a los diez kilómetros, de modo que las estribaciones meridionales de la sierra se acercan bastante a la capital, en las Sierras de Santa Eulalia (D-3).

Al este del Isuela y del cordal de la Sierra del Águila, el conjunto es recortado de nuevo de Norte a Sur por el curso del río Flumen, que lo entalla profundísimamente, y sale de las sierras a la tierra llana por el fantástico estrecho denominado Salto de Roldán, entre dos imponentes moles o «mallos» de conglomerados oligocenos.

Pasado el río Flumen, la sierra es un pequeño caos de altas y encrespadas cumbres y de profundos valles, de un relieve tan áspero y tan bello que su aspecto resulta netamente alpino; y si bien las escalas son menores, y por ello carece de la majestad que imprimen las dimensiones fantásticas de las zonas propiamente pirenaicas y alpinas, no desmerece de ellas en belleza y espectacular grandiosidad.

Entre las más notables cimas, muchas veces tajadas por abismos o por laderas vertiginosas, tenemos las del cordal de la Gabardiella (C-1; 1.695 m. de cota máxima), Matapaños (C-2; 1.530 m.), Pico del Mediodía (C-2; 1.500 m.), Pico El Borón (D-2; 1.379 m.) y Peñas de Ligüerre y Foratata (D-2, 3; 1.245 m.); al sur de estas últimas se sitúa la mencionada Sierra de Santa Eulalia, en que el conjunto alcanza la mayor proximidad a la capital.

Al este del complicado conjunto que acabamos de describir, un nuevo curso de agua, el río Guatizalema, corta la sierra de Norte a Sur en profundísimas y bellísimas hoces.

A ambos lados de su precipitoso curso se alzan soberbias cumbres con tajados abismos, cuyos pies castigan las espumeantes aguas del Guatizalema; primeramente son ásperas laderas calizas (El Borón y Fraginato), luego conglomerados en pináculos y mallos inaccesibles de paredes verticales (Peñas de Ligüerre y Peña de San Cosme), y finalmente, dejando atrás las sombrías estrechuras, se amplía su cauce en las anchurosas llanadas del Somontano.

Al este del Guatizalema, las sierras están aún encrespadas en los picos del Monte de la Ronera (D-2), Pico Canales de Frajinato (D-2; 1.740 m.) y Montidinera (D-2; 1.449 m.), pero más allá la sierra se simplifica y consta sólo de dos vertientes con escaso fondo, para alcanzar su máxima cota en el pico de Guara (E-1, 2; 2.077 m.), y con cotas muy altas sale por el borde este de la Hoja para entrar en la de Alquézar. Allí pierde relieve gradualmente hacia el Este y se puede considerar terminada en el río Alcanadre, donde aparece un nuevo cordal, el de la Sierra de Sevil, dirigido de Norte a Sur.

Resumiendo estas características, diremos que la sierra tiene una dirección general E.-O., con la que cruza la Hoja. En su sector oeste

no consta más que de dos laderas y tiene escaso fondo; en el sector central la zona montañosa ensancha y su relieve se complica en una serie de valles y cumbres y, finalmente, al salir de la Hoja, vuelve a estrechar, simplificándose; es cortada normalmente de N. a S. por los cursos del Isuela, Flumen y Guatizalema.

Su silueta es muy encrespada, y su relieve grande, con cotas que oscilan entre los 1.500 y los 2.000 metros, sobre una llanada de 500 a 700 m. de altura sobre el nivel del mar.

No debe tomarse la expresión de *llanada* en sentido literal, sino relativo al relieve de la montaña. Lo es en su conjunto, con una pendiente o descenso de cota desde 700-800 m. al pie de la sierra hasta los 500-600 del borde meridional de la Hoja, pero tiene un relieve secundario bastante acusado, con una serie de altos o muelas que marcan muy claramente un nivel de erosión, y otro de llanadas, en el que asientan la mayoría de los poblados.

Éstos son pequeños, y la población titular, Apiés, es poco más que una aldea.

La población aparece concentrada en pequeños núcleos de viviendas, en aldeas, dispersas abundantemente en la llanada al sur de la sierra. Son escasísimas las viviendas permanentes fuera de ellas, salvo las de grandes haciendas o «castillos», situados, sobre todo, en la zona SO. de la Hoja.

Netamente montañosas, y muy aisladas, son las aldeas de Arguis, Belsué, Lúsera, Nocito, Bentué de Nocito y Used, cobijadas en los repliegues y hondonadas de la vertiente norte de las sierras.

La producción agrícola es más bien pobre, ya que los regadíos son escasos y circunstanciales, limitados a pequeñas huertas.

El cultivo de cereales, sobre todo en la llanada, y el pastoreo y ganadería, la madera y el carbón, todo ello en pequeña escala, permite alcanzar un modestísimo sustento en unas y otras aldeas. El nivel de vida es, por consiguiente, pobre, tanto más cuanto más al Norte se sitúan. Las profundas hoces permitirían, posiblemente, crear una gran riqueza con la construcción de grandes embalses. Existen dos, de capacidad pequeña, el de Arguis (B-1), en el Isuela, y el de Santa María de Belsué (C-1), en el Flumen, ambos para regulación de caudales y reserva; funcionan pequeños aprovechamientos hidroeléctricos.

Aguas abajo del embalse de Santa María de Belsué hay otro más pequeño. Existen proyectos para embalses de mucha mayor categoría y la disposición de las hoces parece, en primera apreciación, prestarse a ello.

Es región muy deforestada. Las llanadas están desnudas de arbolado, salvo las manchas de carrascal, densas y relativamente extensas, con hermosas y grandes encinas en apretado bosque. El carrascal más importante es el de Llesué, al SO. de la Hoja (A-3, 4); otros más reducidos son los de Lierta (A-2) y de Coscollano (E-4).

Las sierras son muy desiguales en su cobertura arbórea; hay demasiadas zonas desnudas o recubiertas de matorral bajo (boj, carrasca enana, aliagas), difíciles de atravesar; otras con densos carrascales al SE. de San Cosme (E-3).

Han debido de existir bellos y frondosos pinares, de los que apenas queda muestra. El hacha ha entrado en estos restos, muy bellos, y en 1949 se sacaba madera abundante de las zonas que rodean el Pico de Guara (E.-2), por medio de cables aéreos que la transportaban a la carretera.

Todas las carreteras que atraviesan la Hoja convergen en la capital. Una conduce a Ayerbe, y de allí a Jaca. Otra, pasa por Arguis y se prolonga para buscar las rutas de Sabiñánigo. Una tercera, va hasta el pantano de Belsué y muere allí. Otra, que liga Huesca con Alquézar, corta el ángulo SE. de la Hoja. Finalmente, existen varias provinciales o particulares que conducen a los diversos pueblos de la falda meridional, casi todos bien comunicados; en cambio, el acceso a los de la falda septentrional, ha de hacerse por caminos de herradura.

Una carretera en construcción, de difícilísimo trazado, muy costoso, seguirá por Sta. Eulalia y el curso del Guatizalema, hasta dar acceso a aquéllos. Actualmente, llega hasta el pie meridional del pico El Borón (D-2, 3).

Ningún ferrocarril cruza el área de la Hoja.

Paisajísticamente la zona de sierras es bellísima, y sus magníficos escenarios, por lo áspero del relieve, de tipo alpino, merecían ser mejor conocidos. Las tres largas hoces del Isuela, Flumen y Guatizalema, merecen ser recorridas por los amantes de la montaña, especialmente la del Flumen, de tan cómodo acceso. Son innumerables los rincones en las hondonadas, y los puntos de vista desde las alturas de sobrecogedora belleza, ora por sus contrastes de luz y color, de suavidad y aspereza, ora por sus dilatados horizontes y vistas sobre las llanadas meridionales o el magnífico panorama de los nevados gigantes del Pirineo, en barrera continua e impresionante, por el Norte.

La combinación de roca caliza y conglomerado da variedad y vistosidad en el relieve y en el colorido a algunos de los más agrestes paisajes. Los conglomerados, en sombrías y sobrecogedoras moles, originan paisajes de una belleza peculiar, triste por su color, impresionante por su relieve y dimensiones. A este respecto son especialmente llamativas las moles del Salto de Roldán (C-2) y las hondísimas barrancadas y repliegues donde se esconde la ermita de San Martín, al sur del Pico Matapaños (C-2) y, finalmente, pero en grado superlativo, las moles acastilladas de la Peña del Ligüerre y de San Cosme, con su famoso «Huevo» (D-2, 3).

Las conexiones históricas de esta región, no escasas, han sido expresadas en la memoria descriptiva de la hoja de Alquézar y a ella remitimos al lector interesado en el tema.

La base natural para el estudio o recorrido de esta Hoja, es la capital. Fuera de ella no se puede esperar encontrar alojamientos cómodos, pero su proximidad a la zona permite utilizarla como base para el reconocimiento de las zonas meridional y central de la Hoja. Para la zona septentrional, y salvo en los días más largos del verano, especialmente para el ángulo nordeste, es casi indispensable alojarse en cualquiera de las aldeas de esa zona, donde se encuentra, por lo menos, limpieza y sencilla comodidad, y una hospitalidad muy grata, común a estas gentes pobladoras de la comarca Ribagorzana y del Somontano.

Es obligado recordar aquí, una vez más, la magnífica descripción física de la provincia que, con su profundo conocimiento de ella y entrañable amor, hace Mallada en su notable estudio. En él dedica las páginas 115 y 116 a la descripción del territorio comprendido en nuestra Hoja. Hemos observado algunas diferencias entre su toponimia y la que da la hoja del Instituto Geográfico. Suponemos que será más exacta la de Mallada, pero respetamos la de la hoja por no producir desorientación al lector.

CORTE POR EL RIO ISUELA

5

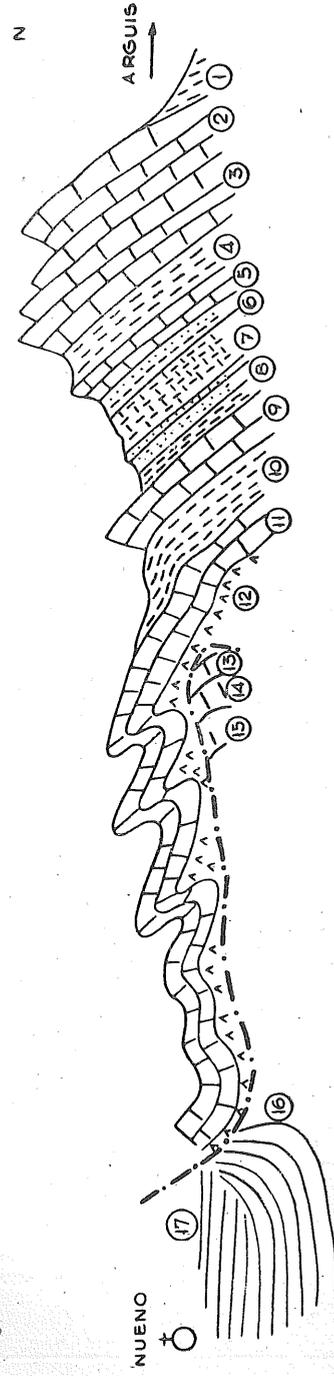


Fig. 2

1. Niveles de margas luteocenes.	100 m.	COCENO 445 m. CRETACEO 250 m. TRIASICO SUPRA-KEUPER KEUPER GARUMNENSE SENONENSE SUPRA-KEUPER KEUPER
2. Calizas en bancos compactos cuajados de nummulites.	140 m.	
3. Calizas en bancos compactos; además aparecen las alveolinas.	50 m.	
4. Intercalación margosa sucia.	40 m.	
5. Calizas maciñas de alveolinas.	35 m.	
6. Alternancia de maciños y margas con <i>Vedatés schmidti</i> , alveolinas y nummulites. Algunas hiladas de pudinguilas de gravilla cuarzoza.	80 m.	
7. Alternancia de margas compactas arenosas sucias, maciñas o frumosas, con nummulites, grandes ostreas y niveles de cuarzos rodados.	70 m.	
8. a. Areniscas grisamarillentas de grano fino. 1 m.	5 m.	
b. Arcillas duras y margas finamente arenosas en banquitos finos y regulares, de colores vivos rojizos y verdosos o vinosos.		
d. Arcillas y pizarrillas rojas y quemadas o verdosas.	80 m.	
9. Calizas arenosas, silíceas, grisáceas amarillentas o rojizas con sphaerulites.	100 m.	
10. Margas rojoverdeas, vinosas grises sucias.	65 m.	
11. Calizas féttidas, de estratificación regular.		
12. Margas abigarradas yesíferas.		
13. Calizas con hippurites.		
14. Calizas con alveolinas.		
15. Calizas con hippurites.		
16. Oligoceno bajo.		
17. Oligoceno alto.		

III

ESTRATIGRAFÍA

(Consúltese la fig. 2)

Recordemos primeramente, en sus rasgos esquemáticos, la serie estratigráfica aflorante en la Hoja de Apiés, descrita muy sucintamente en el Capítulo I.

Abarca desde el keuper hasta el oligoceno más alto, y existen además manchas extensas de aluvionés cuaternarios de vario carácter, como se detallará más adelante; pero una solución de continuidad estratigráfica muy importante se acusa por la falta de los depósitos correspondientes a todo el jurásico (incluido el liás), el cretáceo inferior completo y, al parecer, la parte más baja del superior. Los estratos más bajos datados son ya senonenses, pero existen otros inferiores, de carácter muy distinto y de edad no determinada paleontológicamente, que podrían ser turonenses. Este hiato estratigráfico sorprende, porque no sólo en esta Hoja, sino en una amplísima región, en la provincia de Huesca, las formaciones detríticas que constituyen la base del cretáceo superior descansan en concordancia que, desde luego ha de ser sólo aparente, sobre el keuper.

De modo que en toda esa extensísima región que abarca también parte de Navarra, las capas detríticas del cretáceo superior descansan o bien sobre calizas féttidas del keuper (supra-keuper) o sobre las margas vinosas y yesíferas.

Y tampoco puede afirmarse que esta disparidad de base denote claramente un proceso erosivo, puesto que podría ser que la parte alta del triásico unas veces esté constituida por margas y otras por calizas.

El yacente del keuper no es visible. Existen calizas análogas por su aspecto a las del muschelkalk, pero que probablemente pertenecen aún a aquél tramo, puesto que bajo ellas aparecen de nuevo

margas abigarradas. Las designaremos con la denominación de «intra-keuper». Por otra parte, son análogas a las que constituyen frecuentemente la culminación del triás, y que llamaremos, en adelante, supra-keuper.

El keuper es un nivel de despegue, de modo que toda la serie superior a él ha resbalado sobre sus margas, en el curso de los plegamientos, y la serie inferior es siempre invisible, tanto en esta sierra marginal, como en sus gemelas catalanas y navarras.

El cretáceo superior se inicia con niveles que, a veces, son margosos y arcillosos, de colores abigarrados y tonos vivos, y más frecuentemente, detríticos, de areniscas muy ásperas y silíceas, con abundante grava y gravilla, de cuarzos y cuarcitas que, a veces, constituyen verdaderas pudinguillas. Los colores de estos tramos son rojos vivos o quemados, rosados o blancos. Pronto las areniscas se van cargando de cal y, en tránsito gradual, pero rápido, pasan a calizas, que contienen *Hippuritidos*, *Sphaerulitidos* y *Cyclolites*. Son calizas compactas reunidas en bancadas. Su espesor es superior al de los tramos detríticos. Éstos no suelen exceder de los 20-25 metros, y, en general, son menores; las calizas suelen presentarse en espesores de unos 80 metros. Los niveles más altos son frecuentemente areniscosos y deben representar el maestrichtense.

El garumense se desarrolla con facies compleja y variada en que predominan las areniscas margosas, vinosas, verdosas o blanco-rosadas, y las margas abigarradas. Pero también lleva niveles de gravillas silíceas de vivos colores o blancas, y bancos compactos de calizas, con frecuencia negras y fétidas. Muy subordinadas hay carniolas de irregulares y pequeñas cavidades poliédricas.

El eoceno suele iniciarse con niveles muy detríticos y areniscosos con abundante gravilla rodada de cuarzos y cuarcitas para pasar en seguida a potentes bancadas calizas, en compactísimos bancos, que presentan, a veces, intercalaciones margosas. Este conjunto calizo es de potencia muy variable, pero la mínima es siempre superior a los 100 metros. Contiene abundantísimas *Alveolinas* y *Nummulites*, y, en menor cantidad, y más localizadas, *Assilinas*, *Velates*, *Ostréas* y otros muchos restos y fragmentos de fósiles indeterminables.

Soporta este conjunto otro que, en la zona occidental, es netamente margoso, de margas azules y grises, más o menos limpias y bastante fosilíferas, y que se hace cada vez más arenoso hacia el Este, hasta constituir una serie donde los maciños son predominantes.

Discordantemente, pero con discordancia poco clara localmente, reposa sobre todas estas formaciones eocenas, netamente marinas, otra, de carácter continental, a la que atribuiremos edad ludense y que pasa insensiblemente a otras de análogo aspecto, y más altas, que consideramos ya oligocenas.

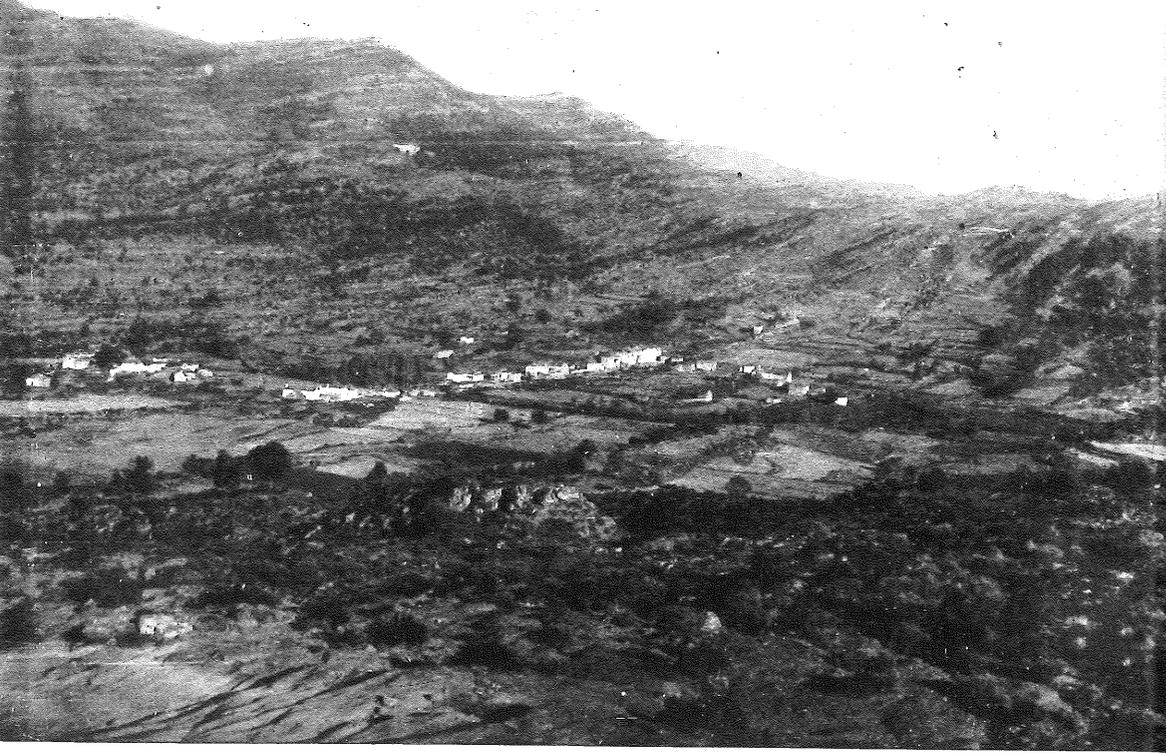
Dentro del oligoceno hay discordancias progresivas, de modo que las capas bajas pueden estar muy levantadas, y las altas pueden des-



Fot. 6.—Vista de Santa Eulalia de la Peña (B-2), desde el Sur, con los cejos cretáceos sobre el pueblo.

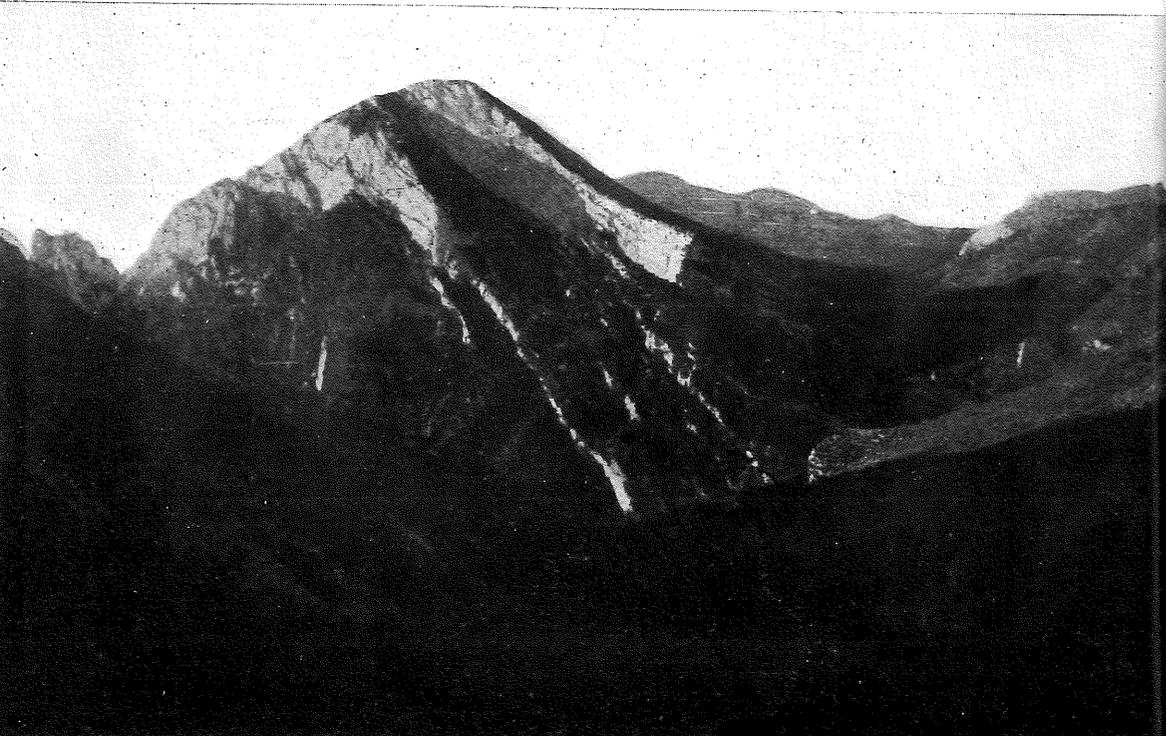
Fot. 7.—Extremo septentrional de la Sierra del Águila (B-1), donde el ludense, arriba a la izquierda, casi llega a tocar las calizas de alveolinas a la derecha del barranco. En el collado, el Mesón Nuevo.





Fot. 8.—En el centro de la foto, cuyo fondo se orienta exactamente al Este, aparece Nocito (D, E-1). Por encima y a la izquierda se desarrolla el ludense, por debajo y a la derecha el eoceno alto marino. A la derecha, sobre el horizonte, el pueblo de Used.

Fot. 9.—El pico El Borón o Alborón de caliza eocena, desde el Norte. Al fondo el conglomerado oligoceno transgresivo, y en primer término, derecha, el flysch eoceno.



cansar sobre ellas horizontales, presentando las capas intermedias inclinaciones correspondientemente decrecientes, de modo que, entre términos consecutivos, la discordancia es inapreciable, y entre los extremos puede llegar a la máxima. Su facies es la normal del oligoceno de la depresión del Ebro, alternando las margas y las areniscas, pero, en general, las margas son terrosas, y más blandas y pálidas de color que las de otras zonas oligocenas; las areniscas también más escasas y menos potentes. Los potentes yesos basales, si existen, no afloran. En las zonas en que el oligoceno entra en contacto con las sierras plegadas, la banda de contacto suele estar constituida, en mayor o menor profundidad, por conglomerados que hemos de considerar marginales, pero, a veces, son las margas y areniscas oligocenas las que reposan en contacto con el conjunto plegado, secundario-eoceno.

El cuartario está constituido por aluviones y derrubios de la dera, a veces cementados sólidamente en un lastrón inclinado, por aluviones fluviales de cauce, de tipo corriente, o por curiosas terrazas altas, constituidas por planicies de erosión inclinadas en que descansan conglomerados bastante potentes y poco consolidados, de cantos bien rodados.

Los mejores itinerarios de observación de series estratigráficas completas los constituyen los cursos de los ríos, con sus profundas hoces, preferentemente en las series uniformes e isoclinales del flanco septentrional de la sierra y, sobre todo, el del río Isuela, en todo su recorrido desde Arguis hasta Nueno (B-1 y B-2), representado con detalle en la figura 2.

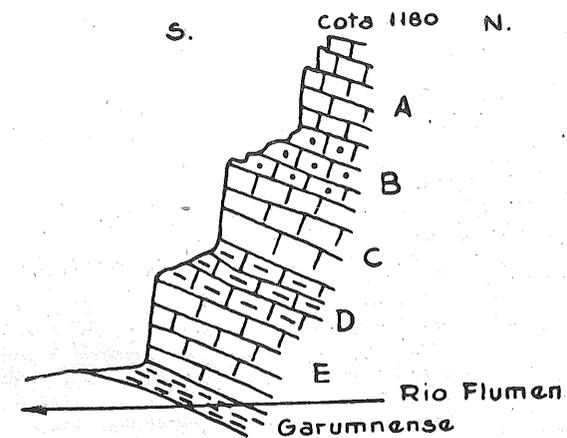


Fig. 3

Frente de calizas eocenas en el río Flumen

Además, la serie estratigráfica se ofrece, en general, con caracteres un poco distintos, de modo que este corte, el más completo y perfecto, no es, sin embargo, el más representativo, porque en la región, los tramos 2 al 7 suelen aparecer como un conjunto completamente calizo, donde no se aprecian con esa nitidez las intercalaciones margosas. Los niveles básicos de 7 son corrientemente más netamente detríticos, con verdaderas pudinguillas cuarzosas. En el tramo 8 de este corte no se ven los bancos de calizas, con frecuencia fétidas, que suele llevar el garumense. En el 9, sólo la base suele ser detrítica, mientras que el cuerpo del senonense está más generalmente constituido por calizas, casi siempre bastante puras. Entonces, la base de 9 y 10, suele presentarse como un tramo arenoso y con grava y gravilla cuarcífera, mucho menos potente que 10.

El keuper no se inicia siempre, como aquí, por bancadas calizas tableadas y fétidas, sino que frecuentemente lo constituyen margas vinosas y negras, a veces yesíferas.

El corte del río Flumen (B-1, 2), por su mayor complicación tectónica, es menos claro para observar su estratigrafía ordenadamente y en conjunto, pero el frente de calizas eocenas (C-1, 2) al sur de Belsué (fig. 3), con su tajo de cerca de 400 metros de desnivel, que

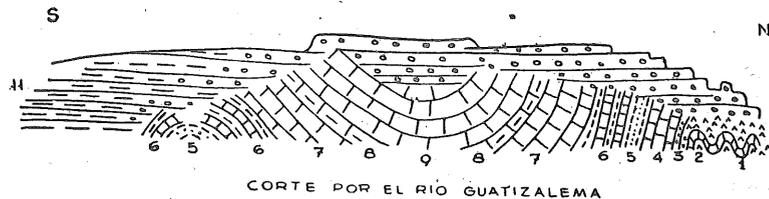


Fig. 4

OLIGOCENO	{	11. Oligoceno normal.
		10. Conglomerados marginales.
		9. Calizas eocenas grises.
EOCENO	{	8. Calizas margosas rojizas más alterables, con alveolinas y nummulites sueltos.
		7. Calizas eocenas grises con alveolinas y nummulites.
		6. Calizas con alveolinas alternantes con tramos margosos con velates y, en su base, alguna intercalación vinoso.
NEO-CRETACEO	{	5. Garumense de margas y areniscas blancas, rosadas y abigarradas.
		4. Calizas cretáceas con secciones de hippurites que llevan en la base
		3. Calizas areniscosas con gravillas silíceas.
TRIÁSICO	{	2. Margas vinosas y abigarradas con carniolas trastornadas y revueltas con
		1. Calizas fétidas y negras como muschelkalk, muy trastornadas.

representa allí casi completo el tramo de calizas (*), parece descomponerse en tres escalones de verdaderas calizas (A, C y E), separados por dos tramos más blandos: uno, superior (B), de calizas margosas, blandas, arenosas y rojizas, donde los fósiles se recogen con más abundancia por su mayor facilidad de alteración, y otro, inferior (D), más margoso, pero aun de carácter calizo. La correspondencia de estos tramos o intercalaciones blandas con las del corte del Isuela no ha sido establecida de manera taxativa, pero parece que B del corte del Flumen corresponda al 4 del Isuela, y D al conjunto 6, 7, 8.

El tramo B se ha observado con nitidez en otros puntos, hacia la Sierra de Gabardiella. Son también las capas 8 de la figura 4.

El río Guatizalema ofrece un buen corte al norte de Santa Eulalia la Mayor (D-3; fig. 4), cuyo detalle aparece en la figura adjunta y cuyo paralelismo con las series anteriores es evidente. Aquí nos hemos referido solamente a las series estratigráficas del conjunto, donde en un solo trayecto se observarían todas las formaciones que intervienen. Descripciones parciales más detalladas se darán en los apartados en que, a continuación, vamos a describir las formaciones.

TRIÁSICO

Las formaciones más bajas visibles son las triásicas; en estas sierras, como en las demás sierras marginales pirenaicas, los plegamientos se han efectuado mediante despegue de toda la serie superior al keuper, y merced a la índole peculiar de las margas que lo constituyen.

No sabemos, pues, cuál es el yacente de este keuper, pero, con toda probabilidad, existen por debajo el buntsandstein y un paleozoico de índole y estructura desconocidas.

En cuanto al muschelkalk, es difícil opinar o negar su existencia. Hay unas calizas con raras, escasas y muy imperfectas impresiones gregáreas, con aspecto idéntico al que podríamos llamar típico del muschelkalk español de facies germánica, que se sitúan a veces clara y terminantemente bajo capas cretáceas y sobre margas del keuper, y que son, por consiguiente, suprakeuper y pertenecientes a él. Otras

(*) Hay que reducir este espesor, teniendo en cuenta la pendiente media de unos 25°. El espesor de las calizas decrece considerablemente desde el este, donde es máximo, al oeste de la Hoja.

calizas análogas aparecen intercaladas en el keuper. Finalmente, en algunos sitios las capas más bajas visibles, bajo margas del keuper, son de nuevo calizas tableadas, como las que acabamos de citar. Si éstas son ya el auténtico muschelkalk, es cosa que no se puede afirmar a falta de datos paleontológicos precisos, ya que, como dijimos, las faunas recogidas son muy imperfectas y no susceptibles de clasificación.

Por otra parte, salvo en muy raros sitios, todo el conjunto triásico aparece sumamente trastornado y sólo es visible una revuelta masa de margas con fragmentos y tablas de calizas y carniolas arrancadas y colocadas en cualquier posición, lo que dificulta más aun el establecimiento de la sucesión normal completa.

Los elementos estratigráficos afectados por este conjunto, los atribuímos, pues, todos al

KEUPER

MARGAS (T_K¹).—Este tramo está constituido por margas y arcillas de vivos colores, rojos, verdes y vinosos, y que con alguna frecuencia, pero no siempre, son, además, yesíferas, con yesos rojos, verdes y blancos. Este aspecto tienen, por ejemplo, en el corte del río Isuela, y se cortan: en la carretera que conduce a Arguís, al sur del Molino (sur de Peña Roja, B-2); en las laderas al NE. de Nueno (B-2), entre los abundantes pedregales de la ladera que los ocultan casi por completo, afloran con ese mismo aspecto, y lo mismo en otros muchos lados.

Un punto apropiado para examinar estas formaciones es la collada que existe entre el monte Tiacuto («Pie Acuto», según Mallada) y el de Santa Eulalia de la Peña (B-2), donde los afloramientos son relativamente extensos y aparecen poco trastornados. Empieza la serie, a partir del cretáceo, por unas areniscas amarillonegruzcas de feo aspecto y poco espesor, y carniolas muy esponjosas de pequeñas células poliédricas. Las margas son yesíferas, de colores verdosos, vinosos y negruzcos. Entre las margas aparecen bancaditas de calizas oscuras tableadas, y otras, igualmente tableadas, de tonos amarillentos.

También, y por las mismas razones, se observan bien en la parte alta de la barrancada que limita, por el NO., la Peña de Gratal (A-1). Allí, bajo una hilada de calizas tableadas oscuras, aparecen hiladas regulares y uniformes de yesos rojos y negros con margas y arcillas negras que, hacia la parte inferior, están ya muy trastornadas e incluyen fragmentos de carniolas. Por la base, y mediante un violento

accidente tectónico, descansan sobre el cretáceo, o quizás están estrujadas, rebosando sobre él.

En otras localidades se ven bancadas de calizas tableadas intercaladas en el keuper, como, por ejemplo, en toda la ladera al SO. inmediato del monte Tiacuto (B-2), pero la observación está allí dificultada por el pedregal que cubre la ladera, y también intercaladas en un keuper que tiene carniolas y se dispone con gran regularidad, situado inmediatamente al oeste de la alta cota de Gratal (no Peña Gratal, sino cota Gratal, 1.542; A-2).

Hemos de hacer resaltar la existencia de ofitas en la faja que, dirigida de Norte a Sur, aflora al norte del Montidinerá («Mondinero», según Mallada; D, E-2), porque se daba como hecho establecido la no existencia de tales rocas en una importante área que comprende las sierras marginales navarras y oscenses, y se había especulado sobre la significación y trascendencia de este hecho. Hay en dicha faja, por lo menos, dos afloramientos; en el capítulo denominado «Petrografía» se encontrará la descripción de esas ofitas.

Su existencia ya fué señalada por Mallada, quien las figura en su mapa, y en el texto las sitúa junto a la fuente del Xinebro, en el camino que conduce a Nocito y Sarrablo. Por esta descripción creemos que son las mismas que nosotros hemos localizado. Dallóni también las cita, sin figurarlas, tomando el dato de Mallada.

Finalmente, señalaremos que en las margas del keuper son abundantes los manantiales alimentados por las aguas recogidas en las áreas de calizas cretáceas, que surgen al encontrarse con el nivel de margas. Recordamos manantiales de ese tipo en la ya citada ladera al NE. de Nueno (B-2), en la barrancada al NO. de Peña Gratal (A-1), en las manchitas triásicas al S. y SO. de Guara (E-2), al sur de la Sierra de Gabardiella (D-1) y en alguna otra localidad.

CALIZAS (T_K²).—Esta descripción se refiere, tanto a las que aparecen coronando el keuper, como a las que se intercalan o afloran bajo él, pues todas tienen parecido aspecto.

Son calizas grises oscuras, de estratificación fina y regular, resultantes del apilamiento de bancaditas o hiladas, que llegan con frecuencia a ser hojosas o tableadas. El grano es muy fino y compacto. La fractura es oscura o negra, y fétida. Su espesor puede llegar a los 40-50 metros. Ofrecen huellas de fucoídes, e impresiones muy deficientes de faunas gregáreas. Se observan bien en la carretera de Arguís (B-2), que es donde alcanzan su mayor desarrollo, en superficie y potencia, dentro de la Hoja, y forman preciosos pliegues (fig. 2). En su borde meridional, que constituye la base y frente del cabalgamiento por despegue (B-2), aparecen muy trituradas y milonitizadas.

Con frecuencia sus potencias son muy reducidas y, entonces, son meras hiladas intercaladas en el keuper margoso.

Verticales, y dispuestas como un muro que cierra la barrancada,

descolgándose por las laderas, se ofrecen al NE. inmediato de Peña Gratal (A-2), pero no se han separado en el mapa y figuran como keuper margoso.

Aprovechemos para hacer la observación importante de que en muchas zonas del mapa, y debido a la casi imposibilidad material de separar y delimitar cada mancha caliza, se ha omitido su representación, y aparecen incluídas en las facies margosas, y viceversa. Así pues, las delimitaciones del mapa no son absolutas y sólo indican un predominio de una u otra facies. No se olvide que casi siempre están muy revueltas y trastornadas.

El máximo espesor aparente, con unos 150 m. en disposición vertical, lo ofrecen las calizas en el anticlinal que va desde San Julián de Banzo a Santa Eulalia la Mayor (D-3), pero allí están, probablemente, dobladas sobre sí mismas por efecto de su disposición anticlinal y su espesor real sería no mayor de 75 m. que, de todas maneras, excede del máximo normal. Se encuentran en la collada que atraviesa la senda que de Barluenga se dirige al Norte, y es un trayecto apropiado para el reconocimiento de toda la serie en breve recorrido, debido a la disposición casi vertical del conjunto.

También se pueden estudiar muy bien en el curso del Guatizalema, en donde forman varios pliegues isoclinales, al sur de los conglomerados de Peña Ligterre.

CRETÁCEO

Verdaderamente sorprende que en toda la Hoja la primera formación que se encuentre sobre el keuper sea ya cretácea, e incluso de la parte media y alta del

NEOCRETÁCEO

Los primeros sedimentos que encontramos sobre las margas y calizas triásicas son, posiblemente, turonenses, pero su espesor es muy reducido y los primeros que hemos podido datar con seguridad son ya senonenses. Lo curioso es que presentan una concordancia, que sólo puede ser aparente, tan regular en toda la zona con el keuper que aun el hecho de que se apoyen, unas veces sobre calizas y, otras, sobre margas, más bien parece que pueda ser atribuído a diferenciaciones sedimentarias del keuper que a un efecto de erosión

transgresiva. Y es aún más sorprendente que esta inmensa solución de continuidad estratigráfica no sólo afecta a la superficie de la Hoja de Apiés, sino a una zona mucho más extensa por Huesca y Navarra. Se inicia, pues, el neocretáceo por el

SENONENSE (C₃₋₆)

Comienza este tramo, que es fundamentalmente calizo, por unas hiladas detríticas, cuyo aspecto recuerda mucho el albense de facies ibérica, y se trata de areniscas rojas de grano fino muy silíceas, o de grano basto con grava de cuarzos blancos y rosados y cuarcitas blancas y negras. Los niveles más altos de estas hiladas, que son, en conjunto, de escasa potencia, son ya margosos y contienen fragmentos de *Ostreas* y restos machacados de fósiles marinos. En capas margosas amarillas, colocadas inmediatamente encima, recogimos *Cyclolites*, en la collada que atraviesa el camino de Santa Eulalia la Mayor a San Cosme (D-3).

Las capas basales detríticas se ven con nitidez en muchos puntos; entre otros, inmediatamente al NO. de Peña Gratal (A-2), donde están encima de carniolas y yesos del keuper, y debajo de cejos de caliza gris senonense. En la carretera del Isuela, pasada la banda de calizas con *Hippurites* al sur de Peñarroya (B-1), y en muchos otros lados.

Pero el cuerpo de este tramo está constituido por las bancadas calizas que se superponen, cuyo espesor puede llegar a los 80 metros o ser algo más reducido.

Son calizas en bancos generalmente regulares, de estratificación bien marcada a fina. Grises en superficie o rojizas, cuando son sucias por cargarse de arena. Con frecuencia muy fósilíferas, contienen, además de abundantísimos fragmentos y restos indeterminables, espculas de *Cidaris*, restos de *Pecten* y *Ostrea* y, sobre todo, abundantísimos *Hippurites* y *Sphaerulites*, repartidos por toda el área de la Hoja, de modo que no vamos a señalar todos los puntos en que los hemos visto, aunque muchos quedan señalados con su símbolo en el mapa. Estos *Rudistos*, unas veces sueltos y otras en verdaderos bancos, de tipos finos y oblongos, de gruesas paredes y gran diámetro (hasta de 15 centímetros), son especialmente abundantes en las bandas e isleos calizos que cortan la carretera del Isuela (B-1, 2); en la carretera que va al pantano de Belsué, justo al abandonar los conglomerados (C-2); y en la mancha senonense inmediatamente al oeste de la Peña de Gratal (A-2).

Los niveles más altos, que son de nuevo areniscosos, y, a veces, de calizas impuras muy arenosas, pasan a verdaderas areniscas. Deben representar el maestrichtense, y contienen abundantes briozoarios, como ocurre al mismo borde occidental de la Hoja (A-1).

GARUMNENSE (C_g)

Sobre el senonense marino viene una formación típicamente continental correspondiente al tramo garumnense. Donde mejor se observa su composición, es, quizás, en la collada por la que termina hacia el Sur el cordal de Sierra del Águila (al norte de la cota 1.372; B-1), y, debido, precisamente, a la posición vertical de los estratos, se ve a perfección en un corto trayecto, conforme lo representa la figura 5.

En esa zona parece alcanzar el garumnense su potencia máxima, que no es muy variable y que oscila alrededor de una media de 50 a 60 metros.

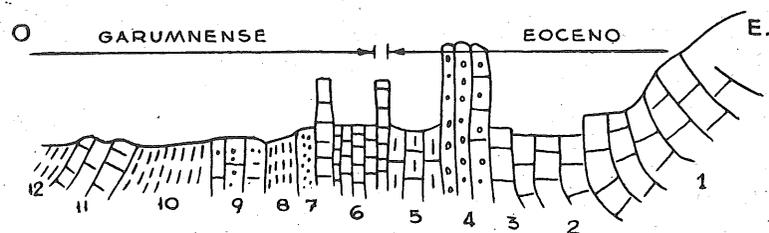


Fig. 5

- | | | |
|-------------------|---|--|
| EOCENO
(parte) | } | <ol style="list-style-type: none"> 1. Bancos de calizas muy arenosas con nummulites y alveolinas. 2. Calizas blancorrosadas muy ásperas y arenosas, cuajadas de nummulites y alveolinas. 3. Calizas grisamarillentas, margosas, cuajadas de nummulites y enormes alveolinas de 15 mm. de largo. 4. Bancadas calizo-arenosas, areniscas y pudinguillas, cuajadas de gravilla y canto de cuarzos y cuarcitas blancas. Colores blancos, amarillentos o vinosos. 5. Niveles con abundantísimos nummulites y alveolinas. 6. Bancos regulares de calizas grises claras, duras y compactas. Las primeras hiladas, con calizas breschoides o grumosas de tonos claros. |
| GARUMNENSE | } | <ol style="list-style-type: none"> 7. Areniscas blancogrisadas, más o menos calizas y margosas; a corros son verdosas o vinosas. 8. Arcillas vinosas y abigarradas. 9. Como 7, pero más calizas y margosas. 10. Tierras y arcillas vinosas. 11. Calizas de compactas a tableadas, claras, grises u oscuras y fétidas. 12. Arcillas abigarradas. |

Otras variantes son, dentro de una composición parecida, la existencia de margas y pizarrillas duras, pero sueltas, desagregadas en

agujillas y fragmentos; de colores verdosoazulados claros, con areniscas rojas y calizas muy negras y fétidas, que se presentan poco al sur de la localidad citada, y relleno del fondo de la barrancada que baja hacia el Isuela (B-2 y B-1); pero, con más frecuencia, las margas son rojas y vinosas. Algunas veces, tienen hiladitas de carniolas, como ocurre en la uniforme y regular corrida garumnense que hay entre la carretera al pantano de Belsué y el río Flumen (B, C-2), y que, por su fácil acceso, resulta un punto apropiado para su observación en largo trecho.

A veces, contienen abundosos manantiales de las aguas recogidas en las potentes y extensas masas calizas del eoceno, que surgen al tropezar con los niveles de margas.

EOCENO

Con el garumnense termina el régimen continental que, anunciado por los sedimentos detríticos del maestrichtense e iniciado con los niveles de margas abigarradas y calizas de agua dulce, da paso, en la aurora de los tiempos eocenos, de nuevo a sedimentación marina persistente. Toda la región desciende en el seno de los mares hasta recibir potente masa de sedimentos cuyo espesor total es muy superior al de todas las formaciones juntas, anteriormente mencionadas. Primero, se sedimentan poderosas masas calizas que, hacia su parte inferior, aun presentan intercalaciones margosas; luego, margas y areniscas; finalmente, y al terminar los tiempos eocenos, vuelve el seno a emerger, y la sedimentación continúa en régimen continental. Entre los depósitos continentales, ludenses, y los restantes sedimentos eocenos de carácter marino, se admite ligera discordancia. De manera gradual e insensible, sin cambio apreciable de facies, nos encontramos ascendiendo por la serie ludense, en el oligoceno, sin que podamos apreciar, ni litológica ni paleontológicamente, cuándo ni cómo se produjo la transición.

PALEOCENO A LUTECIENSE (N₁₋₃)

La mitad más baja del eoceno está constituida por un potente conjunto esencialmente calizo, cuyo espesor crece considerablemente de Oeste a Este (máximo en esta Hoja, en la zona del Pico de Gua-

ra [E-1, 2], pero aun alcanza valores mucho más grandes en la hoja contigua de Alquézar, y su máximo, dentro de ella, en la Sierra de Sevil).

Si esta serie caliza se examina en los cortes naturales más perfectos, como los que nos ofrecen los tres ríos Isuela, Flumen y Guatizalema, se observa entonces que, sobre todo hacia su base, presenta diversas intercalaciones margosas o detríticas, cuyo detalle se ha expuesto respectivamente, para los tres ríos, en las figuras 2, 3 y 4, y que no repetiremos ahora. Pero, en general, y salvo en estas condiciones óptimas de observación, nos da la sensación de un conjunto enteramente calizo, y, si bien es posible que un levantamiento detalladísimo permitiese, quizá, seguir los contornos de esas intercalaciones, no tienen trascendencia tal que justificasen su fijación en toda el área de la Hoja.

No podemos omitir el curioso nivel detrítico que aparece constantemente en la base, inmediata o casi inmediatamente, sobre el garumnense. Las calizas, allí, se cargan en forma gradual de granos de sílice y cuarzo blanco, de gravillas de cuarzos y cuarcitas, acumuladas en algunos niveles en cantidades tales que constituyen verdaderas areniscas y pudinguillas.

Así, por ejemplo, al sur del Pantano de Arguis, en el curso del Isuela (B-1), la base del tramo calizo está constituida por algunas bancaditas calizas, más o menos margosas, duras y consistentes, que forman cejos tajados, en la ladera, separadas por hiladitas margosas. Contienen *Alveolinas* y *Nummulites*. Las hiladas basales, muy arenosas, que pueden considerarse como maciños, contienen lentejones de pudinguillas de gravillas rodadas de cuarzo blanco, de dos o tres palmos de espesor, o niveles de cantos de cuarcitas bien rodados. Los maciños contienen, también, *Nummulites* y restos de grandes *Ostreas*, de concha de materia negra. Tras unas areniscas amarillentas grises, con un metro de espesor, y bajo ellas, aparecen ya las arcillas abigarradas del garumnense.

En la terminación meridional del cordal de la Sierra del Águila, en el punto recomendado para el estudio del garumnense (fig. 5), hay, en la base del eoceno capas con *Nummulites* y *Alveolinas* que contienen abundantes gravillas de cuarzo, y, bajo ellas, calizas blancorrosadas, muy ásperas y arenosas, que podrían parecer garumnenses, pero que contienen aún *Nummulites* y *Alveolinas* muy abundantes. Éstas son las que yacen directamente sobre el garumnense.

En la carretera en construcción que sigue el Guatizalema, y al norte de La Almunia del Romeral (D-3), la base del eoceno tiene gruesos bancos de arenas claras con abundante grava de cuarzo que, por su consistencia, constituyen verdaderas pudingas.

En la collada de Collicierco, al norte de la cota Matapán (C-2), hay calizas con abundantes *Alveolinas* y *Nummulites* que, más o menos discontinua e irregularmente, contienen abundante gravilla de

cuarzo que a trozos es una pudinguilla de grano y cantillos de cuarzo blanco bien rodado. No vamos a mencionar más puntos en los que se pueda observar este nivel, por ser tan general.

En los niveles margosos que, intercalados en las calizas, se presentan en la parte inferior de este conjunto, son abundantísimos los fósiles sueltos, ya que, sólidamente engastados en la masa caliza y sin facilidad de extracción, están por doquier los *Nummulites* y las *Alveolinas*.

Así, por ejemplo, en el corte del Guatizalema, al oeste de la Peña del Pipre (D-3), la base del eoceno está constituida por alternancias de calizas con *Alveolinas* y margas que, en las hiladas más bajas, son aún de color vinoso, o grises y azuladas en las altas. En éstas encontramos *Assilinas*, *Velates* y, un poco más arriba, *Nummulites perforatus* y *Miliólidos*.

En niveles análogamente situados, en el corte del Flumen (C-1, 2), encontramos, igualmente, abundantísimas *Assilinas* y *Nummulites*.

Estos niveles se perciben igualmente en el corte del Isuela (este de Peña Roya: B-1), donde hay calizas margosas arriñonadas, gris-azuladas o grisrojizas, con *Nummulites*, *Alveolinas* y *Velates*.

Más altos están los niveles de calizas margosas, más rojizas y arenosas, y también más fácilmente meteorizables, que contienen, sueltas, las abundantísimas *Alveolinas* y *Nummulites* de que están cuajadas por doquier las calizas grises. Estos niveles son claramente perceptibles en la hoz del Flumen (fig. 3), en la del Guatizalema (figura 4) y en otros muchos puntos del área intermedia.

En la carretera a Belsué (Km. 16,75; C-1) hemos visto calizas con *Nummulites perforatus* y *N. uronensis* y otros *Nummulites* granulosos macrosféricos, además de *Alveolinas*, *Miliolites* y restos de equínidos, fragmentos de *Ostreas* y de otros muchos fósiles indeterminables, que también son visibles en otros muchos puntos de las potentes y extensas manchas calizas.

Este potentísimo conjunto calizo, se hace más arenoso y maciñoso, y también más margoso, en los tramos más altos, para pasar gradualmente a la facies

LUTECIENSE A BARTONENSE (N₃₋₅)

que es aún netamente marina y ofrece dos variedades distintas: la de la región oriental de la Hoja (D-1, 2, y E-1) esencialmente maciñosa, y la de la región occidental (A-1, B-1 y C-1) de margas, y además un área aislada (E-3) donde se presentan alternantes las margas y las areniscas. Las tres tienen aspecto muy típico del eoceno pirenaico.

En la zona occidental, o sea la de facies margosa, su descripción

corresponde a un conjunto de margas azules dispuestas en bancada tras bancada, y están recortadas por muchas fallitas menores. Hacia la base, en tránsito a las calizas, se van intercalando bancos maciñosos y arenosos, y las margas se ensucian, en general, de arena. Lo mismo ocurre hacia la parte alta, hacia el ludense.

Contienen las margas, en distribución irregular, *Nummulites*. En la parte más alta, hacia el ludense, donde más bien son maciños azules en estratificación fina y regular a tableada (contienen mica), vimos *Ostreas*, *Pecten*, *Equínidos* y *Nummulites*, pero todo ello muy engastado. Al NE. de Arguis, y muy cerca también del contacto ludense (B-1), son margas grises, sucias, con banquitos arenosos y contienen abundantísimos restos fósiles; entre ellos *Discocyclinas*, de enorme diámetro (superior a dos centímetros).

Las margas son más limpias en la mitad inferior, donde aparecen como muy azules y estériles, salvo en la proximidad del contacto a las calizas.

En la zona oriental, o de facies maciñosa, predominan los maciños y areniscas, sobre todo hacia la base de la formación. No llegan a faltar totalmente las margas, y éstas son más abundantes hacia la zona de tránsito a la facies occidental, donde, por alternar las hiladas regulares de margas y areniscas, todo el conjunto ofrece marcado aspecto de flysch, en el que no faltan, tampoco, las pistas y problemáticos.

No son muy fosilíferos estos maciños, pero, en el curso del Guatizalema, al NE. de Cuello Saltillas (D-2), recogimos pequeños *Nummulites* y tallos de *Crinoides*, y al este de Lúsera y norte de Collado Barbero (D-1), unos diminutos y curiosos *Equínidos*.

Aspecto mixto, como ya dijimos, ofrece la mancha aislada al sur de Guara (E-3), que ofrece un inconfundible aspecto eoceno, el típico de la facies pirenaica y, además, abundantísimos fósiles. Hacia la base, situada al SO. la mancha, se ofrecen ya intercalados bancos calizos que son el anuncio del conjunto calizo basal. Allí hay margas azules y amarillas muy fosilíferas con *Nummulites* y *Alveolinas*, sueltos y desagregados. Más altos hay niveles de margas sucias con grandes roñones calizos o bolos dispuestos en rosario, a hiladas, con enormes *Alveolinas* de más de 40 mm. de largo. Se pueden recoger estos ejemplares gigantescos en la carretera que conduce a la Ermita y Huevo de San Cosme, pasada la casa de Estebañón, una vez rebasados los conglomerados transgresivos oligocenos (E-3).

Continuando la serie hacia la parte alta, encontramos una facies de típico aspecto del flysch, con alternaciones de areniscas, margas y maciños en bancos regulares, que contienen abundantes *Coralarios*, *Velates* y *Nummulites*, que se pueden recoger inmediatamente al este de la Tejería, en la carretera a San Cosme (E-3). Algunos nivelitos son ya rosados, como anuncio del ludense, y presentan pistas; y cerca ya del contacto con esta formación, las margas son rojas y amari-



Fot. 10.—El pico más alto de la Sierra de Guara (E-1, 2) visto desde el flanco norte. Se aprecia la gran regularidad de las formaciones que en esa parte la constituyen.

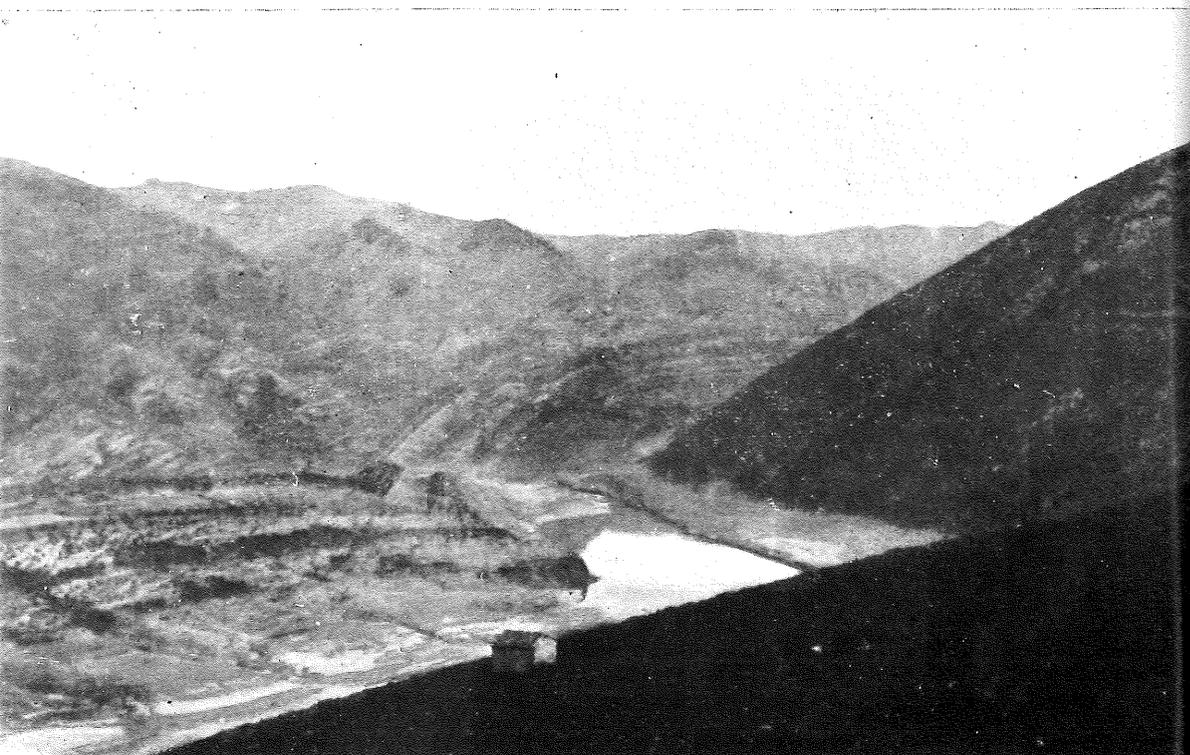
Fot. 11.—Flanco septentrional y fondo del sinclinal (C-2) al oeste de Matapaños, mirando hacia el NE.





Fot. 12.—Corte a través de las calizas eocenas, aguas abajo del pantano de Sta. María de Belsué (C-1), mirando al Sur. Su tema viene a coincidir con el de la figura 3 del texto.

Fot. 13.—El pantano de Sta. María de Belsué (C-1), sobre el eoceno; a la derecha las calizas, a la izquierda las margas. Se ve cómo éstas contornean los anticlinales. El pantano aparece casi vacío después de tres años de sequía.



llas, con areniscas pardoamarillentas tableadas, duras, y contienen muchas pistas, así como fragmentos de conchas.

Todo el conjunto de esta mancha presenta disposición extraordinariamente regular y uniforme.

Como hemos dicho, el ludense es ligeramente discordante con respecto a esta formación; la discordancia angular es en cada punto imperceptible, pero, observada de lejos, es fácilmente apreciable. Unos bancos maciñosos taján oblicuamente las hiladas del luteciense-bartonense, de modo que se apoyan gradualmente sobre tramos más altos o más bajos, según el sentido.

Una ojeada a la disposición de la banda septentrional ludense, en el mapa, y de su contacto con respecto al luteciense-bartonense indica, claramente, el carácter discordante.

LUDENSE (N₆)

Su aspecto es muy parecido al del oligoceno y, realmente, en esta Hoja, no hay motivos muy fundados para hacer distinción entre esta formación y el oligoceno. Una débil justificación podría constituir la falta dentro del área designada como ludense, de conglomerados marginales que orlan casi todo el borde septentrional de la formación oligocena y que se toman como el límite hacia el Norte de esta formación, pero, por sí sola, esta ausencia no bastaría, porque el oligoceno podría haber rebasado la altura de los pliegues y haberse sedimentado también al otro lado en los sinclinales, sin que fuera necesaria, ni siquiera probable, la formación de conglomerados.

Tampoco el hecho de que esté recubierto transgresivamente por estos conglomerados en la pequeña mancha aislada meridional (E-2, 3) es definitivo, ya que las discordancias progresivas dentro del oligoceno permiten, y esto ocurre con gran frecuencia, que la parte alta del oligoceno, horizontal o poco inclinada, rebase con la máxima discordancia la plegada base de la misma formación.

Pero la banda ludense septentrional forma parte de una mancha extensísima, que rellena enorme depresión o seno sedimentario al norte de la Hoja, y de la contigua de Alquézar, y que penetra ampliamente en ella.

Es, sobre todo, en la de Yebra de Basa, contigua por el Norte, donde esta formación alcanza enorme desarrollo, y allí, por razones que hemos justificado en la hoja de Alquézar, nos ha parecido aconsejable introducir esa separación, bastante indeterminada, y, desde luego, un poco artificiosa.

En todo caso, las capas lacustres que descansan sobre el eoceno marino, todo a lo largo del borde norte de la Hoja, a pesar de su pe-

queña discordancia, son, sin discusión, más antiguas que el oligoceno del borde meridional de las sierras, pues éste es siempre muy discordante y transgresivo sobre los terrenos inferiores, sin que se pueda ver nunca la base del oligoceno, mientras que las capas que denominamos ludenses, cuando no están afectadas por los pliegues de dirección N.-S., se ven descansar concordantemente y sin interrupción estratigráfica sobre el bartonense, por lo que su edad, cuando menos, en los niveles inferiores, ha de ser ludense. No obstante, en el eje de este potentísimo sinclinal, que queda ya fuera de nuestra Hoja, es casi seguro que se encuentren niveles oligocenos, pero su separación ha de ser muy difícil, si no imposible, dada la carencia de fósiles y la semejanza de facies.

Además, el ludense y el oligoceno son ligeramente distintos en la Hoja de Apiés. Aquél es más rojo en sus tonalidades, y sus capas, bien sean margas o areniscas, son más gruesas y, sobre todo, más duras y compactas. Se parece, más bien, al típico oligoceno alto catalán de Lérida y Barcelona, que al terroso y poco consistente de esta zona de la provincia de Huesca.

Existe en dos o tres áreas. Por un lado, la larga banda septentrional que recorre la Hoja de Este o Oeste (E-1 a A-1), y, por otro lado, dos manchitas casi continuas al sur del Pico de Guara (E-2, E-3).

En la base de la banda septentrional se presentan bancadas de areniscas con cemento calizo, cuyo grano es mediano y áspero, y que contienen algo de gravilla silícea. Forman parte de un conjunto o formación regular y potentísima en que dichas areniscas alternan con arcillas rojas. Las areniscas, que son de colores grisrojizos y tonos pardos, presentan, con frecuencia, estratificación cruzada. La formación se prolonga en la hoja de Yebra de Basa (al norte de Apiés), con sorprendente regularidad y grandes espesores, de modo que la parte incluida en la Hoja de Apiés puede ser considerada toda ella como basal.

En las manchas meridionales (E-2 y E-3), el espesor representado es también correspondiente a su base, y mucho menor que el conjunto total que tenemos más al Norte, aunque pudiera representarlo todo con espesores mucho más reducidos.

La base está, igualmente, constituida por compactos bancos maciñoso-areniscosos, con pudinguiillas de gravilla de cuarzo y estratificación cruzada. Algo más arriba, como gruesas y compactas bancadas de cuarzozos y maciños, alternando con otras más blandas y arcillosas de margas y areniscas. Todo ello de tonos rojos bastante intensos.

Es interesante observar que entre los niveles más altos conservados, adheridos a la ladera de Guara en el borde oriental de la Hoja (fig. 2), hay banquitos muy finos y bien estratificados de pudingas de canto menudo y bien rodado de carácter totalmente calizo, en el que abundan los de calizas con *Alveolinas*, mientras que los anteriores

niveles detríticos de la formación eran siempre silíceos, y casi siempre pudinguiillas de gravas y cantos de cuarzozos y cuarcitas. Encima de los citados bancos de pudinga caliza (cuyo cemento, muy duro y bastante abundante, es calizo-arenoso), que se disponen en bancaditas regulares de hasta 0,75 m., agrupadas en estratos uniformes y muy duros, hay aun capas areniscosas rojas, muy silíceas, con abundante grava de cuarzozos y cuarcitas.

OLIGOCENO

Esta formación cubre la parte meridional de la Hoja y su posición es, en general, muy tendida; apenas o nada desviada de la primitiva disposición horizontal, salvo en la zona marginal lindante con las sierras. La índole de sus contactos con aquéllas es muy variable. En general se hace mediante espesa banda de conglomerados marginales, y éstos siempre tienen carácter transgresivo. Unas veces reposan casi horizontales sobre las sierras; otras, sus inclinaciones llegan a los 40° para conjuntos de grandes masas, y pueden llegar a la vertical, local, pero raramente. Otras veces es la facies normal la que reposa en contacto directo con las plegadas sierras; entonces se acerca a ellas, casi hasta tocarlas, en disposiciones muy tendidas o apenas inclinadas, pero en general, en el mismo contacto, sus estratos están más inclinados y llegan, a veces, a la vertical (figs. 5, a, b, c, d).

El oligoceno se apoya discordantemente sobre cualquiera de las formaciones más antiguas. Su base debe ser más o menos concordante con el ludense, pero este contacto no es visible en la Hoja de Apiés, donde los contactos ludenses tienen lugar con niveles altos del oligoceno (conglomerados, E-2, E-3), que son discordantes.

FACIES NORMAL (O²). —En general el oligoceno de la Hoja de Apiés presenta una facies más blanda, tierna y terrosa que la que puede considerarse típica del oligoceno de la depresión del Ebro, y con colores más pálidos, pero siempre dentro de la misma índole general. Alternan en él margas muy arcillosas, amarillentas o rosadas, con pocas areniscas, y el conjunto es poco consistente; también ofrece arcillas tableadas-hojosas de mismos colores, y localmente algunos nivelitos de yesos blancos.

Únicamente se hace más compacto y consistente en las proximidades de los conglomerados y en tránsito hacia ellos; los bancos margosos se hacen más compactos, e igualmente los de arenisca, que además son más frecuentes; empiezan a aparecer hiladas de pu-

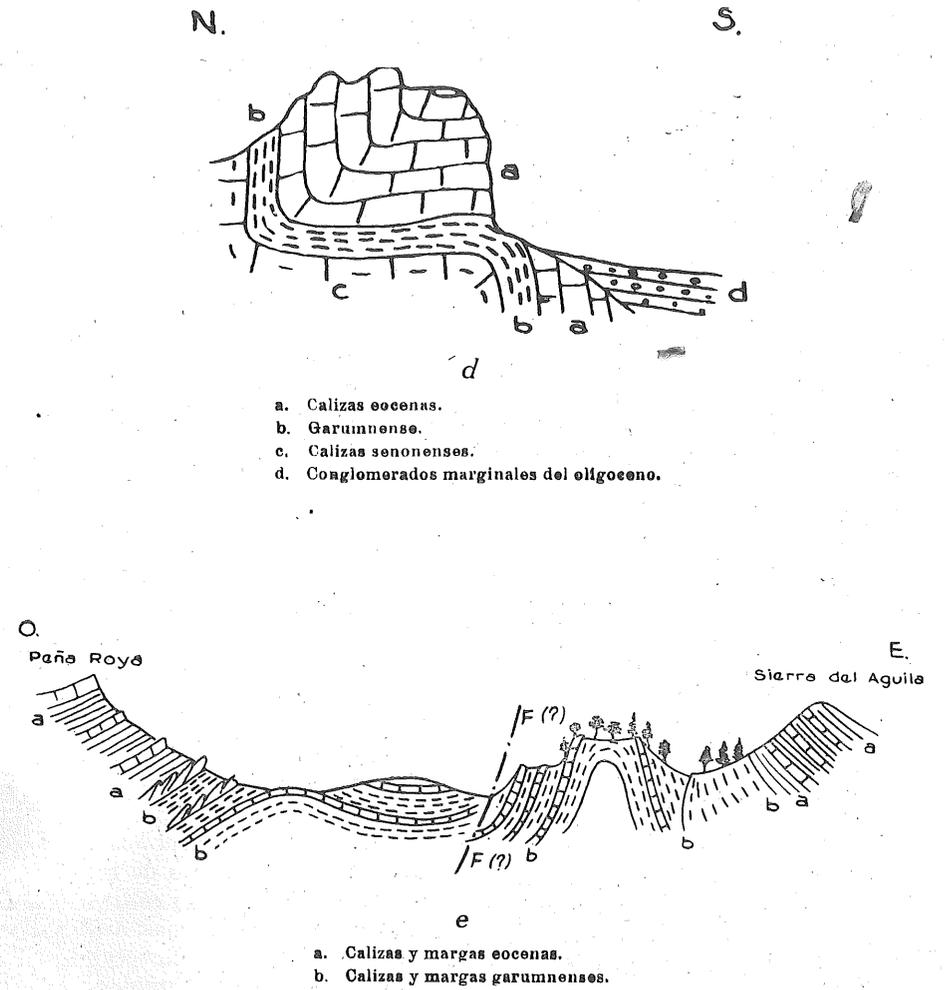
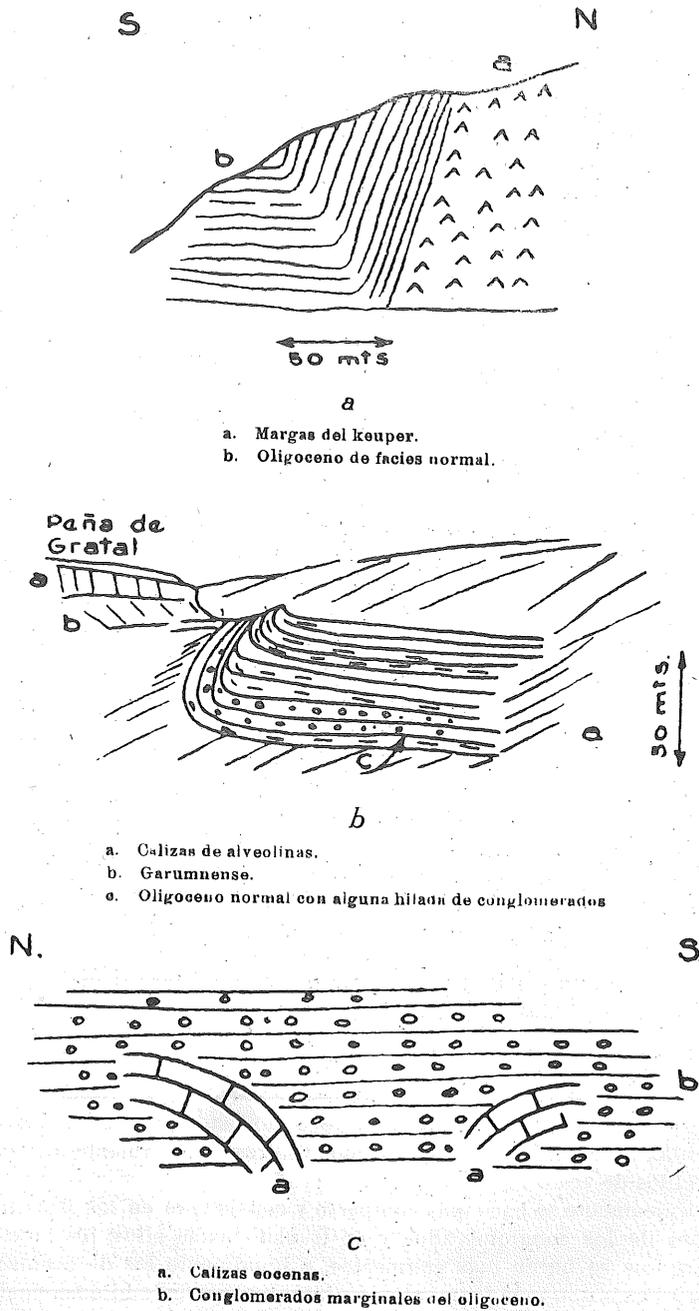


Fig. 6.—Varios detalles estratigráficos y tectónicos de la Hoja de Apiés. a, b, c y d, contactos del oligoceno con otras formaciones; e, corte de Peña Roya a la Sierra del Aguila.

dingas, cada vez más gruesas y frecuentes hacia las sierras, hasta que se unen unas con otras por sustitución de los bancos de margas y areniscas y se forman conglomerados en masa.

Los conglomerados no son, pues, más que una facies lateral (marginal) del oligoceno normal.

En el oligoceno se encuentran algunas fuentes de escaso caudal, sobre todo después de estos tres años de tremenda sequía.

CONGLOMERADOS MARGINALES (O³). — Aparecen primero leve y gradualmente a partir de la facies normal y predominan pronto, para sustituirla totalmente, formando masas impresionantes.

El elemento principal entre los cantos es el de calizas, tanto secundarias como eocenas, ora en enormes bloques y fragmentos apenas trabajados (en el inmediato contacto con las rocas madres), ora en bolos y cantos bien rodados (al alejarnos de ellas). Aunque, por no presentar apenas intercalaciones de otras rocas, pueden considerarse conglomerados en masa, no deja de percibirse en ellos estratificación bastante bien marcada si se observa de lejos, pero que resulta confusa vista en las mismas capas. Los bloques pueden llegar a ser de medio metro cúbico, cerca de la roca caliza de donde provienen, pero, tanto el tamaño como la forma, son muy variados. Los elementos más menudos suelen ser cantos y gravas de cuarzo, cuarcitas y liditas, pero tampoco faltan los de origen calizo entre los de esos tamaños.

CUARTARIO (Q)

Hemos reunido en esta denominación sedimentos de edad cuartaria de muy diversos caracteres. Por un lado, los depósitos de relleno de los valles o aluviones; por otro lado, los pedregales y calizas de ladera, que tanto estorban a la observación en muchas zonas. Así, por ejemplo, toda la ladera al NE. de Nueno (B-2), entre el oligoceno y el eoceno, está semicubierta de restos y bloques, chicos y grandes, de calizas eocenas y secundarias que, sobre hacer incómoda la marcha, hacen fastidiosísima la observación. A ello contribuye el duro y espinoso matorral que suele acompañar a esas zonas pedregosas.

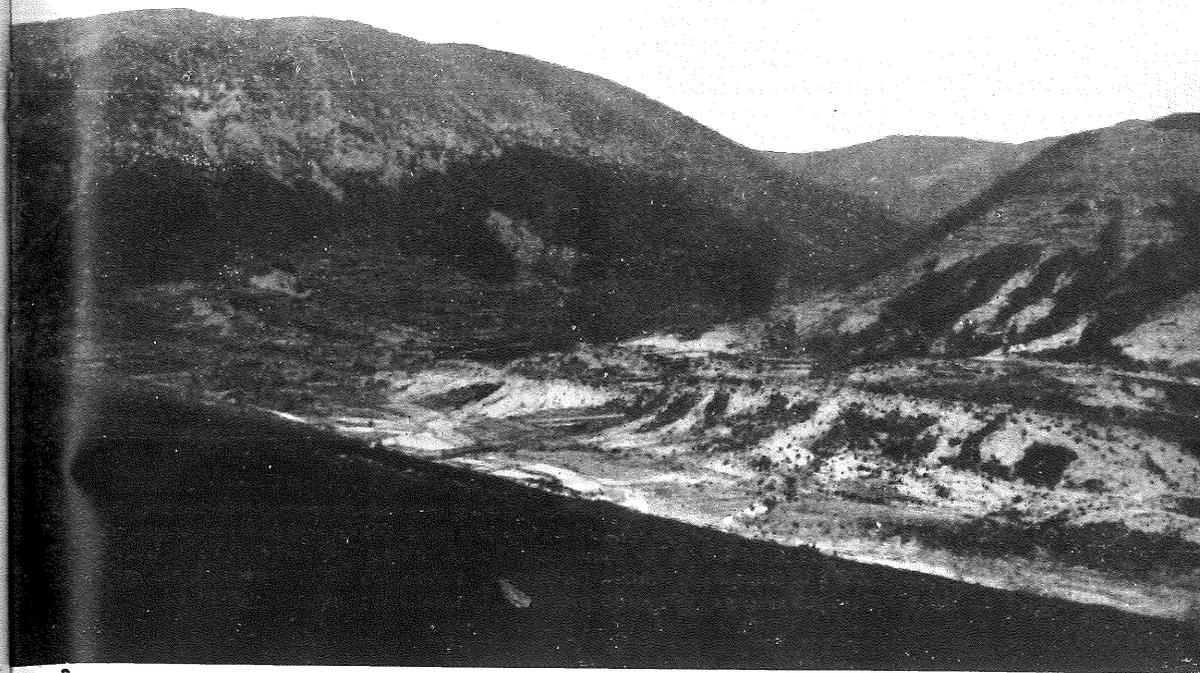
A veces estos restos calizos están consolidados en lastrones, muy duros, de cemento calizo y textura brechoide, que afectan la pendiente de la ladera en que se depositan, y simulan estratos de brechas, o calizas brechoides, de regular inclinación.

Finalmente, y sobre todo, se presentan unas extensas superficies

de erosión, cubiertas de espeso recubrimiento de cantos bien rodados en bolos grandes y cantos chicos, que simulan terrazas, y que quizá puedan calificarse de tales, aunque, por la regular inclinación de que están dotadas, y otras características, se diferencian algo de lo que pudiéramos denominar terrazas auténticas.

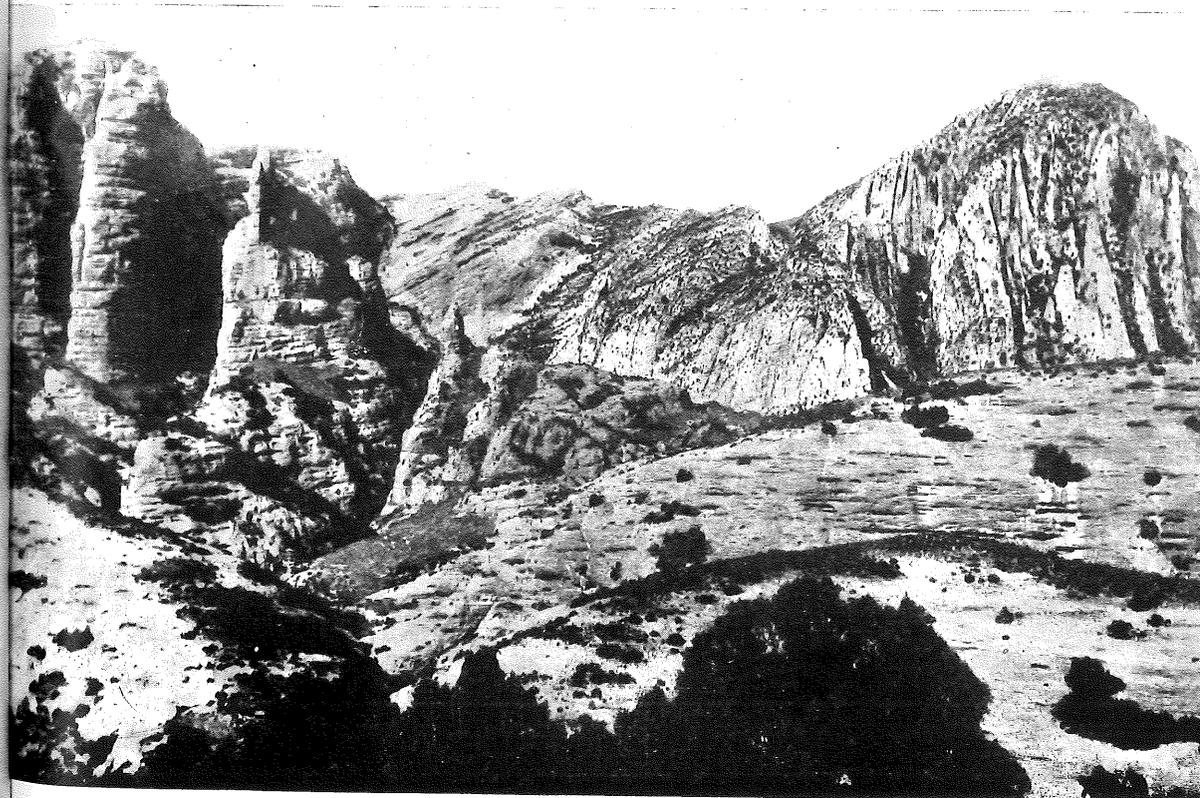
En los cantos están representadas las calizas secundarias y eocenas, y también el material paleozoico. Podríamos decir que participan por igual de los caracteres de las terrazas fluviales y de los pedregales de ladera, pues a la vez son acarreos de «pie de monte».

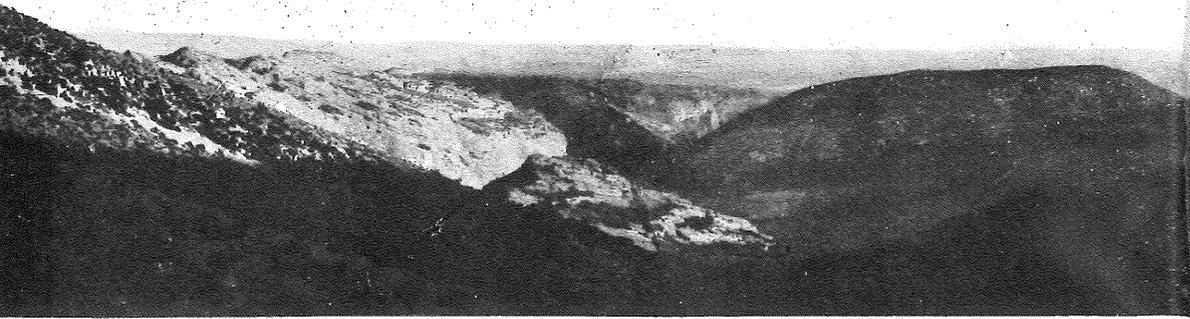
Estos aluviones pueden alcanzar espesores de 4-5 metros.



Fot. 14.—El pantano de Sta. María de Belsué (C-1); las margas eocenas y, en la parte más alta, a la derecha, el ludense, mirando hacia el Oeste.

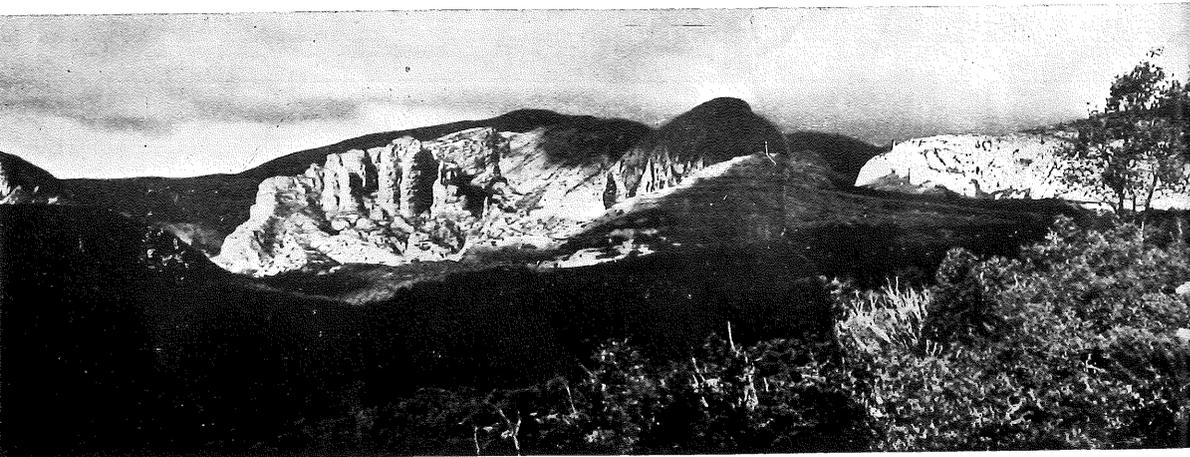
Fot. 15.—En primer término los conglomerados de San Cosme (D-3). A la izquierda los pináculos y torreones de Peña Ligüerri (D-2, 3) en los mismos conglomerados; al fondo éstos se apoyan sobre las calizas eocenas del pico El Borón (D-2).





Fot. 16.—Está tomada desde un punto del camino que pasa inmediatamente al oeste de Cuello Bail (D-2) y poco después de rebasar la collada hacia el Sur. Apoyados en las calizas cretáceas vemos en primer término los conglomerados de Peña Foratata (D-2, 3); en segundo término, a la derecha, el monte que queda al norte de Santa Eulalia la Mayor, coronado por calizas eocenas y ofreciendo debajo la serie secundaria. Entremedias los conglomerados de Peña del Pipre (D-3), discordantes sobre el conjunto plegado; al fondo la llanura oligocena.

Fot. 17.—Tomada desde el camino que conduce desde Coscollano a la Ermita y Huevo de San Cosme, en un punto situado entre la casa de Estebañón y la Tejería (E-3). Estamos sobre el eoceno margoso con enormes alveolinas. En primer término, al centro, el farallón de conglomerados oligocenos de San Cosme; en término medio, a la derecha, las laderas de calizas eocenas de Montidinera (D-2); en el centro sus prolongaciones del Pico el Borón, recubierto en discordancia por el Oeste por conglomerados oligocenos, uniformes, bastante inclinados, de Peña Ligüerri (D-2, 3).



IV

PALEONTOLOGÍA

Es abundante, aunque no muy variada, la fauna fósil existente en la Hoja de Apiés, en especial en el eoceno, en cuyos niveles marinos, invariablemente se encuentran fósiles a poco que se busquen.

También el cretáceo los ofrece, aunque en menor escala, pero muchas veces su mal estado de conservación los hace inclasificables.

Por último, también el triásico ofrece frecuentes faunas gregarias, pero como es frecuente en este terreno su clasificación raras veces es posible.

Tanto Mallada como Dalloni, citan bastantes especies por ellos halladas y estudiadas, pero varias de las cretáceas de Mallada son criticadas por Dalloni, mientras que muchas eocenas que da este autor, las creemos equivocadas, razones por las que omitimos aquí las respectivas listas, remitiéndonos a nuestro capítulo de crítica de antecedentes y a las obras de estos autores, y sólo daremos las especies por nosotros determinadas.

KEUPER

Las calizas oscuras tableadas del keuper contienen frecuentes faunas gregarias, casi siempre indeterminables. Las hemos encontrado al norte de Puibolea (A-2), en donde creemos haber visto *Cypriocardia alicantina*? Schu. y también en la garganta del Guatizalema inmediatamente al sur de la masa de conglomerados de San Cosme (D-3).

CRETÁCEO

Este terreno es rico en rudistos, que frecuentemente son inclasificables.

Al pie de la Peña de Gratal (A-2), hemos recogido *Orbignya maestrei* Vid. y *Radiolites* sp. En la carretera del río Isuela, al NO. de la ermita de Nuestra Señora de Ordás, en las capas trastornadas de la ventana erosiva abierta por el río (B-2), encontramos *Radiolites galloprovinciales* var. *lamarcki* Math., y, en el collado del camino de Santa Eulalia la Mayor a San Cosme, a unos dos kilómetros del primero (D-3):

- Placosmilia vidali* Mall.
- Cyclolites elliptica* Lmk.
- Rhynchonella* sp.
- Orbignya heberti* Mün:

Todas estas especies determinan edad santoniense para aquellos niveles fosilíferos.

EOCENO

El tramo inferior de calizas aparece con gran frecuencia cuajado de fósiles, en especial *Alveolinas* y *Nummulites*.

El estudio de estas *Alveolinas*, así como las del eoceno, en general, está pendiente de revisión sistemática, pues existe gran incertidumbre entre las distintas especies que suelen citarse.

Son abundantísimas, a lo largo de toda la corrida de calizas de Este a Oeste de la Hoja, las *Alveolinas* ovaladas y pequeñas del tipo de *A. subpyrenaica* Leym., sinónima de *A. granum milii* Bosc., según Osimo, y otras fusiformes hasta de 15 mm. de longitud, que consideramos *A. elongata* d'Orb. Estas especies son constantes en las calizas eocenas, pero, además, se encuentran algunos otros fósiles, frecuentemente en niveles más margosos.

En la carretera del pantano de Santa María de Belsué, hemos encontrado en unos bancos calizos, cerca del kilómetro 11 (B-2), estas especies, acompañadas de abundantes *Miliolites* y algunos *Orbitolites complanatus* Lmk.

En los niveles más altos de las calizas, van escaseando las *Alveolinas* que vienen sustituidas, a veces totalmente, por *Nummulites* y otros fósiles.

En las gargantas de Favana (E-2), en un nivel margoso próximo

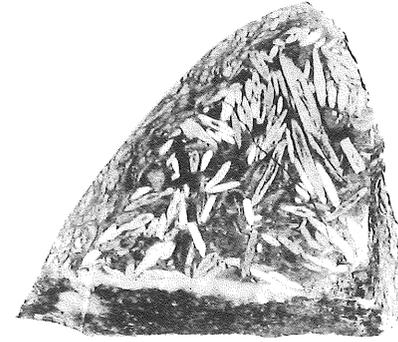


Fig. 1.—*Alveolina gigantea* Checc. Risp. (el ejemplar grande), y *Alveolina elongata* d'Orb. x 1/2. Tejería de S. Cosme.



Fig. 2.—*Alveolina elongata* d'Orb. x 1/2. Tejería de S. Cosme.



Fig. 3.—*Alveolina elongata* d'Orb. x 2. Tejería de S. Cosme.



Fig. 4.—*Alveolina elongata* d'Orb. x 2. Tejería de S. Cosme.



Fig. 5.—*Alveolina gigantea* Checc. Risp. x 2. Tejería de S. Cosme.

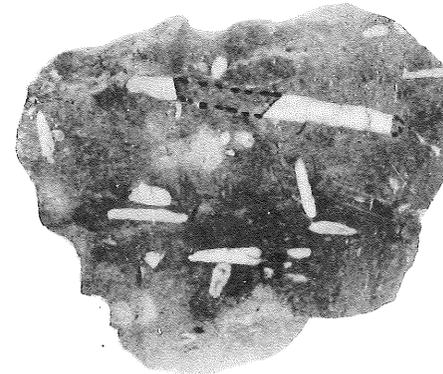


Fig. 6.—*Alveolina gigantea* Checc. Risp. (Ligeramente reducida). Tejería de S. Cosme.

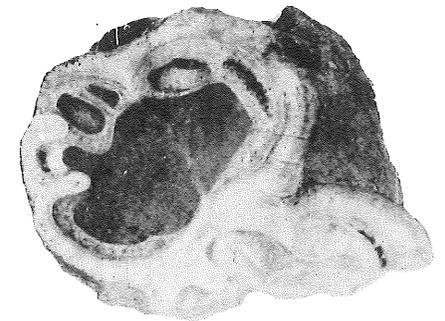
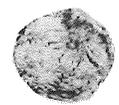


Fig. 7.—*Orbignya heberti* Mun. Chalm. Tamaño natural. Santa Eulalia la Mayor.



Figs. 8, 9 y 10.—*Praescutella caillaudi* ? Cott. Tamaño natural. Nocito.

a la base, existen abundantes *Assilina* aff. *spira* de Roissy y *Nummulites uronensis* Heim.

También al oeste de la Central del pantano de Santa María de Belsué (C-1), se encuentran, junto a las *Alveolinas*, *Assilina spira* de Roissy y *Nummulites uronensis* Heim.

En la carretera del Guatizalema, al oeste de la Peña del Pipre (D-3), hemos encontrado, sobre las calizas de *Alveolina*, unos bancos más margosos cargados de *Nummulites perforatus* Den. de Monf., *N. rouaulti* d'Arch, y *Orbitolites complanatus* Lmk.

En el congado del río Isuela, 700 m. aguas abajo de la presa del pantano (B-1), se encuentran *Nummulites perforatus* Den. de Monf.; *N. rouaulti* d'Arch.; *N. uronensis* Heim.; *Terebratulina tenuistriata* y *Velates schmideli* Chemn.

En el kilómetro 16 de la carretera del pantano de Santa María de Belsué (B-2), hemos encontrado también *Nummulites perforatus* Den. de Monf., *N. uronensis* Heim. y *Echinolampas vilanovae* Cott.

Al sur de la Peña de Gratal (A-2), aparece, también, la asociación *Nummulites perforatus-rouaulti* con *Alveolinas* y en la estrecha hoz, que entalla en las calizas el barranco de Lapillera, al sur de Nocito, y poco antes de su confluencia con el río Guatizalema (E-1), juntamente con las calizas de *Alveolina*, se encuentra un nivel más margoso cuajado de *Nummulites perforatus-rouaulti*.

El nivel que contiene fauna más variada es, sin duda, el de las margas azules, del cual da Mallada largas listas de fósiles, que proceden de zonas más o menos próximas.

Pero los ejemplares por nosotros recogidos en la Hoja nos hacen discrepar de la opinión de aquel geólogo y de la de Dalloni, según las cuales estas margas representan el luteciense.

Entre el Mesón Nuevo y Arguis (B-1), la parte superior de estas margas es bastante fosilífera, y, a lo largo de la carretera, hemos recogido las siguientes especies:

Nummulites contortus Desh.
Nummulites striatus Brug.
Operculina alpina Douv.
Operculina paronai Chec.-Risp.
Discocyclina sella d'Arch.
Discocyclina pratti Mich.
Actinocyclina radians d'Arch.
Asterodiscus stelar Brunn.
Eschara ampulla d'Arch.
Serpula dilatata d'Arch.
Solen sp.

Esta fauna, en la que son muy abundantes los *Nummulites* de la asociación citada, prueba que, cuando menos, la mitad superior de las margas representa el bartonense.

Esto está, además, de acuerdo con la fauna que existe bajo la formación lacustre, al sur de Jaca, en la otra rama del gran sinclinal ludense-oligoceno que se extiende entre ambas zonas.

Mallada, en su notable trabajo, ya señaló la existencia de este nivel de margas en la vertiente sur de las sierras, en un retazo pequeño, existente en las inmediaciones de la casa de Favara (E-3).

La carretera que conduce a San Cosme, corta, poco antes de llegar a este punto (E-3), en las inmediaciones de la tejería, la parte inferior del nivel de margas azules, que aquí son muy calcáreas y tienen bancos calizos intercalados.

En estas capas son abundantísimas las *Alveolinas* que, en algunos sitios, se pueden recoger sueltas. Éstas son, en su mayoría, muy oblongas, y algunas de gran tamaño, pues alcanzan longitud de más de 40 mm. y diámetro de cinco mm. Aunque hay que revisar el estudio de las *Alveolinas* del eoceno, ya se ha dicho que hemos determinado, provisionalmente, dos especies: *Alveolina elongata*, d'Orb., a la que atribuimos los ejemplares de longitud hasta 15 mm., y *A. gigantea*, Checc.-Risp., para los ejemplares de 3 a 4 cm. de longitud. Mallada, ya observó la existencia, en esta zona, de las *Alveolinas* oblongas, a las que denominó *A. longa*, Lam.

Las especies determinadas son:

Alveolina elongata d'Orb.

Alveolina gigantea Ch. Risp.

Assilina spira de Roissy.

Nummulites sp.

Orbitolites complanatus Lmk.

Cyclolites heberti Tour.

Turritella trempina Carez.

Esta fauna parece francamente luteciense, pero al este de la carretera y cerca del fondo del barranco Calcón, en niveles más altos, se encuentra:

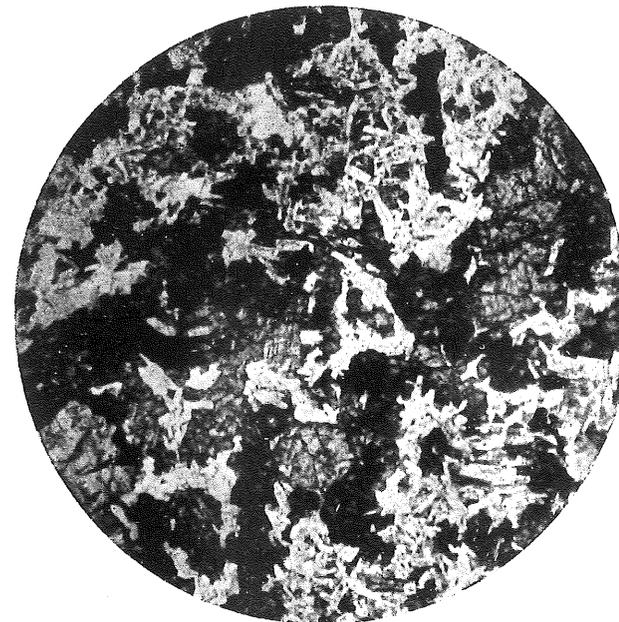
Nummulites striatus Brug.

Elasmophyllia gigantea d'Arch.

Velates schmideli Chemn.

Fauna que indica ya la entrada de la parte superior del eoceno.

Los maciños bastos a que pasan, en tránsito lateral, las margas al este de Lúsera, son muy pobres en fósiles, pero contienen restos de *Ostrea*, algún *Nummulites* y, con alguna frecuencia, unos pequeños equínidos. Hemos encontrado estos últimos fósiles en el camino de Lúsera a Nocito, a unos tres kilómetros del primer pueblo (D-1), y en el río Guatizalema, al NO. del pico Canales (D-2), y los atribuimos, con duda, por su mal estado de conservación, a la especie *Praescutella caillaudi*, Cott.



Ofita de la Sierra de Guara. Nocito. Luz polarizada. $\times 20$ diámetros. Gránulos de augita (gris), de augita dialógica (negro) y agrupaciones de microlitos de labradorita (blanco) con augita incluida.

PETROGRAFÍA

Las únicas rocas dignas de estudio que hemos encontrado en el ámbito de la Hoja son las correspondientes a los asomos ofíticos de la Sierra de Guara, ya citados por Mallada y Dalloni, aunque no llegaron a hacer estudio micrográfico de la roca.

A continuación transcribimos el interesante estudio realizado por el ingeniero jefe de los Laboratorios, Sr. Romero Ortiz, de dos muestras de ofitas y una de caliza cretácea inmediata a uno de los apuntamientos ofíticos. Este trabajo va ilustrado con una fotomicrografía que pone de manifiesto la textura descrita en el texto.

OFITA DE LA SIERRA DE GUARA (MUESTRA P. 390)

La muestra representada en la figura procede de la Sierra de Guara, Camino de Nocito, en el keuper, con yesos que afloran en el eje de un anticlinal compuesto de neocretáceo y eoceno.

MACROGRAFÍA.—Es una roca de color pardonegruzco, que presenta una fractura irregular y subplana, a veces algo concoidea. A simple vista no se observa más que un fino punteado negro, sin ningún mineral fácilmente clasificable.

MICROGRAFÍA.—En la platina se resuelve con una textura casi holocrystalina, puesto que la cantidad de vidrio intersticial que contiene es muy pequeña, y una textura porfirica determinada por unos

gránulos alotriomorfos de augita, con un tamaño hasta de 3 mm., a veces maclados según $h'(001)$ y bastante limpios de inclusiones feldespáticas, aunque algunos la contienen.

La pasta ofrece una textura microgranuda, por la particularidad de hallarse constituida por gránulos de augita y otros complejos de feldespato, formando estos últimos gránulos blancos que se resuelven en una asociación de microlitos plagioclásicos, en diversas direcciones, que por sus propiedades ópticas cabe referir a la labradorita, pero en cuyos intersticios no se halla siempre depósito de augita, sino de un poco de vidrio en proceso de desvitrificación o de un hidrosilicato de hierro, carácter que distingue a esta textura de la diabásica u ofítica. La augita se presenta en la pasta en microgránulos de varios tamaños, y en los fenocristales de este mineral no es raro encontrar núcleos de un olivino primario epigenizado, actualmente, en serpentina verde, casi sin reacción óptica a la luz polarizada por su estado de alteración. El apatito, aunque escaso, se muestra en finas agujas y la magnetita accesoria se halla en gránulos alotriomorfos. En cada preparación se observan dos o tres microgránulos de una fluorita rojiza, siempre en relación con la augita, notable por su gran relieve negativo.

CLASIFICACIÓN.—La textura de esta roca obliga a que consignemos el criterio seguido para su clasificación. Por no ser intersticial o radiada-divergente, al modo típico de las diabasas y ofitas, parece necesario excluirla de esta familia y referirla a la de los basaltos de plagioclasa, y si adoptamos la terminología de los petrólogos franceses, esto es, si tenemos en cuenta la edad geológica del yacimiento, por ser preterciaria debemos referirla a la de los meláfros, como equivalente antiguo de aquéllos. La cuestión de nomenclatura se complica si se discute que el olivino existente no se halla plenamente diferenciado, sino que se encuentra escaso e incluido en la augita, por lo que habría que considerarla dentro de los basaltos sin olivino, con la antinomia que esta denominación lleva consigo, que los autores franceses salvan denominándolos labradoritas o basaltitas y si se tiene en cuenta la edad, con el de porfiritas labradóricas. Pero, ni basaltitas ni labradoritas figuran en la nomenclatura estadounidense ni en la clásica de Inglaterra. Actualmente, se entiende por meláfiro en los Estados Unidos un basalto descompuesto como suelen serlo los antiguos, y este nombre, como el de porfirita, están anticuados y se tiende a que sean proscritos, con harta razón, a mi juicio, porque debe ser absurdo en Petrología que el criterio geológico domine al petrológico.

La roca que consideramos se halla tan sana o tan poco descompuesta como muchos basaltos posterciarios, de manera que resulta imposible consignar una denominación, ni siquiera de familia, que sea rectamente interpretada por todas las escuelas petrológicas.

Sin entrar en detalles que nos llevarían demasiado lejos (*), salta a la vista que las condiciones físico-químicas del magma, eran ofíticas y no basálticas. El olivino en esta roca es un producto residual del proceso de reacción continua de la fase sólida con la líquida, y esta reacción no modificó la naturaleza del magma líquido más que en el sentido de depositar la augita, sin reaccionar después en sus bordes, como es frecuente en los basaltos y depositándose todo él antes que el feldespato, que fué el último constituido, porque las condiciones de temperatura no permitieron el depósito de la mezcla eutéctica, a la que atribuimos la textura intersticial ofítica. Sin embargo, las agrupaciones cristalinas de feldespato es frecuente que contengan, en su interior, al piroxeno.

Sea cual fuese el nombre que le asignásemos, podía ser motivo de crítica, puesto que aun dentro de los meláfros o basaltos, basaltitas o porfiritas, no podríamos atribuirle un nombre específico, dada la vaguedad de la presentación del olivino y la única naturaleza de los fenocristales, por lo cual me parece que como, precisamente, esa circunstancia del olivino casi desaparecido, es característica de nuestras ofitas, se debe tener en cuenta esta denominación. En nuestras verdaderas ofitas, cuando se forman grandes gránulos de augita, aparecen con numerosos microcristales feldespáticos incluidos, y, en general, se presenta la textura intersticial, tan típica, que muchos autores la denominan ofítica, pero esto no debe tomarse con carácter general, puesto que en varias ofitas como las de St. Beat, Bézuis, y de otros lugares de Francia, que hemos tenido ocasión de estudiar, la augita, a veces, se desarrolla en grandes gránulos que no contienen microlitos feldespáticos, o los poseen en escaso número.

Los fenocristales de augita de esta roca de Nocito son totalmente alotriomorfos, sin que presenten ninguna cara plana y sin que ofrezcan ninguna reacción con el magma. Su hábito y su naturaleza son, indudablemente, más ofíticos que basálticos, lo que unido a la presencia de inclusiones serpentínicas en la augita, como rasgo expresivo del proceso genésico de la ofita, creemos que deben predominar ambos caracteres sobre el de la textura glomeromicrofítica de la plagioclasa y considerarla como una ofita en tránsito a una tholeiita, en la que tal vez hubiera degenerado esta roca con un enfriamiento más rápido, que hubiese originado más vidrio, pues el que contiene es, en realidad, insignificante.

La presencia de la fluorita, obliga a considerarla, por otra parte, como una ofita metamórfica toda vez que revela una acción neumatolítica. Otro fenómeno de exomorfismo que encontramos en esta roca es la formación de diálaga a expensas de la augita, por aparición del crucero suplementario.

(*) Véase «Nuevas notas acerca de las ofitas», Notas y Comunicaciones I. G. y M. de E. núm. 10, 1942.

MUESTRA P. 393

A dos kilómetros al norte de la muestra anterior P. 390, en las margas del keuper que están en la prolongación de aquéllas, sobre el eje del mismo anticlinal.

Es una ofita con la misma textura que la anterior, pero cataclástica y más metamorfoseada y descompuesta. Ha sufrido un gran esfuerzo orogénico que se ha traducido en varios microfílonos rellenos de limonita. La diálaga es más abundante y ha perdido sus cruceros por alteración, dando zonas pardas no pleocroicas. No hemos encontrado fluorita en la muestra examinada, y es algo mayor su contenido de magnetita.

MUESTRA P. 393 A

A dos kilómetros al norte de la muestra 390, junto a las margas del keuper.

Caliza de foraminíferos.

Es una caliza cristalina con restos de braquiópodos no perforados, espículas y alguna sección de un foraminífero que no se puede clasificar, rellenos siempre de calcita fibrosa y de cuarzo microcristalino. También contiene algunos restos feldespáticos, en placas microscópicas procedentes de la ofita anterior, muy descompuestos.

VI

TECTÓNICA

Nada sabemos, y nada podemos inferir por el examen de la Hoja, de la textura pre-triásica, es decir, herciniana o varisca, ya que no afloran en ninguna parte de ella, ni de su proximidad, las formaciones paleozoicas.

Es un factor fundamental, en la actual conformación tectónica de la superficie representada en la Hoja, el despegue experimentado por toda la serie supra-triásica, con respecto a la serie infra-triásica, en los plegamientos alpinos que son los que han impreso al país su disposición tectónica tal como la observamos ahora.

Por el carácter total y absoluto de dicho despegue, así como por el estilo tectónico, se puede decir que nos hallamos frente a un ejemplo del más puro estilo «jurásico» de plegamiento.

La imagen aparente es muy complicada, como resultado de los plegamientos sucesivos de directrices completamente perpendiculares, los que, en su cruzamiento, han dado origen a una compleja disposición que, combinada con la intensa erosión experimentada posteriormente, ha dado lugar a la recortada y complicada serie de manchas e isleos que da singular carácter al mapa.

En la Hoja de Alquézar suscitamos la cuestión de la existencia de dos plegamientos cruzados, entrevista ya por Mallada (23), quien, en una época en que la tectónica estaba aún en estado embrionario, no pudo sacar de las anomalías observadas en los arrumbamientos, las conclusiones finales, y ni siquiera pudo subrayar el alcance y significado de estos hechos anormales.

Pero ya Selzer (32), subraya la importancia del fenómeno e interpreta acertadamente la no simultaneidad de los plegamientos, así como su orden correlativo.

Sin embargo, en la hoja de Alquézar, no dispusimos de la observación de hechos que nos permitieran resolver la cuestión por cuenta propia, y la dejamos en suspenso hasta completar el estudio de otras zonas.

Los recorridos hechos en esta Hoja de Apiés y en la de Yebra de Basa, contigua por el Norte, nos han permitido llegar a conclusiones que estimamos definitivas, y que coinciden con las de Selzer.

Un primer plegamiento de dirección E.-O. - O.-E. da lugar a una serie de accidentes orientados de Norte a Sur. Este plegamiento es de edad intra-eocena y, por consiguiente, de neta edad pirenaica, que viene magníficamente datada por las disposiciones observadas en la Hoja de Apiés.

En ella, los sedimentos de toda la serie secundaria, las calizas de *Nummulites* y *Alveolinas* y las margas, cuya edad incluye el bartonense, están plegadas en conjunto y simultáneamente en accidentes de dirección Norte-Sur (cuyos ejes vienen representados en el mapa en color azul).

A finales del bartonense es cuando se produce el plegamiento, acompañado de emersión, o retirada de los mares, pues las formaciones posteriores a él son ya ludenses y oligocenas de facies continental.

Éstas presentan discordancia con respecto a las bartonenses; discordancia muy ligera, no perceptible, generalmente, en observaciones locales, pero muy visibles en observaciones de conjunto (fot. 13).

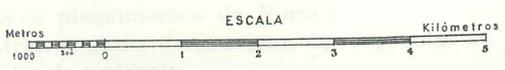
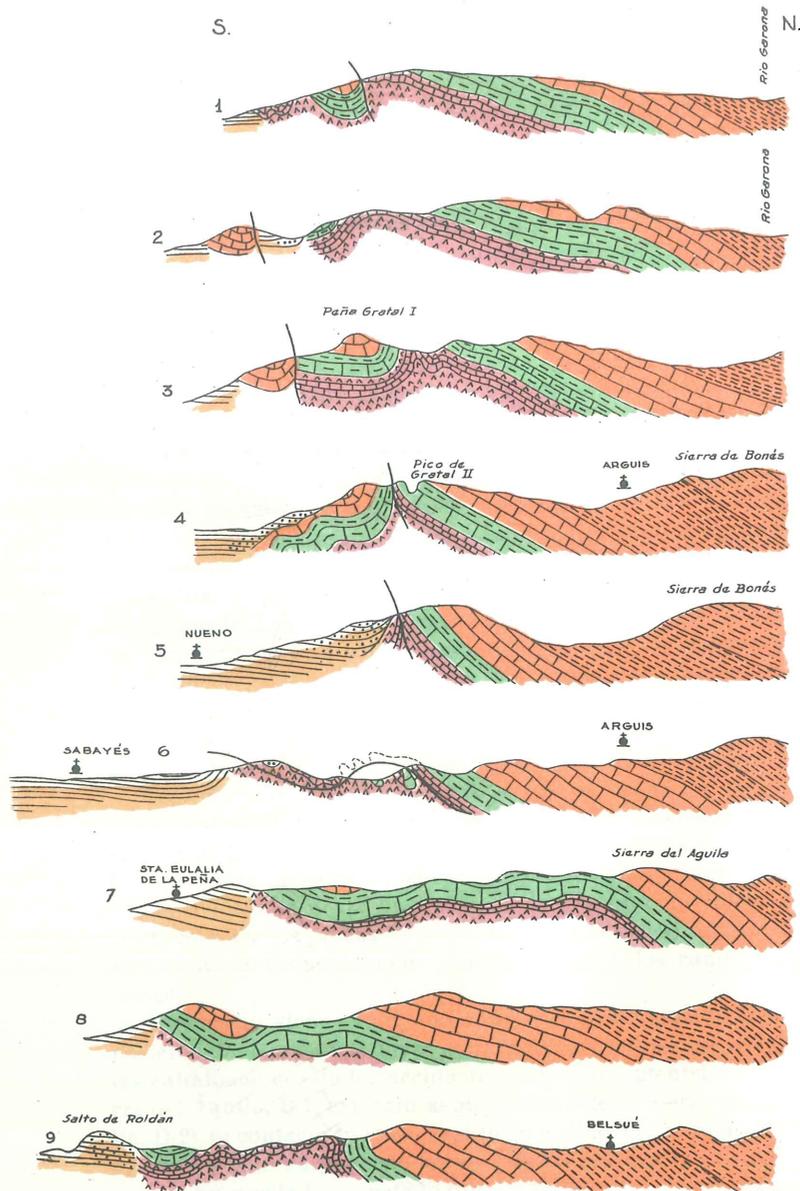
Pero el hecho más significativo es que mientras las formaciones anteriores al ludense ofrecen toda clase de rumbos variables desde el E.-O. al N.-S., de acuerdo con los plegamientos, las correspondientes al ludense presentan, con enorme regularidad y uniformidad un rumbo constante E.-O., y no reflejan, en absoluto, los plegamientos Norte-Sur. Las pequeñas desviaciones en esta dirección tenemos que atribuir las a acomodaciones sedimentarias a los rumbos preexistentes.

Este hecho viene subrayado, muy significativamente, por la disposición del contacto ludense con respecto a las calizas eocenas. En las culminaciones de los accidentes (extremo septentrional de la Sierra del Águila, B-1; extremo septentrional de la Sierra de Gabardie-la, D-2), el contacto ludense casi llega a tocar el borde de las calizas eocenas, y sólo un pequeño espesor de las margas lutecienses-bartonenses ha quedado respetado (fot. 7). En cambio, en los vanos intermedios, correspondientes a los sinclinales, espesores incrementantes de dichas margas se intercalan entre ambas formaciones.

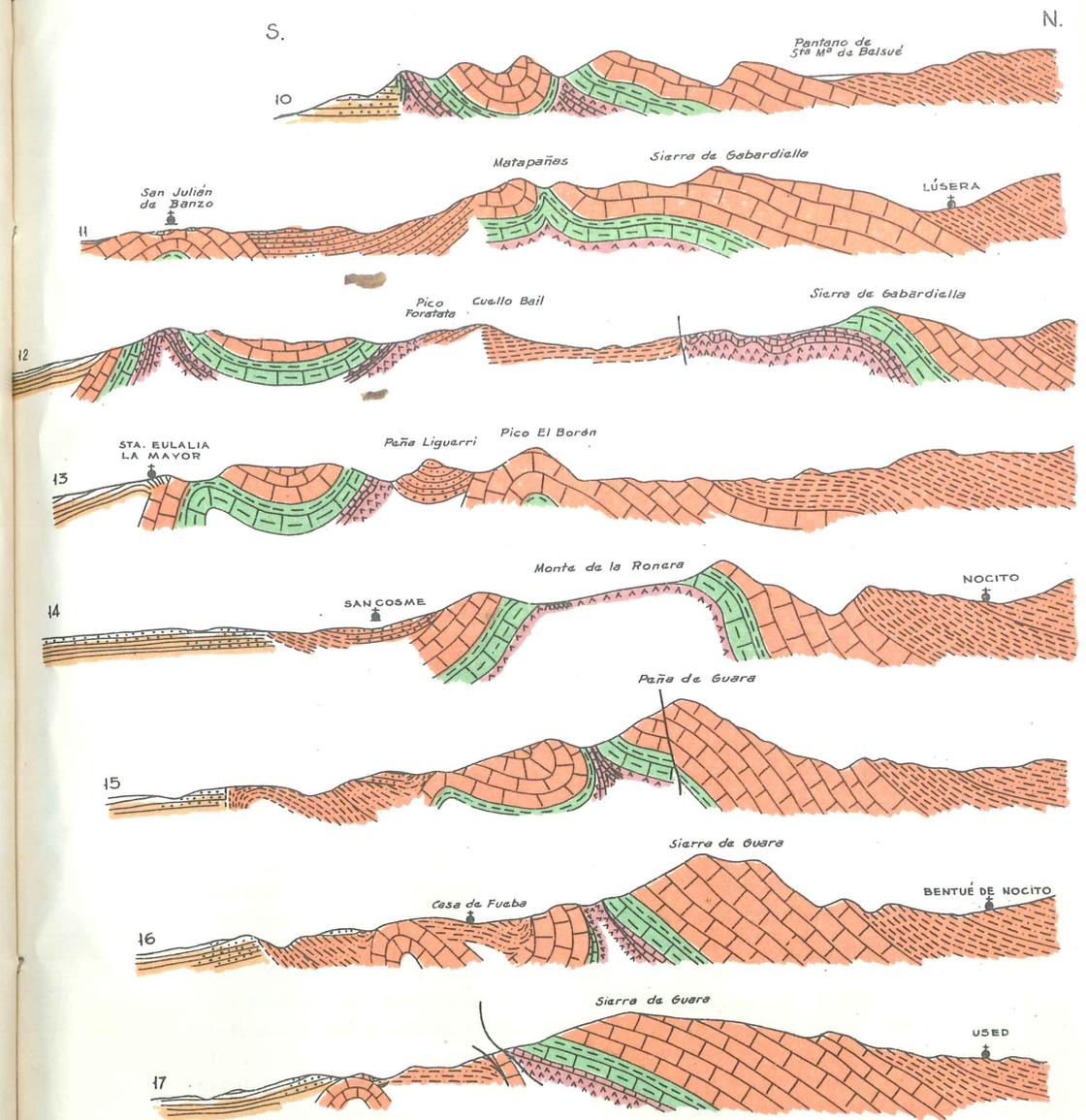
Estos plegamientos de Norte a Sur, son de gran regularidad y simetría; es decir, desprovistos de vergencia. No presentan ningún carácter de violencia.

Una vez creado este dispositivo tectónico, y durante el oligoceno, tiene lugar la segunda y más intensa fase de plegamiento, esta vez

DIECISIETE CORTES A TRAVÉS LAS SIERRAS DE GUARA



VERTICALES = HORIZONTALES



- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> CUARTARIO. -Terrazas y aluviones OLIGOCENO. -Facies normal con conglomerados marginales EOCENO. -Ludense. Facies continental de tipo oligoceno EOCENO. -Margas azules (zona occidental) y maciños (zona oriental). | <ul style="list-style-type: none"> EOCENO. -Calizas de Alveolinas y Nummulites NEOCRETÁCEO. -Margas y calizas garumnenses continentales NEOCRETÁCEO. -Calizas senonenses y areniscas maestrichtenses TRIÁSICO. -Keuper, margas y calizas intra y supra-keuper |
|---|---|

con neta dirección pirenaica en la dirección de sus accidentes de Este a Oeste, con desviaciones locales de componente N.-S., originadas, probablemente, por la influencia de los pliegues pre-existentes. Puesto que estos plegamientos, originados como ocurre frecuentemente en el Pirineo español, ya durante el oligoceno, no terminan hasta finales de esta época, pueden incluirse en la fase sálica, de acuerdo con las clasificaciones de Stille.

Los accidentes producidos ahora son mucho más violentos, o pueden serlo, al menos, originando pliegues volcados e incluso pliegues-falla con cabalgamientos de reducida escala y pequeñas cobijaduras. Esto ocurre siempre por estiramiento de los flancos meridionales su rotura, y laminación por arrastre en dirección Sur del flanco septentrional. Así puede llegar a hacer cabalgar el triás, el cretáceo o el eoceno sobre el ludense y el oligoceno o, al menos, levantar los bordes de éste al empuje. Por consiguiente, nos encontramos con empujes dirigidos de Norte a Sur.

Estos pliegues sálicos se han efectuado, como los pirenaicos, por despegue sobre el nivel plástico de las margas del keuper. Hemos de señalar que, en lo referente a los pliegues sálicos, estas sierras son hermanas gemelas de las sierras marginales pirenaicas, como Alaiz, Leyre y Navascués, en Navarra, y Estada y Estadilla, en Huesca, con las que comparte, además, la serie estratigráfica, y con los Montsechs, de Huesca y Lérida, estas últimas sierras, con series estratigráficas más complejas. Otras sierras marginales al sur de los Montsechs (San Mamet, Rubió, etc.), ofrecen una dislocación tectónica más compleja a causa de una mayor participación de la tectónica salífera.

Para evitar descripciones verbales, que resultarían muy pesadas por la complicación del tema, representamos los detalles de estos plegamientos, en diecisiete cortes parciales y tres generales, trazados con tan breve separación que permiten seguir perfectamente los accidentes tectónicos de uno a otro, y constituyen su representación completa en forma gráfica y muy clara.

Estos cortes, trazados a escala 1 : 50.000, y a igualdad de escalas verticales y horizontales, se representan separadamente, de manera que los parciales se reproducen en una lámina en el texto, y los generales van, como de costumbre, al final, acompañando al mapa.

Los pliegues de dirección Norte-Sur, alcanzan su mejor expresión en el corte general *E-F*.

Allí tenemos de Oeste a Este, sucesivamente, dos anticlinales regulares, correspondientes en el relieve al Monte Peiró (A-1), y a la Sierra del Águila (B-2). Un tercer anticlinal, de la Sierra de Gabardiella (D-3), aparece roto en su flanco oriental por una falla anterior a los plegamientos sálicos. Entre los tres anticlinales quedan dos amplios y tendidos sinclinales. Un cuarto anticlinal, que morfológicamente se revela con gran relieve en la Sierra de la Ronera (D,

E-1, 2), es igualmente muy simétrico y regular, y, por sus cierres periclinales, muy perfectos, constituye una bonita cúpula (véase, además, el corte 14, que lo representa cortado de Norte a Sur). Tiene una curiosa ramificación al SSO. que luego, de nuevo con dirección Norte-Sur, llega hasta Santa Eulalia la Mayor (D-3), y constituye así el más largo, completó y aparatoso de los accidentes N.-S.

Entre este anticlinal y el inmediato por el Oeste, queda el gran sinclinal N.-S. (D-1), mediante el cual las margas avanzan notablemente hacia el Sur. Está limitado, al Oeste, por la gran falla ya citada, mediante la cual dichas margas eocenas tienen largo contacto con las formaciones secundarias y, sobre todo, las triásicas.

Al este de aquel cuarto anticlinal aun hay otro accidente N.-S., consistente en un sinclinal más o menos desfigurado por la superposición de un importante accidente sáxico.

Con éste terminan los accidentes N.-S. (de edad pirenaica), de la Hoja, pero recordemos que, aun más al Este, en la contigua hoja de Alquézar, tenemos, como más importante de todos, el gigantesco anticlinal de Sevil-Balcés, de unos 30 kilómetros de longitud N.-S. y gran amplitud E.-O., y el del río Alcanadre.

De edad sáxica tenemos varios accidentes más violentos dirigidos, en sus líneas generales, de Oeste a Este. Podemos seguir estos accidentes en los 17 cortes parciales que los cruzan normalmente de Norte a Sur.

Uno, iniciado ya en la contigua hoja de Ayerbe, es importante por su violencia, entra en la Hoja por su borde occidental.

Es un pliegue fallado al principio, y además cabalgante; luego entero, aunque asimétrico (cortes 2 y 3), que deja al Sur un pequeño sinclinal en calizas eocenas del que le separa una falla (falla al sur de Peña Gratal; A-2).

Más al Este, es un agudo anticlinal que empieza a fallarse de nuevo (cortes 3 y 4), y cuyo flanco meridional aparece ondulado (aflojamientos de calizas de *Alveolinas* entre los conglomerados; A-2).

Inmediatamente al este del corte 4, el pliegue se hace cabalgante, el flanco inferior se estira, y el superior o septentrional avanza arrastrando sobre las margas del keuper (corte 6); de aquél quedan pequeños retazos incrustados en el keuper. Las calizas de esta edad presentan las curiosas ondulaciones que se representan, más gráficamente, en la fig. 2.

El frente de las calizas aparece milonitizado y roto, y ha arrastrado fragmentos de calizas eocenas y cretáceas que quedan, en posiciones raras, abandonadas en aquél.

En el corte 7 se repite esa disposición, pero en niveles más altos, por haber sido respetada la cobertura por la erosión. Se empieza a marcar un sinclinal (cortes 7 y 8; B-2). En el corte 8 se empieza a iniciar un poco más al Norte un nuevo anticlinal.

El anticlinal cabalgado desaparece oculto bajo los conglomerados

transgresivos de Santa Eulalia de la Peña (cortes 7 y 8; B-2), y, por su dirección, parece que sea el mismo, surgente bajo los mismos conglomerados en San Julián de Banzo (corte 11; C-3).

Volviendo a donde estábamos antes, vemos (corte 9), cómo los nuevos sinclinal y anticlinal se señalan más, y lo están ya mucho en el corte 10.

Allí afectan la forma de dos magníficos accidentes (grupo sinclinal-anticlinal), puestos soberbiamente de manifiesto en los profundos tajos del Flumen y observables a perfección desde la carretera que conduce al pantano de Santa María de Belsué, que ofrece espléndidos puntos de vista y observación (fotografías 11 y 29). Tanto el anticlinal como el sinclinal, están perfectamente formados, y son asimétricos y vergentes al Sur; el anticlinal está fallado por su charnela (corte 10).

Más al Este, el sinclinal está oculto bajo los conglomerados oligocenos transgresivos (corte 11), y el anticlinal, muy agudo, es aún vergente al Sur. Este accidente se pierde en la gran falla citada que limita las margas eocenas. Mucho más al Sur, y al otro lado de los conglomerados aparece, surgiendo periclinamente, el ya citado anticlinal de San Julián de Banzo, que con seguridad es la prolongación del anterior pliegue cabalgante.

En el corte próximo (corte 12), el sinclinal aparece de nuevo como pliegue amplio y tendido (D-3), y el anticlinal de San Julián de Banzo se ofrece muy agudo y bonito.

Al Este, y tras salvar un accidente N.-S. (corte-13), sinclinal y anticlinal están próximos a su desaparición definitiva, al sumergirse bajo el oligoceno.

El corte 14, no ofrece manifiesto ningún accidente E.-O., pero sí, y espléndidamente, uno de los pliegues de primera fase.

Pero empieza a notarse allí la existencia (D, E-3), de una mancha aislada de margas lutecienses-bartonenses, coronada por el ludense lacustre, que no ha sido señalada por Selzer, y que, además, es la única mancha de formaciones más altas que las calizas eocenas que se presenta en el flanco meridional de estas sierras.

Más al Este, se inicia un accidente que pronto adquiere caracteres de gran violencia. El flanco oriental del gran accidente N.-S., del Monte Ronera (E-2), se complica en un raro y violento trastorno originado por la superposición de las dos directrices. Las capas forman un agudo pliegue al SO. de Guara, (cota 2.077), que es violentamente vergente al Sur y cuya charnela está rota. Tras de salvar una gran falla N.-S., el pliegue (corte 15) muestra ya en su charnela el triás; el flanco meridional constituye un violento sinclinal muy vergente al Sur, y que por el Oeste cierra en cuchara por estrellarse contra los accidentes N.-S. preexistentes. Al sur de este sinclinal se empieza a marcar un agudo anticlinal, semioculto bajo los conglomerados transgresivos oligocenos.

Más al Este (corte 16), se ofrece parecida estructura. El anticlinal de Guara sigue mostrando el keuper en la charnela. El sinclinal inmediato, aun muy vergente al Sur, recibe en su fondo el ludense. El anticlinal más meridional está también desplomado al Sur. El oligoceno lo oculta en gran parte, pero su charnela se ofrece espléndidamente.

Finalmente, el corte 17, nos ofrece el anticlinal de Guara, fallado y cabalgante. En esta forma se prolonga bastante en la contigua hoja de Alquézar. Es sorprendente que Selzer omita no sólo este accidente, sino toda la corrida de afloramientos secundarios de la falda meridional de Guara, y tanto más cuanto que ésta fué señalada por Mallada y Dalloni, que la representan en sus mapas y la citan repetidamente en sus textos.

El sinclinal es muy imperfectamente visible bajo su relleno ludense, que queda ligeramente cabalgado también por el flanco meridional del anticlinal de Guara, muy laminado.

El anticlinal meridional, visible en ventana erosiva bajo los conglomerados, se percibe también de la misma forma en la contigua hoja de Alquézar.

Vamos a referirnos ahora a la influencia ejercida por la existencia de los accidentes N.-S. en los de dirección E.-O.

En general, allí donde han actuado los de segundo período han borrado los del primero, como consecuencia de su mayor violencia. Así, por ejemplo, el anticlinal más occidental de los N.-S., no se puede seguir al sur del gran anticlinal sávico, pero su influencia parece registrarse en la anormal disposición y extraños contornos que presentan las formaciones en la Peña de Gratal (A-2).

El primer sinclinal ha sido igualmente borrado al Sur, pero coincide, quizás es sólo coincidencia, con el máximo avance al norte del oligoceno.

El segundo anticlinal (Sierra del Águila, B-2), no se prolonga al Sur, pero contra él han venido a extinguirse los importantes accidentes sávicos (grupo anticlinal-sinclinal), procedentes del Este.

El segundo sinclinal está señalado por incurvaciones de los ejes de estos accidentes, que ofrecen, lógicamente, su convexidad al Sur.

El tercer anticlinal está cortado por una falla, y su influencia queda así oculta, o al menos enmascarada; pero la existencia del tercer sinclinal (margas eocenas de D-2, 3), origina igualmente un mayor incurvamiento al sur de los accidentes E.-O.

El cuarto y más grande anticlinal, como más importante, no ha sido totalmente borrado por los plegamientos posteriores. Los atraviesa, y es aún perceptible al sur de ellos; en el encuentro se forma una estructura en «silla de montar» (al NNO. de Santa Eulalia la Mayor, D-3).

Finalmente, el cuarto sinclinal y más oriental, es muy violento y se cruza con una estructura E.-O. igualmente violenta, de lo

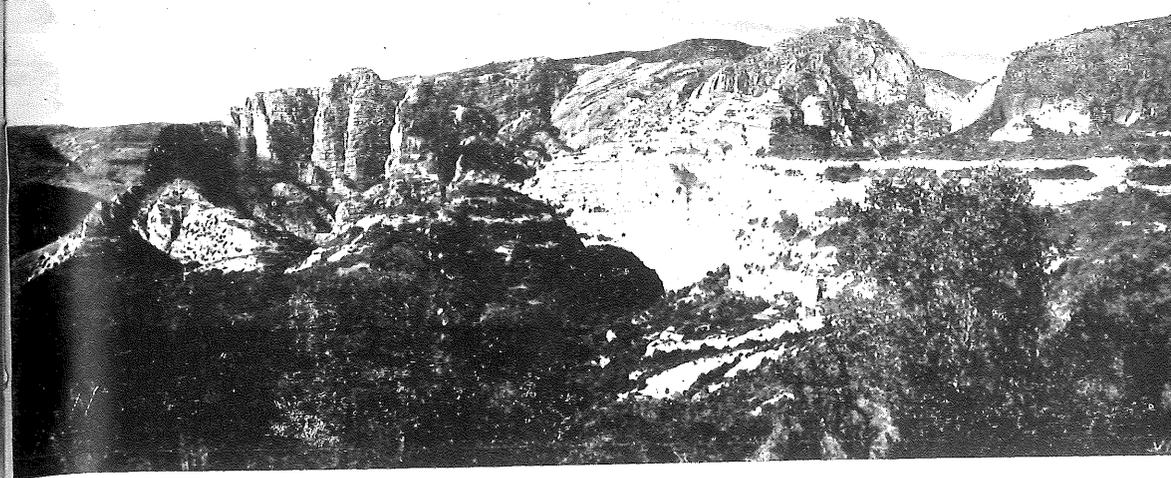
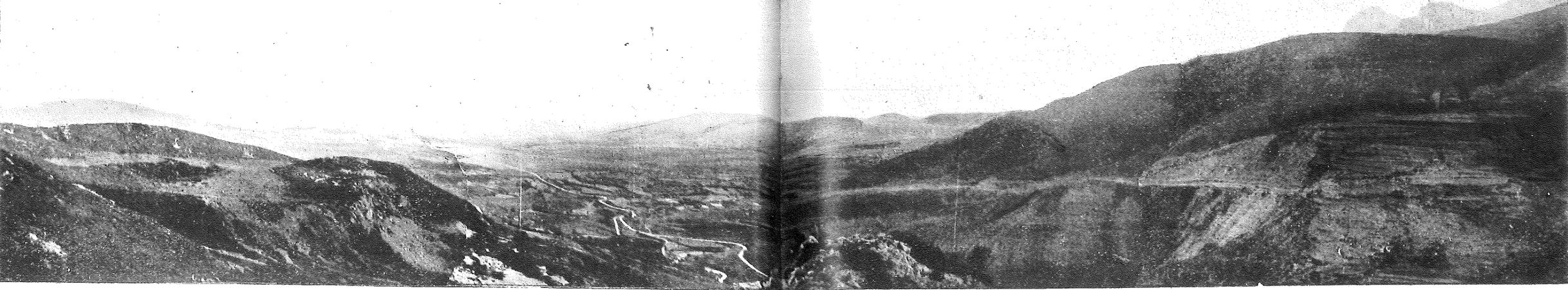


Fig. 18.—Fotografía con el mismo tema de la foto 17, pero tomada en un punto más cercano. Se aprecia bien en ella la discordancia de los conglomerados de Peña Ligüerri sobre las calizas eocenas casi verticales del Pico El Borón. En primer término el abismo tajado en los conglomerados oligocenos de San Cosme.

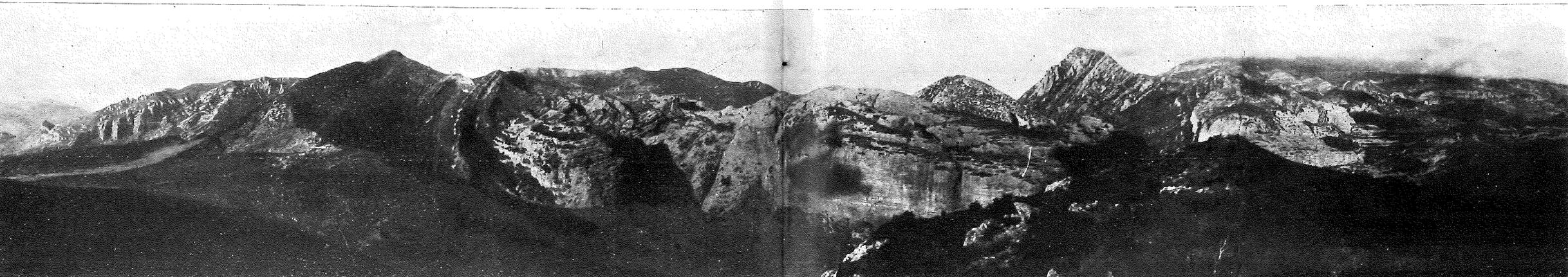
Fig. 19.—Ilustra espléndidamente la índole de los contactos entre las series secundarias y la facies oligocena normal. Las casas que aparecen en la fotografía pertenecen a La Almunia del Romeral (D-3, 4). El oligoceno, subhorizontal o poco inclinado al sur del mismo pueblo, se pliega localmente en el contacto, pero con violencia que puede llegar a poner verticales sus capas.





Fot. 20.—Vista panorámica, tomada desde la manchita eocena, rodeada de conglomerados, que existe al NE. de Nueno (B-2) en dirección al S., mirando hacia la tierra llana; a la derecha, el oligoceno casi horizontal se eleva, rematado por conglomerados, hasta alcanzar casi la culminación de la Sierra de Gratal, cuyos picachos son visibles al fondo derecha. A la izquierda tenemos las llanadas triásicas, de difícil observación por estar cubiertas de matorrales y pedregal del NE. y NEE. de Nueno. En el centro y al fondo la llanada oligoceno-cuarteria en el curso del Isuela.

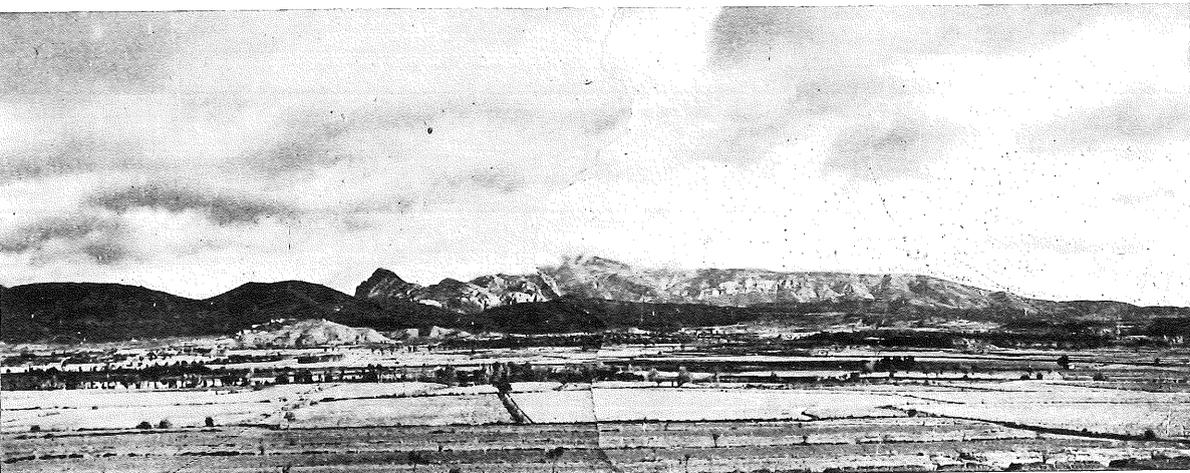
Fot. 21.—Panorámica tomada desde la cota 1.150 al norte de Santa Eulalia la Mayor (D-3). En el extremo, izquierda, se ve el tajo del Salto de Roldán entre las dos moles o «mallos» de conglomerados. A su derecha, las masas de conglomerados ascienden hasta casi Matapaños, descansando por el Este sobre la serie de Cuello Bail (C, D-2). En éste se ven las tres bancadas duras que arman esta serie. De izquierda a derecha se encuentra, en lo alto de la cota 1.352 (al sur de Matapaños), las calizas eocenas, a continuación un nivel blando, que es el garumnense, luego la segunda bancada dura que es el senonense; debajo tramos blandos de margas del keuper y, por último, la tercera bancada dura que corresponde a las calizas intrakeuper. A continuación siguen las grandes moles de conglomerados de Peña Foratata y Peña Ligüerri, y tras este último monte El Borón, el cordal de Canales de Fraginato (D-2) y a la derecha la sierra de Guara, con sus cumbres entre las nubes.





Fot. 22.—La Peña de Gratal (A-2) vista desde el Oeste, culminada por las calizas eocenas. Las vertientes más suaves a la izquierda y en la collada corresponden al garumnense. En la collada hay una falla, de modo que las calizas en corrida continua, del fondo a la derecha, que son eocenas, quedan a la altura de aquél. El cejo calizo corrido en primer término hacia la izquierda corresponde al senonense. La letra A señala el dispositivo tectónico representado en la figura 6 c del texto.

Fot. 23.—Esta fotografía, tomada desde la llanada oligocena en dirección al Norte, muestra en panorámica el sector oriental de las sierras indicadas en nuestra Hoja. El pico más agudo es el de Canales de Fraginato, del cordal de La Ronera (D-2). A la derecha toda la Sierra de Guara medio oculta por las nubes.



que resulta una revuelta disposición, complicada luego por una falla.

Estos dos accidentes N.-S. (grupo anticlinal-sinclinal), por su violencia y dimensiones, han constituido barrera para la transmisión hacia el Oeste, de los importantes pliegues al sur de Guara, que terminan en «cuchara» al estrellarse contra los macizos preexistentes.

Más al Sur, se revela aún su existencia como curvamientos de los ejes de accidentes sávicos que ofrecen su convexidad al Sur.

Obsérvese, a este respecto de los cruzamientos de plegamientos y sus edades relativas, cómo todos los sinclinales sávicos o de segundo período terminan en «cuchara» o cubeta hacia el Oeste, al tropezar contra los preexistentes de dirección N.-S.

Así, pues, los detalles tectónicos nos confirman las deducciones paleogeográfico-tectónicas expuestas al principio de este capítulo, y aun puede decirse que son mucho más expresivas y terminantes. No cabe, pues, lugar a duda de que los pliegues Norte-Sur, de edad netamente pirenaica (finales del bartonense) son anteriores a los de dirección E.-O., de fase asimilable a la sálica (intraoligocenos).

Finalmente, queda la cuestión de las fallas y sus edades: son todas ellas coetáneas y, por cortar tanto unos como otros accidentes, son posteriores, pero quizás aun intraoligocenas, pues están ocultas por conglomerados marginales oligocenos no fallados.

Veamos ahora la relación tectónica de los elementos postbartonenses, con respecto a los antebartonenses.

La discordancia entre ludense y bartonense no es localmente muy visible al Norte, quizá por ser allí menos manifiestos los plegamientos de primer período, o por extinguirse hacia el Norte.

Pero en la falla meridional de Guara, vemos cómo el ludense es muy discordante sobre las calizas eocenas (E-3, 4).

Allí el yacente del ludense ya no son, pues, siempre las margas, aunque aparece allí (D-3) aun un contacto entre margas eocenas y ludenses, apenas discordante (D-2). Pero poco más al Norte, ese mismo ludense, tiene como yacente las calizas eocenas; esta discordancia más neta y aguda es sólo referible a plegamientos pirenaicos y, por consiguiente, a algún accidente N.-S., totalmente borrado luego, del que no queda otra huella más que esta discordancia.

El oligoceno, en su contacto basal con el ludense, no es visible en el área de esta Hoja. No sabemos, pues, el grado de discordancia que puede denotar y, posiblemente, es concordante. Pero es indiscutible que los plegamientos no han tenido lugar a finales del oligoceno, sino durante él; hecho que hemos subrayado tantas veces, pero mientras que en muchas zonas pirenaicas coexisten o persisten los intraoligocenos con los puramente sávicos o de final del oligoceno, aquí son todos intraoligocenos.

Así, observamos cómo el oligoceno de facies normal, llega a apo-

yarse *completamente horizontal* sobre la serie eoceno-secundaria plegada, en muchos puntos del contacto (fig. 6, b y d).

En otros, en cambio, el oligoceno, constituido, unas veces, por la facies normal, otras, por sus conglomerados marginales, está levantado en el contacto, y puede llegar a disponerse verticalmente (figura 6, a y c).

En unos puntos muy violentamente, y sólo en el contacto (fot. 19), en otros en grandes y amplios pliegues, sobre todo sinclinales, las pendientes de cuyos flancos suelen llegar a los 45°.

En general, el efecto de los empujes se extingue muy rápidamente en dirección Sur, y el oligoceno aparece horizontal o casi horizontal, en cuanto nos alejamos un poco de las sierras.

Por estas razones, y equivocadamente, a nuestro juicio, grandes zonas, para nosotros oligocenas, han sido atribuidas por Selzer al mioceno.

El oligoceno aparece en contacto con cualquiera de las formaciones presentes y, con frecuencia, sobre el triás. Pero no son los niveles basales, sino niveles más altos, transgresivos sobre aquéllos (transgresión progresiva); hecho debido, precisamente, a la edad intra-oligocena de los plegamientos.

Parece que estos plegamientos han constituido una barrera para los sedimentos oligocenos, al menos para los niveles altos que, o se han depositado localmente al sur de la sierra, o lo han hecho separadamente al sur y al norte de ella, con una discontinuidad originada por el levantamiento intraoligoceno de la sierra, y esto está subrayado por el hecho de constituir frecuentemente el borde oligoceno contra la sierra, una banda de conglomerados *marginales*, no basales, correspondientes a niveles variables, pero más bien medios que altos, y formados a expensas de los materiales calizos de la misma sierra, apenas trabajados en el contacto.

Es decir, los hechos indican que estas mismas sierras no llegaron a ser totalmente anegadas por sedimentos oligocenos. Éstos se depositaron, sobre todo, al sur de ella, y quizás otros se sedimentaron inmediatamente al Norte, pero entre unos y otros hubo siempre una zona de pliegues secundario-eocenos emergentes.

Esta Hoja suministra, pues, preciosos datos a la cuestión de la edad de los conglomerados y a la de la edad de los plegamientos, que, si bien son de aplicación sólo local, por la variabilidad de las circunstancias a lo largo del Pirineo, no por ello son menos interesantes.

VII

HISTORIA GEOLÓGICA DE LA REGIÓN

No se puede obtener la historia geológica y paleogeográfica de una zona reducida a partir exclusivamente de sus datos locales; así pues, nos referiremos con amplitud a los autores que han estudiado regionalmente la zona en que enclava la Hoja, o las zonas contiguas.

Y mucho más necesario es ello en región donde, como en ésta, existen discontinuidades e hiatos tan notorios, y donde la formación más baja entre las visibles es ya el triás.

Poco menos que a ciegas estaremos, pues, al tratar de la historia pretriásica, ya que, aparte del hecho recién mencionado, los estudios sobre el paleozoico en las regiones enmarcantes son aún muy incompletos; mucha investigación en el campo se necesitará antes de precisar la historia paleozoica de aquellas de dichas regiones en que el paleozoico se ve y se pisa; no digamos ya para extrapolar a las intermedias en que queda oculto.

Aflora el paleozoico más próximo a la zona que nos ocupa en la zona axil del Pirineo central y consiste allí, sobre todo, en carbonífero y devoniano, con menor intervención del siluriano que predomina, en cambio, al NO. y NE. Existe un importante macizo granítico, ya allende la frontera, y algunas otras rocas hipogénicas ácidas. El borde meridional, y más próximo, de este paleozoico, constituido por carbonífero, queda unos 50 kilómetros al norte del corazón de las sierras.

De los restantes conjuntos paleozoicos enmarcantes, el más cercano queda ya a más de 150 kilómetros por el SO.; pertenece al conjunto de las Sierras Ibéricas y consiste en siluriano (entre Borja y La Almunia). El siluriano predomina en esas sierras, donde faltan los granitos, y está representado el devoniano, aunque escasamente.

pero no el carbonífero. Para encontrar los granitos en esa dirección hay que avanzar mucho más al Oeste hasta que, una vez rebasadas las sierras, llegamos a los granitos de la meseta, en Buitrago,

Aun más alejado queda el paleozoico por el SE., en la Cordillera Costera Catalana (unos 165 Km. en el punto más próximo), donde existe carbonífero y algunos asomos graníticos (oeste de Tarragona), y algo más alejado el siluriano.

Todo ello demasiado remoto para apreciar cuáles son las circunstancias del paleozoico, sin duda muy complejo y plegado, que existe bajo las formaciones aflorantes en nuestra Hoja, constituyendo su yacente.

Volviendo a la zona pirenaica, vemos que al norte de nuestro sector es el neocretáceo el que se apoya sobre el paleozoico. Para Selzer (32) este contacto es meramente transgresivo (pág. 187). No obstante, es significativo el hecho de que Misch (26), interpretando una pequeña parte de la zona axil también vista por Selzer, considere estos contactos como tectónicos, de forma que el paleozoico cabalga al, y se inserta en, el cretáceo levantado.

Para Misch (26), al menos en la zona al NE., la formación más alta paleozoica es el estefaniense y considera que éste hubo de depositarse en una amplia extensión, y que luego ha desaparecido en parte por erosión subaérea debida a débiles movimientos saálicos (pág. 16). El estefaniense es continental al este del Esera, mientras que al oeste existe el estefaniense marino.

Al norte de Jaca, tanto el westfaliense como el estefaniense son marinos.

La discordancia varisca se encuentra bajo el estefaniense (pág. 15) cuando existe. Es decir, que el estefaniense o, cuando éste falta, el permotriás se apoyan discordantes sobre un substratum plegado. Como al oeste del Esera este substratum comprende aún el westfaliense, la fase principal de plegamientos es allí astúrica, con algún rejuvenecimiento saálico más débil. Al este del Esera el plegamiento principal es, en cambio, sudético.

Al estefaniense sucede, en facies siempre continental, el permotriás con gran continuidad y uniformidad. Cuando existe el estefaniense ambos son apenas discordantes; el permotriás es, en cambio, totalmente discordante sobre el restante paleozoico plegado.

Este permotriás abarca el permiano y el bunt en facies idénticas, pero parece que localmente se observa alguna discordancia; cuando ésta no existe es imposible separarlos.

Del texto y mapa de Misch (26) parece deducirse que considera casi seguras la continuidad y prolongación del permotriás hacia el Oeste, hacia nuestra zona, aunque oculto marginalmente por las mencionadas cabalgaduras del cretáceo por el paleozoico. En cambio, Selzer, en la zona en que coincide con Misch, y en la restante, o sea, al norte de nuestra Hoja, supone que no existe o que está oculto por la

transgresión cretácea. Como hay disparidad de criterio entre Selzer y Misch, sólo un nuevo estudio puede aclarar la cuestión.

En Navarra hemos visto, no lejos por el NO. de las últimas sierras marginales, en los ríos Urrobi e Irati (Ríos, Almela y Garrido, 27, pág. 29), un paleozoico aun no bien estudiado, donde, al parecer, existen el siluriano y el devoniano y, quizás, el carbonífero. El siluriano y el coblenciense han sido datados poco más al Norte, en Roncesvalles, ya en la zona axil. Tanto en uno como en otro lado, reposa sobre el paleozoico, en absoluta discordancia, el permotriás, o quizá sólo el bunt, ya que en el Irati y el Urrobi, su espesor es sólo de 190 metros, máximo, de areniscas y conglomerados, y encima un röt de unos 50 metros de espesor. No existen ni el muschelkalk ni el keuper.

Entre estos afloramientos y el extremo occidental del conjunto de Loarre y Guara (la Sierra de Santo Domingo) no existen afloramientos triásicos, y no deja de ser curioso que, ni en Alaiz ni en Leyre y Navascués, sierras dotadas del mismo estilo tectónico que aquéllas, se conozca el triás.

Como el triás existe muy bien caracterizado y completo, por el SO. en las Cadenas Ibéricas, y por el SE. en las costeras catalanas, y como, por otra parte, tenemos el bunt y el röt, por el NO., en Navarra; el permotriás, por el NE., en la zona que estudió Misch; el keuper, al menos, en nuestras sierras, y el triás completo más al Este, podemos admitir que en la época triásica toda la enorme región de los Pirineos a la Meseta, estuvo sometida a régimen de sedimentación predominantemente continental, muy uniforme en sus características, a pesar de la discontinuidad, quizá sólo aparente, que presentan los mapas obtenidos a base de los conocimientos actuales, en los afloramientos triásicos de la margen de la zona axil de los Pirineos centrales, discontinuidad insegura que requiere un estudio más detallado.

Posiblemente en este conjunto sedimentario sólo la región NE., comprende, además, el permiano.

Después del triásico tenemos un enorme hiato que en nuestra Hoja se extiende hasta el senonense. Tratemos de interpretarlo:

Selzer (32), señala que el jurásico de las manifestaciones más próximas (Sierra de Chía) y, en general, las del Pirineo oriental, no indican, ni por sus facies ni por sus espesores, falta de sedimentación (pág. 190). Más explícito es Misch; según los datos que analiza, el liás comienza por una transgresión que deposita sedimentos marinos en una extensa cuenca de escaso hundimiento y poco diferenciada, y no existe el menor indicio de un borde meridional de la cuenca, es decir, de una orilla, en dirección al ámbito Ibérico. En efecto, los sedimentos liásicos y los jurásicos, en general, existen en Navarra occidental, en los bordes de La Demanda y en las Cadenas Ibéricas y aun en la cordillera catalana en su conexión con aquéllas y,

desde luego, en el Pirineo ildense y en las sierras marginales de esta provincia, con características generales de cierta uniformidad.

Cierto es que las series son muy distintas en unas y otras zonas, o, más bien, que unas son más completas que otras; pero se debe sólo a movimientos mesozoicos que, o bien han detenido el progreso sedimentario, o han hecho desaparecer parte de las series por procesos erosivos.

Podemos admitir que, en general, en los tiempos liásicos y, quizá, hasta los jurásicos, toda la enorme comarca, antes triásica, ha sido cubierta por sedimentos marinos en series bastante uniformes y más o menos completas. Estos sedimentos han debido depositarse, con seguridad, en la zona de nuestra Hoja.

Señala Misch (26), que después del dogger, toda la parte principal de la región pirenaica fué elevada en bloque. Quizá corresponda a estos movimientos, posiblemente ya de fase émblica, la emersión de nuestra Hoja.

Misch, en su magistral estudio, señala que la sedimentación del mar urgoenomanense no pasó, por el Oeste, de la línea Bielsa-Ainsa, y que en esta época, nuestra zona formaba parte de una masa emergida: el «umbral aragonés», mientras que al sur de Tolva y Artesa existía otro macizo emergido: el «Macizo del Ebro» (fig. 5 de Misch, pág. 41). Tratemos ahora de establecer, más o menos aproximadamente, las márgenes de este mar.

Una magnífica referencia nos suministran los mencionados cortes del Iratí y Urrobi, pues en ellos el cretáceo inferior no existe y el superior se apoya sobre el triás. Pero en cambio, muy poco más arriba, en el Urrobi, al sur de Burguete (Ríos, Almela y Garrido; 27, página 35), tenemos la inconfundible facies del cretáceo inferior cantábrico, con *Orbitolinas*, y con un espesor muy reducido, de pocas decenas de metros, aparecen intercaladas entre el senonense y el bunt.

Representan la extinción, hacia el macizo navarro-oscense, de la potentísima serie sedimentaria del cretáceo inferior-cenomanense, depositada en la depresión cantábrica.

Así pues, tenemos allí un punto seguro de la línea de costa.

En cuanto nos alejamos un poco al Oeste encontramos, ya no sólo el cretáceo inferior con considerable potencia, sino, además, la serie jurásica.

Al OSO., en Estella y en Lácar, encontramos de nuevo las facies del cretáceo inferior cenomanense con *Orbitolina*. Ya razonamos, en otra parte (Ríos, 28, lám. IV), cómo estas facies se extinguían con toda probabilidad muy rápidamente hacia el Este, es decir, hacia el emergido macizo navarro-oscense (pág. 73).

Un poco más al SO., en la tierra de Cameros y en la zona marginal de la Sierra de la Demanda, el conjunto cretáceo inferior cenomanense, tiene potentísimo desarrollo, quizá totalmente continental; existe, también, la serie jurásica.

La línea de costa del macizo debía, pues, transcurrir, aproximadamente, al sur de Burguete, entre Estella y Pamplona y entre Calahorra y Tafalla.

Toda la margen oriental de la Cordillera Ibérica fué mar hasta un período más o menos avanzado del jurásico, pero, incluso en el cretáceo inferior, continuó recibiendo sedimentos, en potentes espesores y facies continental, desde la altura de La Demanda hacia el SE. No faltan, sin embargo, las cuñas marinas (intercalaciones de calizas aptenses) en la región SE.

La línea de costa de estos senos sedimentarios, bien en su carácter lagunar o en el marino, en dirección al emergido macizo navarro-oscense, es imposible de situar. Oculta bajo potentes sedimentos, yace en algún sitio del fondo de la depresión del Ebro, con localización indeterminable.

Así pues, y siguiendo de nuevo las conclusiones de Misch para la zona oriental, durante todo el infracretáceo existía un continente alto-aragonés (y navarro) hacia el cual iba avanzando cada vez más el mar y se prolongaba más o menos al SO. en la región que ocupa el actual valle del Ebro. Así, el mar cenomanense avanza de Este a Oeste y rebasa la línea de costa urgoaptense, llegando hasta Bielsa y Ainsa (páginas 5 a 41).

No es quizá hasta el turonense, y más probablemente hasta el senonense, cuando el macizo comienza a descender. Primero, forma probablemente una cubeta de relleno continental donde se sedimentan débiles especies de margas y areniscas santonienses, y, finalmente, es una decidida y extensísima invasión marina la que deposita en una amplísima región las calizas del campaniense. Antes de ocuparnos de este fenómeno vamos a hacer todavía unas consideraciones generales sobre los caracteres extraños de este macizo navarro-oscense, emergido durante un período tan largo.

A falta de los sedimentos jurásicos, que se depositaron en series más o menos completas y fueron luego arrastrados, al parecer totalmente, por la erosión, no podemos precisar en forma absoluta su época de emersión, quizá émblica.

Todo parece indicar que la emersión fué total y absoluta hasta el santoniense, en que se inicia levemente el descenso. Al final de esta época todo el macizo fué cubierto rápidamente por una invasión marina. Lo curioso es que estos sedimentos cretáceos se apoyan, doquier el yacente es visible, sobre el triás; es decir, que a juzgar por las ventanas abiertas al yacente, la serie jurásica fué totalmente arrasada. Esta afirmación es, no obstante, un poco aventurada, pues se apoya, para zona tan extensa, en pocos puntos de observación, que son: la margen septentrional con respecto a la zona paleozoica axil; las sierras marginales del este de la provincia oscense (sierras de Estada y Estadilla, de la Carodilla y otras aun más al Este), afloramientos secundarios del Cinca y sierras de Guara, Loarre y Santo

Domingo. Ciertamente que son bastante significativos y extensos, en absoluto, pero no con relación a la enorme área del macizo cuyo yacente cretáceo está sustraído a la observación.

En las sierras marginales navarras (Alaiz, Leyre y Navascués) no se ha señalado en sitio alguno el triás, y las capas más bajas visibles son santonienses. No podemos afirmar que bajo ellas no exista el jurásico. Así, pues, es posible que esta última formación haya sido arrastrada totalmente, pero de ninguna manera seguro.

Más significativo es el hecho de que en todas estas ventanas el senonense aparece concordante con el triás. Ciertamente que los yacentes parecen variar de unos a otros sitios: en el Urrobi y el Irati, el röt; en Santo Domingo-Guara, el keuper, etc.; pero en los mismos afloramientos el yacente lo constituye siempre el mismo nivel.

Esto es muy sorprendente y difícil de interpretar. Indica una erosión muy lenta; muy regular y uniforme; es decir, que simultáneamente fué desapareciendo en toda la región el mismo nivel. Ello indicaría una elevación casi horizontal, o totalmente horizontal, en masa. Un relieve casi tabular y apenas diseado por el sistema fluvial y sin que esta meseta estuviera flanqueada por sierras más elevadas que ella, pues, en este caso, la invadirían cursos de agua más o menos caudalosos que erosionarían desigualmente los estratos, como ocurre actualmente en la meseta castellana, y que daría ya yacentes diferentes. Así habían sido arrastrados nivel a nivel, y uniformemente, los sedimentos jurásicos, si los hubo, y los liásicos desde el momento de emersión hasta la época senonense, y no deja de ser curioso que se eliminaran precisamente los niveles más duros y difíciles de arrastrar y se detuviera el proceso justamente al llegar a los más blandos y deleznales del keuper, de tan fácil remoción. El descenso tuvo que ser tan regular y equilibrado como lo fué el ascenso.

De estas consideraciones podemos sacar alguna idea para fijar la edad de las bauxitas ilerdensas. Éstas tienen por el muro el jurásico (*sensu lato*) y por el techo el santoniense; por ejemplo, en la región de Artesa de Segre. Ahora bien, en las Sierras de Guara el santoniense conserva aspecto idéntico al de Artesa, pero se apoya en el triás. Puede suponerse, aunque esto sea aventurado, que la historia de las bauxitas va más ligada a las capas del muro, es decir, al jurásico, que a las del techo. Esto podría explicar por qué faltan en las sierras marginales de Huesca, donde el jurásico ha sido denudado, y en cambio existen en las de Lérida, donde aquél se conserva. En tal caso, su formación correspondería al período de emersión que experimentaron las calizas jurásicas, en ambos lados, durante el eocretáceo.

Volvamos a la transgresión cretácea. Ésta se verificó tanto por el Oeste como por el Este y, quizá, un poco antes a partir del Oeste, porque los primeros sedimentos neocretáceos que en el Urrobi y en

el Irati se depositan sobre el röt son ya marinos (Ríos, Almela y Garrido, 27, lám. III, pág. 60). Por cierto que entonces los atribuimos al cenomanense (págs. 37, 103, 108 y 131), por haber encontrado alveolinas que atribuimos a la *Prealveolina iberica* Reich; pero un estudio más detallado nos ha mostrado que se trataba de miliolites y, más probablemente, son ya santonienses, como las margas que sustentan.

En cambio, Misch (26) afirma que por el Este el mar santoniense no rebasó mucho los contornos del cenomanense (fig. 6, pág. 42), y, en efecto, en Guara y Loarre los depósitos santonienses tienen aspecto muy detrítico y en su base, quizá en su totalidad, son aún continentales, a juzgar por su aspecto.

Pero pronto el mar avanza decididamente hasta reunirse con las extensiones marinas al Oeste. Toda la región se encuentra cubierta por los mares campanienses que depositan calizas, y es un mar extensísimo que no sólo cubre toda la actual depresión del Ebro y cadenas marginales, sino que avanza sobre las cadenas hercínicas nor-teñas y sobre la Meseta castellana, a la que contournea, además, por el SE. y Sur.

En esta época, toda la zona de la actual cadena pirenaica, en que hasta ahora ha habido siempre, en unas u otras zonas, macizos emergidos, queda anegada. El mar se extiende interrumpidamente, adentrándose en Francia, pero en cambio los estudios de Misch parecen indicar que aun existía una masa, o «macizo aragonés», en la depresión actual del Ebro, al sur de las sierras marginales más meridionales. Es decir, surgía en este mar una isla correspondiente al «umbral aragonés» de Misch, porque las facies corrosas del senonense son sustituidas hacia el Sur por las arenosas, al mismo tiempo que se reduce el espesor, que llega a extinguirse del todo cerca del borde sur de las sierras.

Pero ya en el maestrichtense emerge, aunque débilmente, una zona axil pirenaica, porque los sedimentos de esa edad se ensucian de arena y tanto más cuanto más avanzamos hacia el Norte y, sobre todo, hacia el Noroeste.

Es posible que los Pirineos centrales fueran aun mar durante el maestrichtense, puesto que las señales de tierra emergida se aprecian mucho más claramente cuanto más nos alejamos hacia el NE.

Al final del senonense está ya el mar en franca regresión, pero sin interrupción de la sedimentación, que con carácter continental y débiles espesores continúa en nuestra región durante el garumnense. Habría, no obstante, un mar aun más al Norte al pie de la recién emergida zona axil, pues allí los sedimentos garumnenses son aún marinos y corresponden al danés (calizas con *Operculina heberti*, Selzer, pág. 191).

Sin interrupción de la sedimentación, es decir, en continuado proceso de hundimiento, en que sólo varía la velocidad del proceso, tiene

lugar una nueva e importante invasión de los mares, iniciada en el eoceno con las masas de calizas de *Alveolinas* y *Nummulites*.

Es notable la circunstancia de que, inmediatamente al este de la zona de nuestra Hoja, haya una profundización notable del seno marino, en la que se sedimentan las calizas con espesores mucho más grandes que en las regiones contiguas por el Este y el Oeste. Este seno parece haberse dirigido de N. a S., desde el NO. de Boltaña hasta algo al sur de Alquézar. Lo curioso es que no parece coincidir exactamente con la margen oriental del antiguo macizo navarroscense, sino que se sitúa un poco más al Oeste (compárese su situación en los mapas paleogeográficos de Misch; figs. 5 a, pág. 41, y 5 b, pág. 42). De este seno ha de surgir luego el gran anticlinal de Sevil-Balcés, dirigido de N. a S. (hoja de Alquézar), y en el extremo oriental de Guara, y dentro de nuestra Hoja, las calizas aun tienen espesores muy grandes, que se reducen hacia el Oeste.

No se puede demostrar la existencia de una costa y, por consiguiente, de una masa emergida, en la parte axil de los Pirineos al norte de nuestra Hoja, al menos durante el eoceno inferior, porque las manifestaciones axiles eocenas tienen igual carácter de calizas de *Nummulites* y *Alveolinas*.

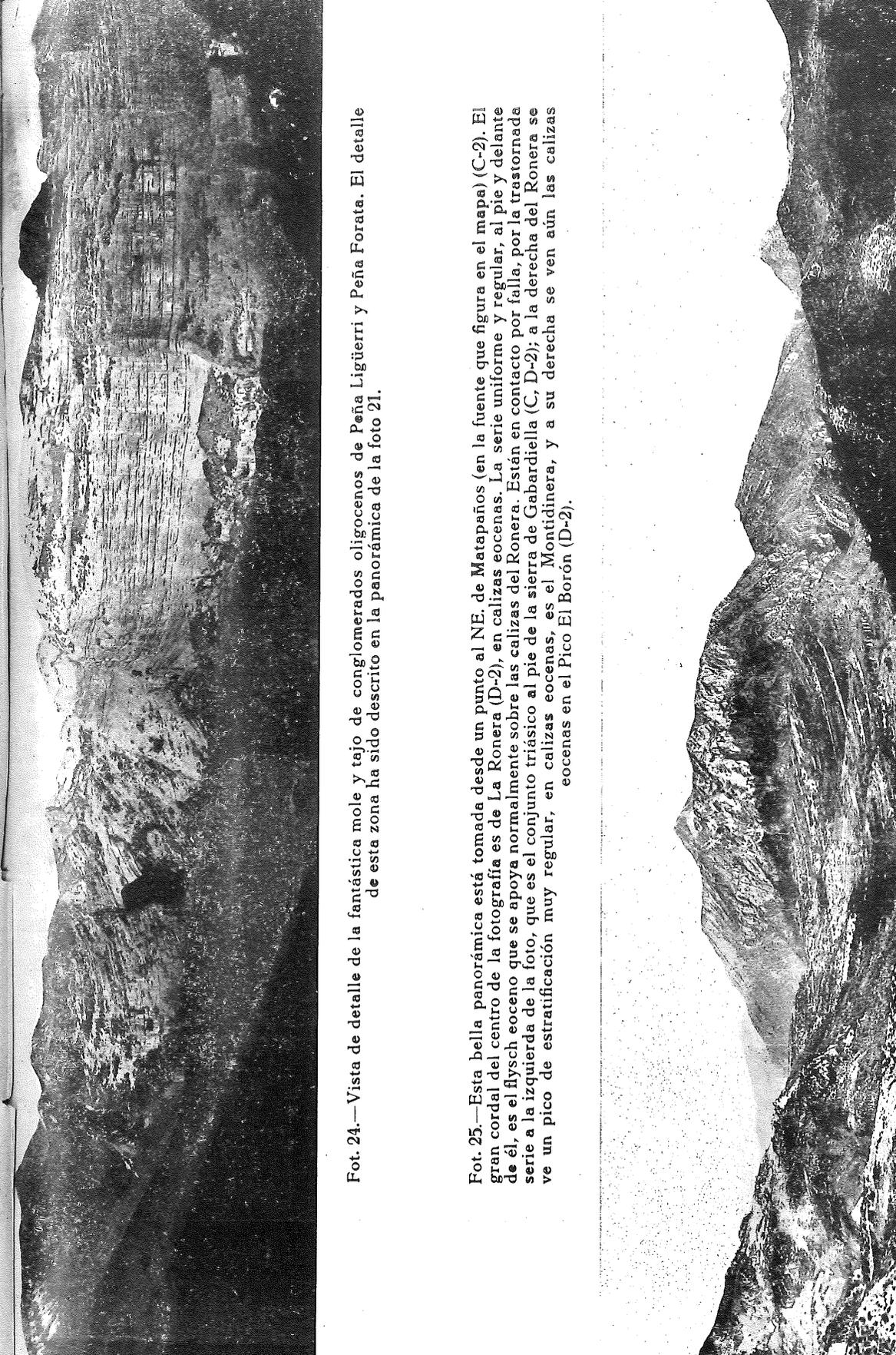
Pero durante el eoceno superior (luteciense-bartonense), existía ya, para subsistir en adelante, un geoanticlinal axil, señalado por las facies que son entonces tanto más clásticas y areniscosas cuanto más al Norte.

En toda esta región, como en la vecina provincia de Lérida, existe, desde entonces, un geosinclinal sudpirenaico que corre de Este a Oeste de la Cordillera, y también, como en aquella provincia, su eje se irá desplazando, gradualmente al Sur, a lo largo de los tiempos geológicos.

Al final de este período (bartonense) se inician los movimientos alpinos en una zona bien delimitada, en parte comprendida en nuestra Hoja; movimientos que son de fase pirenaica. El mayor de estos accidentes, el anticlinal de Sevil-Balcés, de ingentes dimensiones, se extiende de N. a S. al este de aquélla y, paralelos a él, van siguiendo los restantes que hemos reseñado en nuestra Hoja.

Posiblemente el de Sevil-Balcés surgió el primero, y a ello habría que atribuir el hecho de que el luteciense-bartonense sea, a ambos lados de él, más detrítico, estando constituido en la región oriental de la Hoja por maciños y por puras margas azules en la occidental. Estos accidentes, de dirección N.-S., no son muy violentos, y no presentan vergencia, pero pueden ser muy amplios.

No es nada clara su génesis tectónica. De haber coincidido exactamente el seno de que surgieron con la margen oriental del macizo o umbral aragonés, su explicación era más viable. Pero resulta poco fácil de comprender cómo tuvo lugar la ubicación del seno dentro mismo del macizo aunque cerca de su borde.



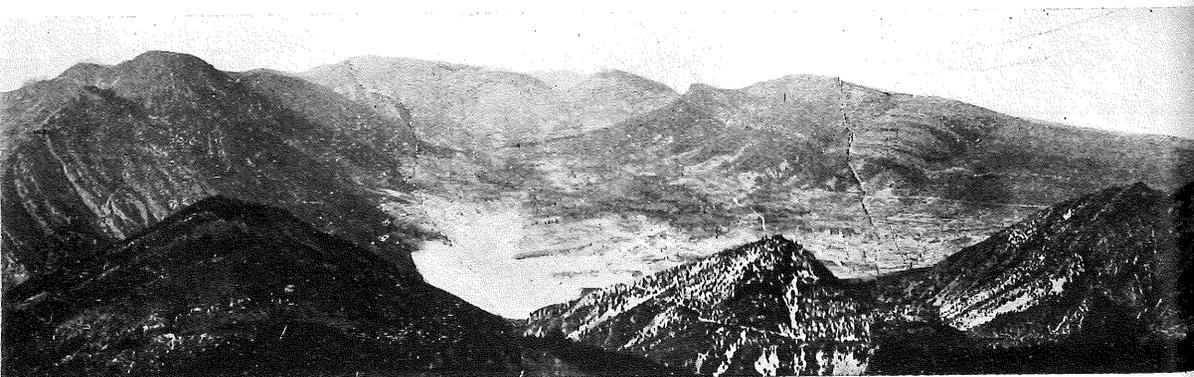
Fot. 24.—Vista de detalle de la fantástica mole y tajo de conglomerados oligocenos de Peña Ligüerri y Peña Forata. El detalle de esta zona ha sido descrito en la panorámica de la foto 21.

Fot. 25.—Esta bella panorámica está tomada desde un punto al NE. de Matapeños (en la fuente que figura en el mapa) (C-2). El gran cordal del centro de la fotografía es de La Ronera (D-2), en calizas eocenas. La serie uniforme y regular, al pie y delante de él, es el flysch eoceno que se apoya normalmente sobre las calizas del Ronera. Están en contacto por falla, por la trastornada serie a la izquierda de la foto, que es el conjunto triásico al pie de la sierra de Gabardiella (C, D-2); a la derecha del Ronera se ve un pico de estratificación muy regular, en calizas eocenas, es el Montidinerá, y a su derecha se ven aún las calizas eocenas en el Pico El Borón (D-2).



Fot. 26.—Esta panorámica nos muestra el curso del Isuela en la zona de B-2. Al fondo la serie secundaria coronada por las calizas eocenas. A la derecha del cauce (en la foto) se ve el monte de Peña Roya (B-1). Delante de él, y a la derecha, casi todo lo que se ve es la extensa mancha garumnense al sur de la Sierra del Aguila (B-1), que es la que aparece al fondo de la foto, a la derecha. Las calizas del primer término derecha, son las del suprakeuper, con sus curiosas inflexiones esquematizadas en la fig. 2. Sobre ellas y al SE. de Peña Roya, se percibe la Ermita de Ntra. Sra. de Orda (B-2).

Fot. 27.—Vista general del Pantano de Arguis, tomada desde un punto al este de Peña Roya (B-1). Al fondo derecha se ve el cordal de Sierra de Bonés, coronado por el ludense que llega hasta media ladera. El banco de maciños que lo separa de las margas eocenas se aprecia perfectamente en la foto. Al pie y en el fondo de la depresión se ven las margas azules eocenas. Todo el primer término en calizas eocenas, así como el segundo término a la izquierda y el fondo.



Tampoco nos aventuramos a explicar la razón de estos empujes dirigidos de O.-E. y E.-O., por la misma razón. Baste por ahora en insistir en la realidad del hecho, cuya causa sin duda existe, pero queda aún en la obscuridad, pues de la historia paleogeográfica no se deduce hecho alguno que justifique estos plegamientos.

El eje sinclinal, situado en el garumnense junto a la zona axil, está ahora justo al norte de las sierras, donde se depositan margas azules limpias, que más al Norte se cargan de arena.

A finales del eoceno, los mares se retiran de toda la región, pero todavía sigue toda ella siendo un seno de sedimentación, y de profundo hundimiento donde, en régimen continental, se depositan grandes extensiones de sedimentos, primero ludenses, luego ininterrumpidamente, y sin discontinuidad, oligocenos.

Esta sedimentación ataca erosivamente los pliegues recién creados por la fase pirenaica, de modo que llegan casi a poner al descubierto las calizas eocenas bajas, por eliminación, sobre los anticlinales, de la mayor parte del conjunto luteciense-bartonense.

Los sedimentos oligocenos bajos llegan a cubrir por completo esos accidentes, situados en un ámbito sujeto a ininterrumpido proceso de descenso, pero, ya durante el oligoceno, se inicia un proceso de plegamiento cuya potencia se acentúa cada vez más hasta originar grandes pliegues que se vuelcan, rompen y cabalgan, arribados de Este a Oeste con su violenta vergencia dirigida al Sur.

Este relieve recién creado surge de entre los sedimentos que se van acumulando a sus lados y ya no llega a ser anegado del todo. Presa inmediatamente de la destrucción, sus laderas se cubren de sedimentos bastante detríticos, los conglomerados marginales, que se extienden a un lado y otro de las recién creadas sierras, y que pronto se convierten en sedimentos más finos al alejarnos de ellas.

Finalmente, y en los últimos períodos del oligoceno, los movimientos cesan y sedimentos finos rellenan los dos sinclinales marginales, uno de ellos secundario, aunque de grandes dimensiones, situado al norte de las sierras recién surgidas y, otro, el gran sinclinal oligoceno situado al sur de ellas.

Estos sedimentos más finos se depositan horizontales sobre el oligoceno inferior plegado y llegan a apoyarse en los flancos de la sierra. Movimientos póstumos de reajuste los levantan aún localmente en las márgenes meridionales de las sierras y, aunque a veces con violencia, se extinguen sus efectos rapidísimamente al alejarnos de ellas.

Así pues, el eje del sinclinal sudpirenaico se ha desplazado a partir del garumnense, desde la zona axil pirenaica hasta la zona media de la depresión del Ebro.

Antes de terminar llamaremos la atención sobre los curiosos niveles detríticos cuarcíferos de parecido carácter que existen a varios niveles en la serie de estas sierras.

Son éstos: el santoniense, base de la serie cretácea; el maestrichtense, en mucho menor grado; el garumnense alto, y, sobre todo, la base del eoceno; muy episódicamente el luteciense; y finalmente, el ludense, donde sus pudingas son, casi siempre, casi exclusivamente cuarzosas. Faltan estudios de litología comparada que permitan establecer la procedencia de estos materiales cuarzosos, pero es evidente que su análisis se deberá hacer, tanto tratando de identificar las rocas madres, como analizando su dirección de procedencia. No tenemos bastantes elementos de juicio ni siquiera para tantear la cuestión, pero señalamos su importancia y utilidad para completar y afirmar la historia paleogeográfica.

De los afloramientos graníticos actuales, los más próximos son los de la zona axil pirenaica. Los de la Meseta están ya alejadísimos. ¿Existían en el umbral del Ebro masas graníticas, cuya destrucción suministrase las arenas cuarzosas y los cantos de cuarzo del santoniense? Los materiales maestrichtenses parecen provenir del Norte, y probablemente también los del ludense. En cuanto a los de la base del eoceno nada sabemos.

VIII

CRÍTICA DE LOS ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

Como hemos dicho repetidamente, tres son los autores que se han ocupado con detención de los problemas geológicos que ofrece el territorio comprendido dentro de los límites de esta Hoja: Mallada (23), Dalloni (9) y Selzer (32), y a continuación analizamos, por orden cronológico, los datos contenidos en sus trabajos. Respecto a las escasas aportaciones de otros geólogos como ya han sido tenidas en cuenta por los que acabamos de citar, en especial por Dalloni, sólo haremos, ocasionalmente, referencia a aquéllos en el curso de este análisis, y remitimos al lector al notable trabajo de Dalloni, en el que se anotan con cuidado puede decirse que todas las observaciones de los geólogos que le precedieron en el estudio de la región.

La «Descripción física y geológica de la provincia de Huesca», de D. Lucas Mallada, publicada en 1878, en las Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España, es un trabajo admirable para la época en que se ejecutó, y en él se sientan los firmes cimientos e, incluso actualmente, en su parte estratigráfica, han de sustentarse todos los estudios posteriores, quedando en pie gran parte de las observaciones por él expuestas.

La elegante y detallada descripción física que constituye la primera parte de su obra es una prueba, si necesaria fuera, de su profundo conocimiento de esta provincia, que, puede decirse sin hipérbolo, ha reconocido palmo a palmo, llevado de sus entusiasmos geológicos y del profundo amor a esta tierra, la suya natal.

El «Étude géologique des Pyrénées de l'Aragón», de M. Dalloni, publicado en 1910, es una valiosísima aportación al conocimiento de esta zona pirenaica y un cuidadoso resumen de los estudios anterior-

res, por lo que su consulta es necesaria a todo el que se interese por sus problemas. Su fuerte es la estratigrafía y sus series y datos estratigráficos, muy completos, constituyen una guía utilísima al que se propone estudiar, o ha estudiado, problemas en la región.

Pero, debido a la gran extensión abarcada, algunas zonas han sido vistas con poco detalle, como es el caso de la que nos ocupa, con respecto a la que el mapa de Dalloni sólo rectifica algunas manchas del de Mallada, conservando la disposición general (fig. 7). Asimismo, en el texto, y aunque en muchos sitios da detalles más amplios, en otros sigue los pasos de nuestro insigne geólogo.

Un cambio radical, y un enorme avance, supone el trabajo de Selzer, pues su mapa es mucho más detallado y exacto, en sus líneas generales, que el de los anteriores. El mapa que se presenta en la «Geología de las sierras sud-pirenaicas del alto Aragón», de Jorge Selzer, aparecido, por primera vez, en 1934, y en su traducción española, en 1948, es realmente exacto a pesar de sus defectos.

El trabajo de Selzer, no sólo aprovecha una etapa mucho más adelantada en los conocimientos geológicos, sino que, seguramente, fué trazado aprovechando ya el mapa a escala 1:50.000 con curvas de nivel, ventaja inapreciable sobre sus antecesores.

Así, este trabajo, a pesar de ser esquemático en sus datos estratigráficos, resulta utilísimo por sus mapas y por sus datos y cortes tectónicos de moderno trazado y concepción, ajustados a la realidad en el estilo y en las líneas generales, y casi siempre también en el detalle. Y también por su síntesis paleogeográfica y de historia tectónica, aunque sea breve.

Sus descripciones, como veremos, son breves y esquemáticas, y este hecho, a pesar de ser sus datos correctos y muy útiles como descripción general, hace que en los análisis locales el lector encuentre discrepancias que, en realidad, no son sino excepciones a la regla.

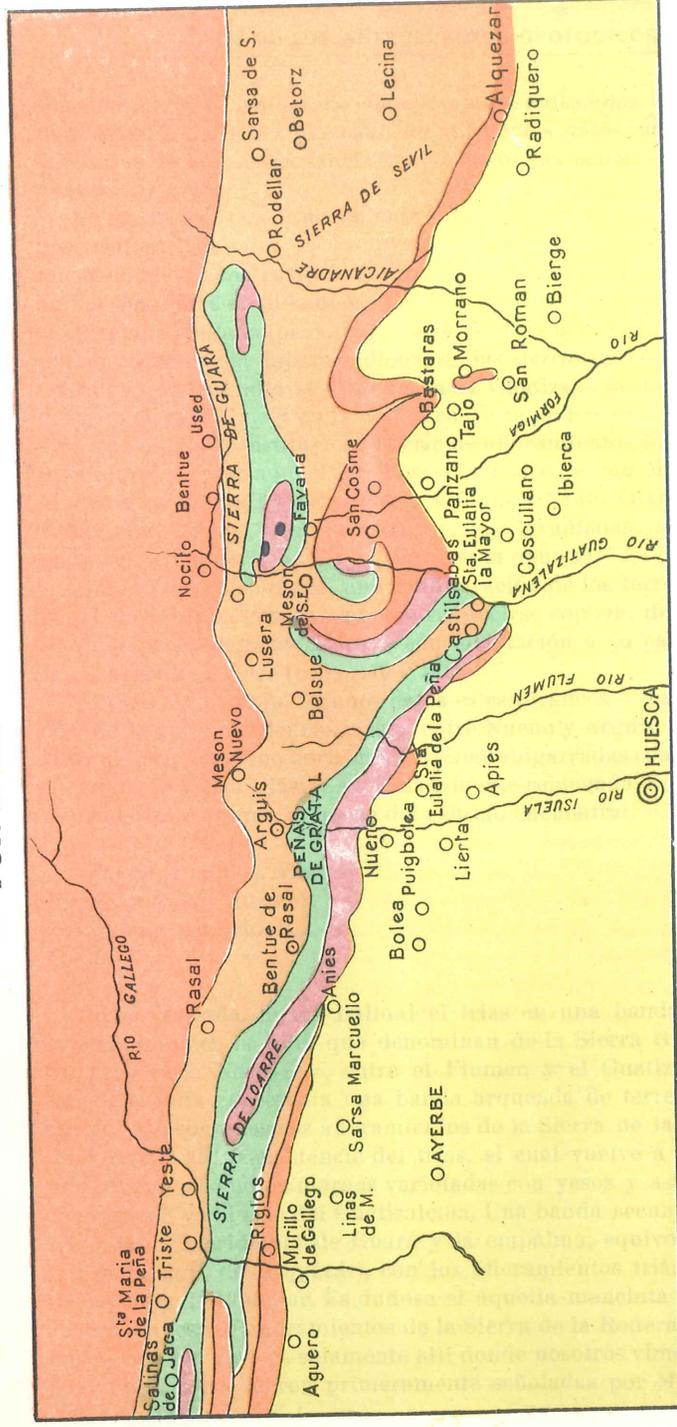
Podríamos haber analizado separadamente cada uno de estos autores, pero creemos que el análisis es mucho más útil y claro, si lo hacemos sistemáticamente, por formaciones geológicas, formando así cuerpo de doctrina y ganando enormemente en cohesión.

Dada la falta de formaciones paleozoicas empezaremos, pues, por el

TRIÁSICO

Mientras que Mallada considera a todos los afloramientos de estas sierras como pertenecientes al muschelkalk, Dalloni los designa solamente como triásicos, y Selzer admite para las mismas formaciones la existencia del buntsandstein superior, muschelkalk y keuper.

BOSQUEJO GEOLÓGICO DE LAS SIERRAS DE LOARRE Y GUARA
 POR L. MALLADA 1878



EL MAPA DE M. DALLONI, 1910, ES, EN SUS LÍNEAS GENERALES, IDÉNTICO
 FIG. 7

ESCALA 1 : 400.000

- MIOCENO LACUSTRE Molinas y margas.
- EOCENO LACUSTRE Conglomerados, maciños, margas y calizas.
- EOCENO MARINO Calizas, margas y maciños

- CRETÁCEO Calizas, margas conglomerados, etc.
- TRIÁSICO Calizas conchíferas y arcillas yesosas con ofitas

Nosotros hemos considerado como keuper a todas ellas. Más adelante, y después de haber expuesto los diferentes datos, analizaremos las causas de esta discrepancia y sacaremos las conclusiones pertinentes.

No es, desde luego, que Mallada ignore la existencia de las margas yesíferas, sino que las incluye, con las calizas tableadas, en el muschelkalk, al contrario de lo que hicimos nosotros, que incluimos ambos conjuntos en el keuper.

Describe Mallada (págs. 254 a 256) el triás como una larga faja que discurre por la faja meridional de las sierras de Loarre, Paúl y Gratal, y que más allá se estrella en el Guatizalema. Como hemos descrito en esta Hoja y en la de Ayerbe, esta mancha no es continua, sino que el triás constituye una serie de afloramientos discontinuos, irregulares y recortados. Pasa luego el triásico, según Mallada, por el monte Cuello Bail y entre Santa Eulalia y Santa Olarieta (Santa Eulalia de la Peña), donde las calizas, muy levantadas, buzan al Sur en la vertiente meridional y al Norte en la opuesta.

Dalloni da, en su mapa, una configuración de los terrenos triásicos, y de todos en general, que podría decirse copiada de la de Mallada, y probablemente lo está, con adaptación a su cartografía y ligeras rectificaciones (págs. 170 y 171).

Amplía, en cambio, algunos datos estratigráficos y paleontológicos. En la garganta del río Isuela, entre Nueno y Arguis, muestra el triás bajo el oligoceno horizontal, arcillas abigarradas con lentejones de yeso y la caliza triásica extremadamente replegada. En las calizas tableadas que afloran al borde del camino encuentra:

Posidonomya minuta Alb.

Nucula gregarea Münster.

Natica gregarea Schloth.

Fucoides.

Como Mallada, figura Dalloni el triás en una banda continua, interrumpida en la falla que denominan de la Sierra Guara (nuestra gran falla Norte-Sur, entre el Flumen y el Guatizalema). Al este de la falla representa una banda arqueada de terrenos secundarios, que son nuestros afloramientos de la Sierra de la Gabardie-la, y señala allí la existencia del triás, el cual vuelve a señalar en un reducido asomo de margas varioladas con yesos y asomos ofíticos, situado ya al este del Guatizalema. Una banda secundaria recorre la faldá meridional de Guara y la empalma, equivocadamente (véase la hoja de Alquézar), con los afloramientos triásicos de la Gran Chasa de Rodellar. Es dudoso si aquella manchita triásica se refiere a nuestros afloramientos de la Sierra de la Ronera, pero es lo más probable, pues es solamente allí donde nosotros vimos rocas hipogénicas. Éstas fueron primeramente señaladas por Mallada (pá-



gina 273), quien las cita en la fuente del Xinebro, en el camino que conduce a Nocito, donde aparecen unas manchas muy pequeñas de esta roca, de color verdoso y grisazulado obscuro.

Selzer (págs. 187 a 189) subraya la analogía de este triásico con el de facies germánica; resulta esta analogía, ciertamente verdadera, acentuada por él con la división que efectúa del triás en:

Keuper: Arcillas abigarradas con intercalaciones yesosas y salinas; intercalaciones de ofitas en la parte alta. Espesor aproximado, 200 metros.

Röt: Más de 20 metros de arcillas pizarreñas abigarradas con intercalaciones yesosas.

Muschelkalk: 20 metros de margas y calizas tableadas.

Atribuye, pues, Selzer al röt, o tramo alto del buntsandstein germánico, arcillas pizarreñas y pizarrillas, en reducido espesor, que pasan al muschelkalk por medio de intercalaciones dolomíticas y banquitos calizos, todo ello de escasa potencia, y señala la inclusión local de dolomías celulares con restos yesosos.

En el muschelkalk señala dos tramos: el inferior, con 20 metros de espesor de calizas compactas, que en la base son dolomíticas e incluso celulares, y el superior, de calizas tableadas, que recuerdan el wellenkalk de Alemania media, con gasterópodos y lamelibranquios en mal estado de conservación. Ofrecen grandes lisos de aspecto análogo al de las placas de *Orbicularis* del wellenkalk, lisos que frecuentemente se presentan cubiertos de *Myophorias*.

El keuper consiste, primero, en una breve alternación de banquitos de calizas margosas con lechos de arcillas que pasan rápidamente a una potente serie de arcillas abigarradas y yesos. Para Selzer, las ofitas que presenta el keuper corresponden a lechos intercalados que constituyen masas lenticulares.

Así pues, para Mallada todo el triásico de estas sierras es muschelkalk; en opinión de Selzer, están representados el bunt alto, el muschelkalk y el keuper. Dalloni no establece separación, y se limita a denominar triás a todo el conjunto.

Veamos cómo pueden interpretarse estos distintos criterios, señalando para ello algunos hechos ciertos. Es evidente que el yacente del cretáceo está constituido unas veces por calizas triásicas y otras veces por margas como keuper. No es totalmente claro qué se trate de un fenómeno debido a la erosión transgresiva del cretáceo, o si más bien se trata de substituciones laterales; pero como aquélla, desde luego, ha ocurrido, podemos admitirlo así.

En líneas generales, todas las margas tienen la facies clásica del keuper, aunque no tenemos ni una sola anotación de haber hallado jacintos de Compostela; sí en cambio, aunque en una sola localidad, las ofitas. Podemos aceptar pues, provisionalmente, que todas las margas son del keuper.

Pasemos ahora a las calizas. Todas ellas tienen facies del mus-

chelkalk. Son tableadas y, aunque con rareza, presentan faunas gregarias. Pero, en cambio, en casi todos los afloramientos presentan, por debajo, de nuevo margas de tipo del keuper; éstas presentan otras hiladas de calizas tableadas y de dolomías celulares intercaladas, tanto cuando son más altas como cuando son más bajas, pero, sobre todo, en este segundo caso.

Parece, pues, que todo el conjunto calizas-margas debe atribuirse a un mismo tramo. Estas repeticiones así lo aconsejan, y en ese caso no puede tratarse más que del keuper.

El hecho de que el despeque se haya efectuado siempre sobre el buntersandstein, que no ha sido afectado nunca en este conjunto de sierras por el plegamiento y que, por consiguiente, no aflora, así como el que los fósiles, tan imperfectos, no permitan datar las calizas, es lo que complica la cuestión. Así pues, en estas sierras no tenemos nunca visible una serie completa del triás que permita analizar y resolver definitivamente la cuestión.

Volviendo a la cuestión del röt, al norte de las últimas sierras marginales en Navarra (pág. 932), en el curso de los ríos Irati y Urrobi, tenemos una serie compuesta de paleozoico, triásico, neocretáceo y eoceno. Allí, el triásico se inicia por el bunt, y sobre él vienen pizarrillas margosas y arenosas de colores rojos. No existen calizas ni margas como en el keuper. Puede tratarse muy bien del röt, y su descripción es parecida a la que Selzer denomina röt, pero muy distinta del aspecto de las margas de la Hoja de Apiés, que atribuimos al keuper.

Mallada ha reunido, también, margas y calizas en un solo conjunto geológico, pero prefiere atribuirlo al muschelkalk sugestionado por el típico aspecto de las calizas. Pero es evidente en otras regiones de Cataluña situadas más al Este, incluso en la no muy alejada hoja de Artesa de Segre, que allí el keuper presenta, igualmente, intercalaciones calizas, análogas en su aspecto al muschelkalk.

Otro factor que introduce gran confusión, es el de los violentos trastornos que casi siempre presentan los afloramientos de triás, rotos, replegados y dislocados en violenta tectónica disarmónica con respecto a la más suave de los estratos que soporta.

DISCONTINUIDAD DEL TRIÁSICO AL NEOCRETÁCEO

El énfasis, atribuido a la falta de sedimentos correspondientes al triásico, jurásico, cretáceo inferior y parte del superior, crece con el avance de los conocimientos tectónicos y paleogeográficos, y, mientras que Mallada y Dalloni, apenas, o nada, se fijaron en la significación de tan importante hiato, Selzer presta ya la debida atención a tan marcada discontinuidad.

Para Selzer, la falta de sedimentos liásicos y jurásicos debe de ser totalmente debida a erosión, ya que los afloramientos más próximos en todas direcciones no ofrecen, ni por sus espesores ni por sus facies, indicio de líneas litorales y aquéllas son muy homogéneas en su composición. En cambio, la falta del eocretáceo, así como del cenomanense y del turonense, dado el desarrollo que estos tramos ofrecen tanto al Este como al Oeste, debe de ser primaria; es decir, que no hubo sedimentación durante esas épocas.

CRETÁCEO

Más unánimes resultan, en todos los autores, las descripciones del cretáceo. Así Mallada (págs. 295 a 298) dice que está representado sobre todo, en estas sierras, por calizas, que en algunos sitios encierran granos de cuarzo blanco, y que pasan a conglomerados cuarzosos desmoronadizos que se repiten en dos bancos de 1,50 metros de grueso. Subrayamos que estas hiladas detríticas son basales. Sobre ellas se deposita la serie caliza.

Mallada cita los siguientes fósiles:

En la zona de San Martín de la Valdosa (*) contienen las capas

cretáceas:

Trochus.

Natica.

Pleurotomaria.

Ceromya.

Hippurites radiosus Desm.

Requienia aff. *laevigata* d'Orb.

Janira quinquecostata Sow.

Rhynchonella diformis d'Orb.

que caracterizan el turonense, pero esta clasificación es discutida por Dalloni, como veremos en seguida.

A uno y otro lado de la fuente del Xinebro, en las gargantas de Favana y en la collada de Petrañols (anticlinal de la Ronera; D, E-2), hay terrenos con gran cantidad de *Sphaerulites* (*Sph. socialis*?).

(*) La ermita de San Martín de Valdesora está en una mancha de conglomerados oligocenos, inmediatamente al SO. del monte Matapafies (C-2); tanto al Norte como al SO. existen manchas cretáceas. No sabemos a cual pueda referirse Mallada, que omite esta gran masa de conglomerados al unir la banda cretácea de Santa Eulalia de la Peña (B-2) (Santa Olarieta, de Mallada), con la de San Julián de Banzo-Santa Eulalia la Mayor (C, D-3).

Las calizas senonenses, algo arcillosas, están discordantes con respecto al triás, al norte de Nueno. Algunas de ellas se hacen algo cuarzosas y tienen *Sphaerulites ponsianus* d'Orb., *Ostreas* y gasterópodos.

Dalloni (págs. 242 y 243), señala un espesor de 200 metros para las calizas senonenses que corta en serie normal el río Isuela, y que contienen abundantes *Rudistos*, *Ostreas* y políperos, entre los que ya d'Archiac señaló las especies *Radiolites ponsiana* d'Orb., *Radiolites lumbrealis* d'Orb., e *Hippurites* indeterminables.

Los *Rudistos* son visibles, en general, según Dalloni, en todas las series de calizas senonenses, tanto en el curso del Flumen, donde están muy dislocadas sobre el triás, como en las sierras de Santa Olarieta y San Juan, y en los escarpes de San Martín de Valdosa. Llamemos la atención aquí, acerca de que los fósiles de esta localidad fueron atribuidos, por Mallada, al turonense, siendo así que las calizas de estas sierras son senonenses. Dalloni rebate, en efecto, esta atribución de Mallada, de los que algunos están mal clasificados. Así el *Hippurites radicus* Desm., de la lista de Mallada, que es maestrichtense, no existe, según Dalloni, en el senonense de las sierras; la *Toucasia* cf. *laevigata* d'Orb., es probablemente *Apricardia toucasi* d'Orb., en la Sierra de Guara y citando a Carez, señala la presencia del *Hippurites cornuvaccinum*.

Selzer (págs. 190 a 192), dice que está constituido el cretáceo unitariamente por calizas senonenses que inician la serie sobre el triás, en oposición a la zona axil donde se distingue un senonense calizo y un maestrichtense arenoso y, a veces, también margoso.

Afirma acertadamente que se inician las calizas por conglomerados cuarcíferos y arenas con potencia media de unos cinco metros, que pasan rápidamente a bancos compactos y limpios de calizas ricas en *Hippurites*, que en sus tramos inferiores contienen aún algunos granos de cuarzo. Localmente consisten, casi por entero, en masas de *Hippurites* y lamelibranquios.

Consideramos por nuestra cuenta, que si bien, en efecto, el cretáceo no es subdivisible en dos tramos, no por ello deja de advertirse bastante bien una parte alta más areniscosa, correspondiente, sin duda, al maestrichtense, y que probablemente esas concentraciones de foraminíferos son *Orbitoides*, tan abundantes en ese tramo. Por otra parte, no deja Selzer de reseñar que, también en la zona de sierras, aunque localmente, las calizas senonenses son más oscuras y margoso-areniscosas, como el maestrichtense de la zona axil.

Respecto al garumnense, su existencia fué descubierta por Mallada, que hace a él leves alusiones, citándolo entre Gratal y Bentué de Rasal, y en el Isuela, como bancos de arenisca cuarzosa, amarillenta y rojiza; y en Guara, como margas arcilloso-ferruginosas, citadas también en las gargantas de Favana y Puente del Xinebro (nuestro anticlinal de Monte Ronera; D, E-2).

Es curioso que Dalloni, que estudia la facies garumnense del río Gállego, no la cita en estas sierras donde está tan amplia y típicamente representada, y ello, a pesar de haber sido citada ya por Mallada.

Selzer subraya el carácter puramente continental de este tramo con areniscas rojas, arcillas abigarradas en que predominan los tonos rojos claros y calizas de agua dulce. Menciona los *Lychmus* entre Murillo y La Peña, en la contigua hoja de Ayerbe (al Oeste), pero no en ésta de Apiés, donde tampoco nosotros los hemos encontrado. Advierte el carácter algo caprichoso y variable de su composición, que es, ciertamente, verdadero; también indica que con sus margas impermeables constituye, con el triás, los dos únicos horizontes acuíferos de manantiales en las sierras.

Resumiendo, pues, las conclusiones de todos estos autores y las nuestras, consideramos que el cretáceo está constituido en su masa principal por calizas senonenses, donde los niveles más altos y areniscos, indican el maestrichtense, sobre el que, en formación puramente continental, se deposita el garumnense, con las facies típica de todo el Pirineo.

Ahora bien, queríamos llamar la atención hacia las capas detríticas basales, que merecen más atenta consideración.

Estas capas basales son comunes a todo este conjunto de sierras (véase la descripción de los sectores contiguos por el Este y el Oeste, en las hojas de Alquézar y Ayerbe). Pero, además, existen en los Montsechs y sierras marginales más al Sur (San Mamet, Santa Lina, Tragó, etc.).

En la Hoja de Apiés y, en general, en este conjunto de sierras, pueden alcanzar un desarrollo y potencia bastante grandes, y mayores, desde luego, que los que indican Mallada y Selzer.

Pero es, sobre todo, interesante su consideración en los Montsechs y en las sierras antes citadas, al sur de ellos. Éstas las pudimos estudiar con detalle en los trabajos conducentes a la ejecución de la hoja de Artesa de Segre, donde, bajo idénticas calizas senonenses, vienen niveles detríticos de areniscas rojas y blancas con arcillas rojas (niveles con bauxitas) que se apoyan en el lías. Lo curioso es que recuerdan total y completamente las facies albenses de las Cordilleras Ibéricas, allí perfectamente datadas por tener encima un cenomane muy fosilífero y debajo un aptense, igualmente muy fosilífero.

¿Se trata, pues, en estas sierras del albense? Si nos dejáramos guiar solamente de la analogía litológica, lo afirmaríamos rotundamente, tan iguales son sus aspectos; pero en este caso, razones paleogeográficas hacen difícil admitir la existencia de un albense detrítico, abandonado regular y uniformemente en toda una región tan extensa, entre el triásico y el senonense. Así pues, nos inclinamos a creer que se trata de una facies análoga, pero correspondiente al neocretáceo; quizá ya turonense, quizá senonense.

Entonces, puesto que inician el senonense y se hallan bajo las calizas campanienses, habrían de representar el santoniense, y en efecto, esta edad les atribuye Misch (pág. 39) a las capas citadas, en el Montsech y sus sierras meridionales.

Admitimos que los niveles más altos de las areniscas contienen abundantísimos fragmentos de conchas, al menos en algunas localidades, pero están materialmente trituradas. Sólo un afortunado hallazgo permitiría resolver satisfactoria y definitivamente la cuestión.

EOCENO

Las divisiones efectuadas por Mallada y Dalloni difieren bastante de la nuestra, por haber incluido ambos parte del oligoceno dentro de la serie eocena.

Veamos cómo divide Mallada el eoceno en estas sierras (págs. 305 y 306). Propone una división detallada en ocho tramos, pero advierte que éstos son muchas veces difícilmente separables.

8. Maciños de grano más o menos basto, con *Fucoides*.
7. Margas alternantes con maciños.
6. Margas más o menos arenosas, con o sin fósiles.
5. Margas compactas fosilíferas.
4. Caliza algo arcillosa o sabulosa, con fósiles.
3. Caliza compacta con *Alveolinas* y *Nummulites*.
2. Caliza compacta con *Alveolinas* y *Miliolites*.
1. Arenisca cuarzosa de grano grueso.

Ahora bien, por la razón mencionada propone otra división más clara y general en eoceno superior calizo (1 a 4), medio margoso (5 a 7) y superior de maciños de *Fucoides* (8).

Advirtamos nosotros anticipando algo las ideas, que Mallada tomó equivocadamente el tramo 8 como superior a los 5-7, siendo así que, aunque realmente existe esta diferenciación de facies, no se trata de un nivel más alto, sino de un cambio lateral, como señalamos en nuestras descripciones del eoceno. Los maciños 8 representan, y sustituyen, en la zona oriental a las margas de la zona occidental.

El tramo 2 se compone de calizas puras de colores claros con abundantísima *Alveolina ovoidea* Lamck; el tramo 3, de calizas algo más arcillosas o cuarcíferas con *Alveolinas* y algunos *Nummulites*, y los niveles altos contienen gran cantidad de *Nummulites* en vez de *Alveolinas* y constituye el tránsito a las margas.

En las gargantas de Favana cita *Assilinas*, además de abundantes *Nummulites* y equínidos.

En el mesón de Santa Eulalia señala la presencia de *Nerita* (*Velates*) *schmideliana* Chemn. de gran tamaño (hasta 25 cm.).

En cuanto a las margas (págs. 235 y 236), se ocupa de su disposición al norte de las sierras y observa la transgresión del eoceno lacustre sobre ellas (nuestro ludense). Las margas quedan ocultas transgresivamente al norte de los crestones calizos del Peiró (A-1), y fuera ya de la Hoja.

Cita también Mallada la mancha aislada de margas al sur de Guara (E-3, sur de Favana y cerca de San Cosme, en la descripción de Mallada), a uno y otro lado del camino a Coscollana, y es asimismo el primero en mencionar la existencia de notables *Alveolina longa* Lamck, muy abundantes, y de algunos *Sphaenotrochus mixtus* Defr., mancha que fué omitida por Selzer, a pesar de haber sido citada con tanta anterioridad y documentada paleontológicamente. Nuestro ludense lo describe correctamente como eoceno, compuesto de bancos de conglomerados, maciños y margas de colores abigarrados (p. 333), pero incluye en él todas las grandes masas de nuestros conglomerados marginales oligocenos (Salto de Roldán, C-2; Sierra de San Julián, C-2, 3; Valdeosera, hondonadas de San Julián, hondonadas de San Cosme y el Pipre, D-2, 3, pág. 331), por asimilarlas a los conglomerados de la Peña de Oroel, al sur de Jaca, que son, en efecto, ludenses, al menos en parte.

Son interesantes las observaciones de Dalloni sobre el eoceno, por los datos paleontológicos que comportan.

Así, en la zona occidental de la Hoja (NO. de Peña Gratal; A-1), las calizas basales llevan en su parte inferior algunos bancos duros sublitográficos cuajados de *Alveolinas*, y un poco más arriba, en hiladas más margosas, encuentra

Nummulites crassus Boubée.

Nummulites lucasanus Defr.

Turritella.

Vulsella falcata Münt.

Cardium ?

Sobre estos niveles margosos se repiten bancos bastante potentes de caliza margoso-azulada con abundantes *Pecten* y *Ostrea*, y encima las margas azules.

En la garganta del Flumen, en una serie más potente, observa de abajo a arriba:

1.º Areniscas en granos gruesos con lechos de pudínga silícea de elementos pequeños.

2.º Caliza margosa gris o amarillenta cuajada de *Miliolites* y *Alveo-*

linas (*Flosculina globosa*), y en algunos bancos más margosos, sueltas, *Alveolina subpirenaica*; un poco más arriba encuentra *Nummulites atacicus* y *Nummulites lucasanus*.

3.º Caliza gris o azulada en bancos gruesos veteados de calcita, un poco piritosos, que se extienden hasta Santa María; allí soportan la presa que abastece de agua a Huesca. Estas calizas, muy potentes, están cuajadas de concreciones amarillentas (*Lithothamnium*) y contienen, además:

Nummulites aturicus Joly y Leym.

Nummulites lucasanus Defr.

Assilina spira De Rois.

Terebellum.

Volva dentatata Sow.

Natica.

Ostrea.

4.º Calizas muy margosas, azuladas, con *Chlamys*, y encima margas azules, a veces negruzcas y pizarreñas, de Santa María de Arguis, que se reducen rápidamente hacia el Este y son fosilíferas hacia la parte superior, bajo las pudíngas (el ludense), con

Nummulites guettardi d'Arch.

Assilina granulosa d'Arch.

Assilina granulosa var. *minor* Donc.

Assilina mamillata d'Arch.

Nummulites atacicus Leym.

Nummulites globulus Leym.

Nummulites laevigatus Lamck.

La reducción que Dalloni señala en las margas es el efecto de la erosión preludense sobre el sistema recién creado de accidentes de edad pirenaica (dirigidos de N. a S.). Creemos, además, que estas especies no están bien determinadas, porque, como hemos dicho antes, los *Nummulites* recogidos por nosotros en las margas azules corresponden todos al eoceno superior.

En la Sierra de Guara menciona Dalloni, sobre las calizas senonenses, gruesos bancos de caliza blanquecina con *Alveolinas*, y después capas con *Nummulites crassus* y *Nummulites lucasanus*.

D'Archiac y Haime habían citado allí *Nummulites lucasanus*, *Nummulites scabra*, *Nummulites ramondi*, *Assilina granulosa* y *Alveolina subpirenaica*.

Sobre las capas ricas en *Nummulites* se encuentra, cerca de Nocito y Used (D, E-1), una arenisca basta, silícea, alternando con lechos margosos (el equivalente oriental de las margas azules) en los que

abundan los lamelibranquios (*Ostrea*, *Clhamys*, etc.), y encima vienen las pudingas y molasas.

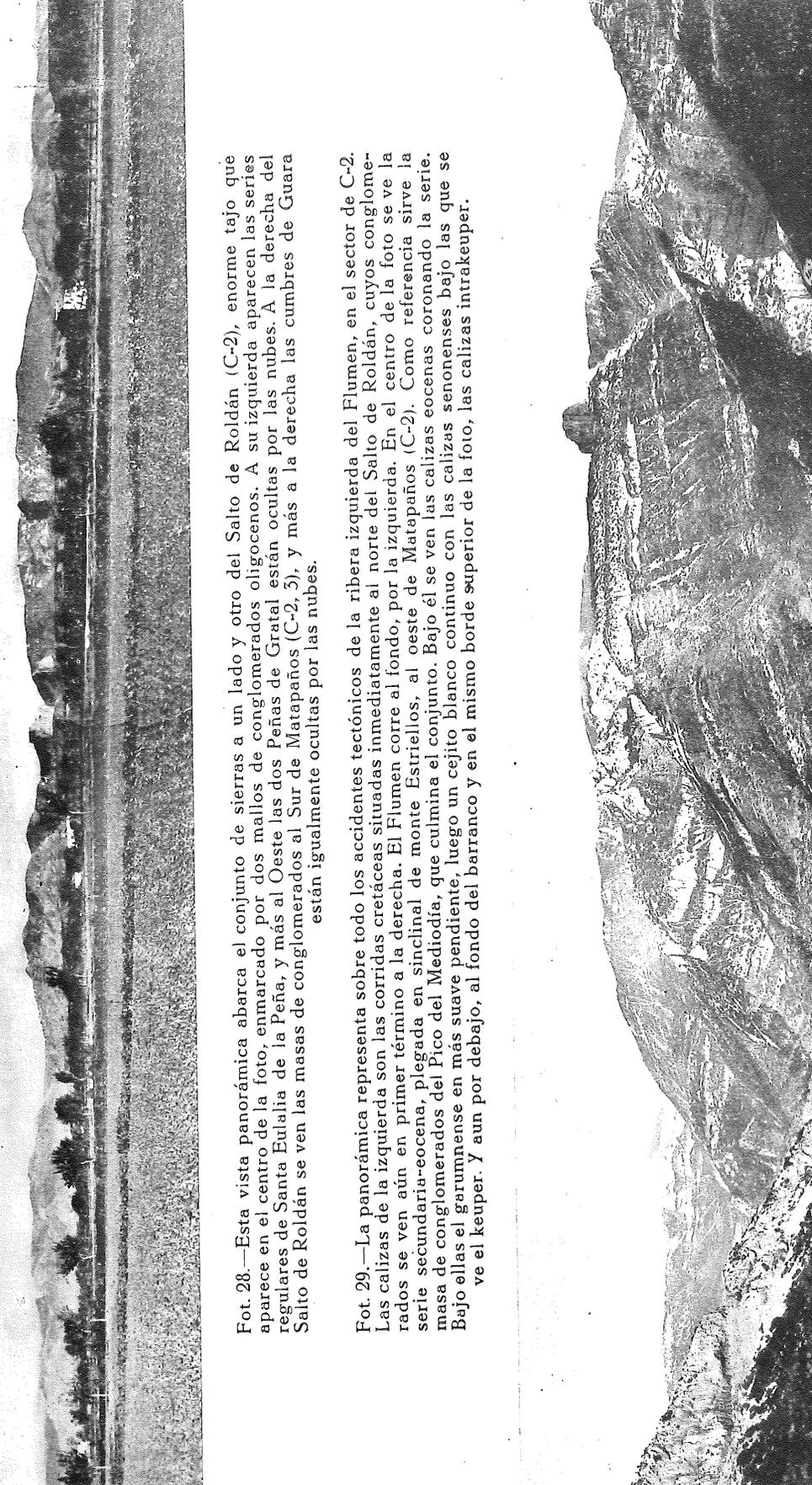
En cuanto a nuestro ludense, Dalloni sigue a Mallada y reúne, bajo esta denominación, la formación lacustre del enorme sinclinal al norte de las sierras y también, erróneamente, los conglomerados de la vertiente sur, desde el Salto de Roldán hasta el borde oriental de la Hoja.

Su atribución al bartonense resulta de que, al clasificar los fósiles de las margas azules como lutecienses, lógicamente resulta aquella edad para nuestro ludense. Pero nosotros encontramos fósiles bartonenses en la parte alta de las margas y, por lo tanto, la serie lacustre es ludense en sus niveles inferiores. Los conglomerados de la vertiente sur son oligocenos y, en efecto, se les ve descansar discordantes sobre las manchas ludenses al sur de Guara (E-2, 3).

Al considerar Selzer el eoceno (págs. 193 a 196), señala cómo se pasa del garumnense al eoceno sin discontinuidad visible, es decir, sin discordancia. No obstante el cambio de régimen en la sedimentación, de continental a marino, queda registrado por las hiladas detríticas que, según Selzer, están en la base del luteciense, pero debajo de las cuales hemos visto, al menos en alguna localidad, aun calizas de *Alveolinas* y *Nummulites* junto al garumnense. Así pues, según Selzer, el eoceno se inicia con calizas lutecienses (que en nuestra opinión son más bajas, del ypresense o, al menos, paleocenas) que presentan en su base hiladas de cantos de cuarzo, cuyos componentes individuales no exceden del tamaño de una nuez, y que localmente pueden alcanzar hasta 10 cm. de grosor. Las calizas que se sitúan inmediatamente por encima, aun llevan en su parte más baja algunos granos de cuarzo; están constituidas en estas sierras como puras calizas de foraminíferos, y contienen especialmente *Alveolinas* y *Nummulites*, pero también, subordinadamente, *Miliolites* y *Lagenas*. Apreció, acertadamente, que los espesores máximos los alcanzan en las sierras de Guara y Sevil. La caliza llega hasta el luteciense medio.

En cuanto a las margas, dice que son muy fosilíferas. No obstante, los diversos geólogos que se han ocupado de ellas no han llegado a ponerse de acuerdo en forma terminante; y, sin embargo, casi todos atribuyen la edad bartonense a los estratos más altos. Cita a Roussel (1904), que sin señalar fósiles admite que abarcan todo el eoceno superior desde el luteciense alto. Ya hemos visto que Dalloni las incluye en el luteciense superior y sólo localmente en el bartonense más bajo. Gómez Llueca (1929) menciona en el flysch, al sur de Jaca, *Nummulites* del auversense y bartonense, entre ellas el *Nummulites contortus-striatus*, *Nummulites fabianii* y *Nummulites sub-fabianii*, que se extienden hasta el priabonense, de modo que quizás está el ludense, según Selzer, representado en la facies marina.

Ahora bien, como la facies continental, nuestro ludense, corta por su discordancia oblicuamente a través de las margas azules y casi



Fot. 28.—Esta vista panorámica abarca el conjunto de sierras a un lado y otro del Salto de Roldán (C-2), enorme tajo que aparece en el centro de la foto, enmarcado por dos mallos de conglomerados oligocenos. A su izquierda aparecen las series regulares de Santa Eulalia de la Peña, y más al Oeste las dos Peñas de Gratal están ocultas por las nubes. A la derecha del Salto de Roldán se ven las masas de conglomerados al Sur de Matapaños (C-2, 3), y más a la derecha las cumbres de Guara están igualmente ocultas por las nubes.

Fot. 29.—La panorámica representa sobre todo los accidentes tectónicos de la ribera izquierda del Flumen, en el sector de C-2. Las calizas de la izquierda son las corridas cretáceas situadas inmediatamente al norte del Salto de Roldán, cuyos conglomerados se ven aún en primer término a la derecha. El Flumen corre al fondo, por la izquierda. En el centro de la foto se ve la serie secundaria-eocena, plegada en sinclinal de monte Estriellos, al oeste de Matapaños (C-2). Como referencia sirve la masa de conglomerados del Pico del Mediodía, que culmina el conjunto. Bajo él se ven las calizas eocenas coronando la serie. Bajo ellas el garumnense en más suave pendiente, luego un cejito blanco continuo con las calizas senonenses bajo las que se ve el keuper. Y aun por debajo, al fondo del barranco y en el mismo borde superior de la foto, las calizas intrakeuper.

llega a apoyarse en las calizas, su yacente es variable y puede ser lo mismo luteciense que auversense o bartónense, pues, desde luego, no cabe duda de que éste existe, si bien, en muchos sitios puede haber sido barrido por la erosión de base ludense.

OLIGOCENO Y FORMACIONES MÁS RECIENTES

Mientras que Mallada considera (con lo que coincidimos nosotros) como eoceno lacustre nuestro ludense, incluye en él toda la banda de conglomerados marginales oligocenos y, en cambio, atribuye al mioceno lacustre nuestro oligoceno normal. Dado que los conglomerados marginales no son sino una facies lateral del llamado mioceno de Mallada, ambas formaciones son, desde luego, de misma edad.

Dalloni viene a representar las mismas opiniones de Mallada. En cuanto a Selzer, resulta confuso el estudio de sus facies oligocenas y terciarias altas (págs. 146 a 203), y no podemos estar de acuerdo con sus conclusiones.

En su mapa atribuye nuestro ludense del norte de las sierras, totalmente al oligoceno, de modo que lo apoya en las margas azules eocenas. Posiblemente, y aun probablemente, el ludense soporta espesores que, en facies idénticas, serán ya oligocenos situados en el centro o fondo de la gran depresión, pero no en la base ni en las márgenes que son, como decimos, a nuestro juicio, ludenses.

En cuanto a la región al sur de las sierras, al considerar Selzer que los conglomerados son basales, y no marginales como lo hacemos nosotros, coloca por encima las margas y areniscas de la facies normal, y en una serie de razonamientos que no podemos seguir aquí y que hemos discutido en la explicación de la contigua hoja de Ayerbe (por el Oeste) y en otras publicaciones, trata de demostrar su edad miocena.

Así pues, si como es natural se admite que los conglomerados son oligocenos, lo ha de ser también la facies normal, que, en efecto, está con frecuencia muy inclinada e incluso llega a la vertical, si bien excepcionalmente, en esta Hoja, presente casi siempre posiciones muy tendidas.

Estamos conformes, en cambio, con el esquema de las facies del terciario que presenta en su figura 5 (pág. 197, en la que considera todo el conjunto como oligoceno, y está en oposición, por consiguiente, con su propio mapa.

En realidad, estas contradicciones de Selzer se encuentran, no sólo en los mapas, sino en el propio texto y descripciones, pero nos llevaría muy lejos, y se saldría del marco de la explicación de la Hoja, el analizarlas.

Rechazamos la edad miocena de los sedimentos inmediatamente al sur de estas sierras por su disposición tectónica y por razones de continuidad, y si bien el contacto oligoceno-mioceno es difícil de situar, se encuentra evidentemente situado más al Sur, incluso al sur de la capital, y en nuestra descripción geológica de la provincia de Huesca, actualmente en preparación, damos una tentativa aproximada de situación de esa línea o contacto.

Remitimos al lector a la obra de Selzer para que siga allí los argumentos que presenta en favor del mioceno, con los que no podemos estar conformes.

TECTÓNICA, OROGENIA Y MAPAS

Ya hemos hecho algún análisis de los mapas de Mallada y de Dalloni, y, en todo caso, la reproducción que ofrecemos (fig. 7) del mapa de Mallada nos exige de más peroraciones y explicaciones. Compare el lector por sí mismo. La fig. 2 representa, en esquema simplificado, el mapa de Selzer. Esta simplificación nos ha permitido utilizarlo directamente, sin salvedades, al reunir, por ejemplo, el ludense, oligoceno y mioceno en un solo conjunto.

La interpretación tectónica de Mallada es demasiado esquemática, como corresponde a su época. En líneas generales, se limita a considerar las sierras como un pliegue fallado, bien en su flanco meridional, bien en su charnela. Para evitar de nuevo largas disgresiones, hemos representado en la fig. 8 los cortes que traza Mallada en la zona correspondiente a la Hoja de Apiés. Los hemos esquematizado y adaptado a nuestros símbolos para que sea más cómoda la comparación.

Desde luego, en sus descripciones hace mención de otros accidentes, especialmente de la gran falla N.-S. al oeste de Guara, que figura tanto en nuestro mapa como en el suyo. La tectónica de Dalloni, tal como se representa en su mapa, es muy parecida a la de Mallada. En cambio, en el texto se extiende Dalloni con mucho mayor detalle, y ha percibido y expresado mejor la complicación tectónica de la región.

Mallada y Dalloni se dieron, ambos, cuenta de la existencia de algún fenómeno tectónico anormal, expresado en los insólitos arrumbamientos N.-S. de algunos potentes y extensos conjuntos de estratos, pero no llegaron a ver ni expresar la coexistencia de dos sistemas de pliegues de direcciones normales. Pero ya Schrader y De Margerie (en 1891) se dieron cuenta del anómalo y brusco giro al Norte allí existente.

Dalloni, por su parte, anota que la Sierra de Guara ofrece alineación

sensiblemente E.-O., que parece cortar en ángulo recto a la de la Sierra de Sevil (en la inmediata hoja de Alquézar), lo que es exacto. También acierta Dalloni al expresar que constituye un anticlinal desplomado al Sur, y fallado.

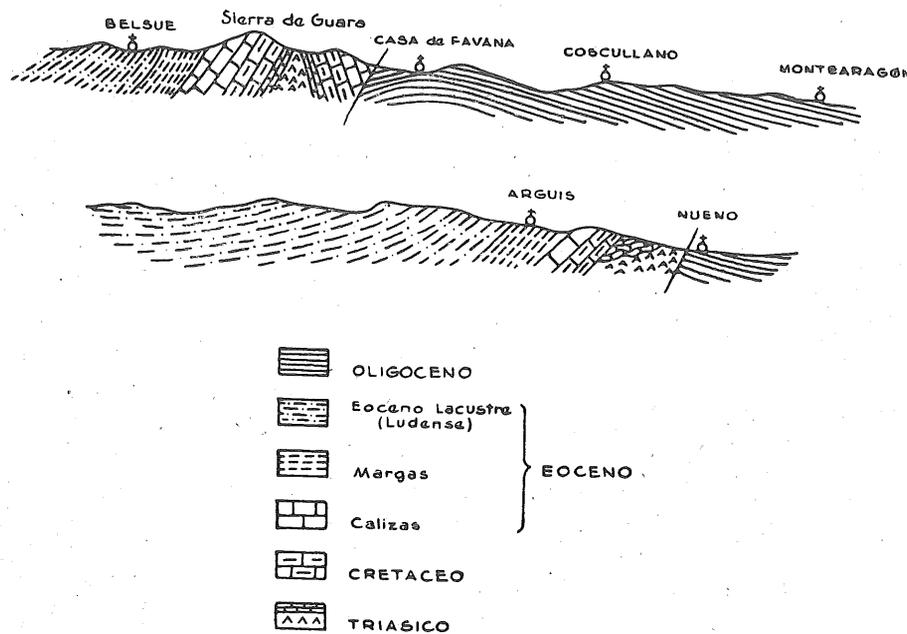


Fig. 8

Cortes de las sierras según Mallada, 1878 (esquematisados)

Describe Dalloni correctamente muchos accidentes tectónicos, tal la cubeta sinclinal del Flumen, tan marcada, y las grandes fallas, mientras que otros accidentes los expresa confusamente y algunos pasan inadvertidos. Por ejemplo, se refiere a la zona al oeste de Guara como siendo mucho más sencilla, lo que es verdaderamente poco acertado.

La tectónica, pues, está tratada por este autor con alguna mayor precisión que por Mallada (1910 contra 1887), pero no llega a descifrar los fenómenos producidos.

El empuje N.-S. y el anticlinal corrido hacia el Sur están bien vistos, pero no se ha detenido a estudiar el complejo amontonamiento de accidentes que se suceden en espacio relativamente reducido.

El mapa de Selzer, en sus líneas generales y aun en el detalle, es correcto (compárese nuestra figura 2 con nuestro mapa), sobre todo si

se salvan las discrepancias señaladas en las atribuciones de edades a algunas formaciones. Para llegar a ese detalle ha debido, sin duda, de basarse ya en el mapa a escala 1 : 50.000.

Ofrece, sin embargo, un detalle importante y sorprendente: la omisión de toda la banda secundaria correspondiente al pliegue fallado y cabalgante de Guara; omisión inexplicable, puesto que figuraban tanto estos tramos como la falla en los mapas y cortes de Carez, Mallada y Dalloni. Sus cortes, en líneas muy generales, son verdaderos, aunque excesivamente esquemáticos (fig. 12, pág. 214). No obstante, no estamos conformes con el cabalgamiento tan acentuado del terciario al sur de Gratal, al norte de Nueno y al sur de Santa Eulalia de la Peña. Allí el oligoceno se apoya en las sierras y está apenas empujado en su borde, aunque alguna vez con violencia.

Mejor representados están estos contactos en el sector oriental (fig. 15, pág. 215), si bien allí la Sierra de Guara se representa como un pliegue en rodilla, cuando es un pliegue fallado y cabalgante.

En cuanto a las edades de los plegamientos, estamos conformes con Selzer. Separa éste los plegamientos N.-S. de los E.-O., y correctamente antepone aquéllos a estos. Pero supone que el límite occidental de los pliegues N.-S. se encuentra en el anticlinal de la Sierra de Gabardiella (D-1), siendo así que aun existen otros tres pliegues N.-S. más al Oeste, con sus correspondientes sinclinales, accidentes que, sin embargo, se observan en el mapa de Selzer por el trazado de los contactos.

La edad de los pliegues N.-S. la sitúa en el tránsito eoceno-oligoceno (nuestro ludense es su oligoceno), pero en realidad es aún ligeramente intraeocena, aunque puede asimilarse a la edad pirenaica. Pero considera que esta fase es la principal, siendo así que ha dado solamente lugar a pliegues enteros y simétricos (el anticlinal de Gabardiella está roto por una falla postsávica), y admite que estos plegamientos pirenaicos han originado todos los grandes accidentes E.-O., situados al este de la línea Tres Sorores-Sierra de Guara, siendo así que, a nuestro juicio, sólo originó los dirigidos de Norte a Sur.

Admite luego un plegamiento post-oligoceno que actuó violentamente al oeste de la mencionada línea y suavemente al este, reforzando ligeramente los pliegues preexistentes.

Finalmente, aun admite un suave plegamiento intramioceno. Estas, a nuestro juicio, confusiones, resultan de admitir la existencia del mioceno y de una serie de discordancias que lo han llevado a esta atribución.

Para nosotros, se trata de discordancias progresivas intraoligocenas. Entonces los dos plegamientos últimos se reúnen en uno sólo, o mejor en una serie de pulsaciones intraoligocenas, mucho más violentas que las de fases pirenaicas, que han dado lugar a accidentes complejos y a pliegues volcados, rotos y cabalgantes, y a una estruc-

tura especialmente complicada por su cruzamiento con los plegamientos preexistentes.

Con este análisis, quizás excesivamente detallado, creemos haber fijado la mayor parte, ya que no todas, de las cuestiones pendientes.

Es ésta una Hoja en que creemos haber llegado bastante lejos en la resolución de los problemas planteados. No obstante, por dificultades de organización, clima y tiempo, existen algunas zonas que no nos satisfacen del todo, y que querríamos haber conocido mejor.

Son éstas, la Sierra de Santa Eulalia de la Peña (B-2), donde inmediatamente al NO. del pueblo quizás exista aun un mogote eoceno coronando la Sierra y bajo él el correspondiente garumnense, y lo pensamos precisamente por el estudio de la fotografía 6.

Las fajas secundarias eocenas al NE. del Salto de Roldán merecerían nueva visita que permitiría perfilar algo más su disposición y contactos. Igualmente pensamos si las profundísimas hondonadas y abismos de los conglomerados que rodean la ermita de San Martín de Valdosera (C-2), al SO. de Matapaños, no mostrarán en su fondo, en ventanas de erosión, estratos eocenos o secundarios. Finalmente, nos gustaría haber podido dedicar más tiempo al estudio de la gran falla de la Sierra de la Gabardiella (D-1, 2), sobre todo en su borde occidental, donde las delimitaciones con el secundario, especialmente con el trías (D-2), sólo pueden considerarse como aproximadas.

En fin, no cabe duda podrían rectificarse en un estudio más minucioso muchos detalles, pero será fácil hacerlo ahora, después del efectuado por nosotros.

Podrán perfeccionarse, sin duda, las recogidas paleontológicas cuando se trate de levantar series muy detalladas, o sea ese el objeto exclusivo de la expedición.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Siendo esta una zona de mucha complicación tectónica y de notable orografía, es natural que abunden los manantiales naturales, y que el problema del abastecimiento de aguas a las poblaciones de la Hoja esté resuelto fácilmente.

La frecuente alternancia de formaciones permeables e impermeables favorece la acumulación de aguas junto a las últimas, que denotan su existencia, tanto por la aparición de manantiales como por sus características litológicas.

Tres son los niveles principales impermeables: el keuper, el garumnense y las margas eocenas, y, en efecto, casi constantemente vienen jalonados por manantiales de regular importancia.

El keuper, por su frecuente contenido en sales, suele dar lugar a manantiales salinos, y así sucede, por ejemplo, en la Fuente de la Fueba (E-2), y otra existente en la Sierra de Gratal (A-2); ambas con elevado contenido de sales, pero también contiene manantiales abundantes de aguas puras como la fuente del Xinebro (E-2), en el camino de Nocito, citada por Mallada, y otras.

El garumnense es otro nivel que da lugar a abundantes manantiales, aunque, por regla general, suelen ser de pequeño caudal. Las aguas de lluvia caídas en las calizas eocenas, se filtran por ellas y, al llegar al garumnense más impermeable, se detienen y manan en superficie a favor de los abundantes accidentes tectónicos que se ofrecen a lo largo de los afloramientos de esta formación, los cuales aparecen jalonados por frecuentes manantiales.

Las margas eocenas que se extienden a lo largo del borde de la Hoja, constituyen otro nivel impermeable capaz de detener las aguas que se infiltran a través de los niveles superiores, y en efecto, se encuentran frecuentes manantiales en sus niveles superiores.

Éstos no son nunca muy abundantes por dos razones: el ludense que descansa sobre las margas es poco permeable debido a la alternación de areniscas y margas, entorpeciendo estas últimas la infiltración; y que el buzamiento de las capas, muy constante y regular, es opuesto a la pendiente de la ladera, lo que motiva que el agua tienda a caminar hacia el fondo del sinclinal existente al norte de la Hoja.

Las margas eocenas de Favana dan nacimiento también a algunos manantiales, y la Fuente Santa de San Cosme (D-3) debe estar relacionada con estas margas, que retienen las aguas filtradas a través de las grandes masas de conglomerados allí existentes.

También las frecuentes fallas dan lugar a un avenamiento de los niveles más acuíferos en contacto con ellas y a la aparición de varios manantiales en dichas fallas, como acontece, por ejemplo, en la que existe al norte de Santa Eulalia de la Peña (D-3).

El oligoceno, muy tendido y poco permeable en su facies normal, es poco propicio a la formación de mantos acuíferos en su seno y, en consecuencia, no son de esperar en él muchos manantiales.

No obstante, su proximidad a la sierra, hace que las aguas de escorrentía, que deben alcanzar proporción elevada, dado lo abrupto de las pendientes, se infiltran entre las capas oligocenas casi horizontales y manan en diversos puntos a favor de la erosión de los barrancos que taján los distintos niveles oligocenos.

Finalmente, el extenso aluvión cuaternario, que desde Nueno y Arascués avanza hasta Chimillas y la carretera de Francia (A, B-3, 4), principalmente a la derecha del río Isuela, recibe las aguas de escorrentía de la Sierra de Gratal, y por la gran porosidad de sus rocas se infiltran hasta alcanzar el oligoceno infrayacente que las detiene como efecto de su mayor impermeabilidad. Esto, sin duda, ha de producir un nivel acuífero, no muy importante, pero que permitiría extraer por medio de pozos algún caudal para riego. En efecto, cerca de Chimillas (B-4), existen algunas norias que aprovechan, en parte, este manto acuífero, que creemos permitiría obtener un mayor caudal del que actualmente se aprovecha.

X

MINERÍA Y CANTERAS

La Hoja de Apiés está totalmente desprovista de interés minero, pues ninguna substancia útil se conoce susceptible de explotación.

La caliza es abundante, pero las dificultades de transporte hacen que no exista ninguna cantera que las utilice. Sólo canteritas abandonadas destinadas a la obtención de firmes para las carreteras o para la construcción de las presas, pueden encontrarse.

De los dos manantiales salinos antes mencionados, el de la zona de Lierta se utilizó, en otro tiempo, en unas pequeñas salinas hoy abandonadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALCOBE, S.: «Antropología de la población actual de las comarcas pirenaicas».—Pirineos, núm. 1. 1945.
2. ALDAMA, J.: «Apuntes geognóstico-mineros de la provincia de Huesca y parte de la de Zaragoza, o el territorio designado con el título de Alto Aragón».—Anales de Minas, tomo IV. Madrid, 1846.
3. ARNAL CAVERO, P.: «Aragón en alto».—Zaragoza, 1941.
4. ASÍN PALACIOS, M.: «Contribución a la toponimia árabe de España».—C. S. de I. C. Madrid, 1940.
5. BATALLER, J. R.: «El terciario inferior de los alrededores de Jaca».—Anales de la Escuela Sup. de Agricultura, vol. II, fasc. II, pág. 99. Barcelona, 1942.
6. BRIET, L.; «Bellezas del Alto Aragón».—Huesca, 1913.
7. CAREZ, L.: «Étude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne».—París, 1881.
8. — «Sur quelques points de la géologie du Nord de l'Aragon et de la Navarre».—Bull. Soc. Géol. France. 4.^a serie, t. X. París, 1910.
9. DALLONI, M.: «Étude géologique des Pyrénées de l'Aragon».—Marseille, 1910.
10. DEL ARCO, R.: «Aragón. Geografía, Historia, Arte».—Ed. Campo. Huesca, 1931.
11. — «Los despoblados de la zona pirenaica aragonesa».—Pirineos, n.º 3. Año 1946.
12. — «Catálogo monumental de España».—Huesca, C. S. de I. C. Madrid, 1942.
13. DOSSET, J. A.: «Origen y análisis de la "Ulmina" de la Sierra de Guara».—Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat., t. IV. Madrid, 1904.

14. FAURA Y SANS, M.: «Caracterización de la fauna briozoaria del maestrichtiense en el Monte Perdido (Pirineos Centrales del Alto Aragón)».—Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat., t. XVII, p. 191. Madrid, 1917.
15. FERRANDO, P.: «Sobre la geología de Aragón».—Bol. de la Sociedad Ibérica de Cienc. Nat., t. XXV. Zaragoza, 1926.
16. GIMÉNEZ SOLER, A.: «La Edad Media de la Corona de Aragón».—Ed. Labor. Barcelona, 1930.
17. HERNÁNDEZ-PACHECO, E.: «Síntesis fisiográfica y geológica de España».—Trabajos del Museo de Ciencias Naturales. Serie geológica n.º 38. Madrid, 1932.
18. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: Hoja n.º 247, Ayerbe. Madrid.
19. — Hoja n.º 249, Alquézar. Madrid.
20. — Hoja n.º 287, Barbastro. Madrid, 1949.
21. JACOB, CH., FALLOT, P., ASTRE, G., et CIRY, R.: «Observations tectoniques sur le versant meridional des Pyrénées centrales et orientales».—Congr. Geol. Intern. C. R. de la XIV sesión. Madrid, 1926.
22. MALLADA, L.: «Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España».—Madrid, 1875-1883.
23. — «Descripción física y geológica de la provincia de Huesca».—Mem. Com. Mapa Geol. España. Madrid, 1878.
24. — «Explicación al Mapa Geológico de España».—Madrid, año 1895.
25. MASACHS ALAVEDRA, V.: «Las variaciones estacionales en el derrame fluvial de la vertiente sur de los Pirineos».—Estudios Geográficos, n.º 7. Año 1942.
26. MISCH, P.: «Der Bau der Mittleren Sudpyrenäen Beitr. z. geol. der West. Med.».—Berlín, 1934.
27. RÍOS, J. M., ALMELA, A., y GARRIDO, J.: «Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo navarro».—Notas y Com. Inst. Geol. y Min. de España, números 13, 14 y 16. Madrid, 1944-1946.
28. RÍOS, J. M.: «Diapirismo».—Bol. Inst. Geol. y Min. de España, tomo LX. Madrid, 1947.
29. SAINT SAUD, C. D.: «Excursion en Sobrarbe et Ribagorza».—Bull. Club Alp. de France. Bordeaux, 1883.
30. — «Quinze jours dans les Pyrénées aragonaises».—Annales Club Alp. France. París, 1885.
31. SÁENZ GARCÍA, C.: «Estructura general de la cuenca del Ebro».—Estudios Geográficos, n.º 7. Mayo, 1942.
32. SELZER, G.: «Geologie der sudpyrenäischen Sierren in Oberaragonien».—Neues Jahrbuch für Min. Geol. und Pal. 71 Beilage. Band, pág. 370. Stuttgart, 1934.
Trad. esp. J. M. Ríos: «Geología de las Sierras Subpire

- naicas del Alto Aragón».—Publ. extr. sobre geol. de España, t. IV, C. S. de I. C. Madrid, 1948.
33. SENESE, P.: «Variaciones y clasificaciones de los *Hippurites* pirenaicos».—Bull. Soc. Hist., t. 31. Toulouse, 1946.
34. SCHRADER, FR.: «Aperçu de la structure géologique des Pyrénées».—Annales Club Alp. de France, vol. 17. 1891.
35. VERNEUIL et KEYSERLING: «Coupes du versant méridional des Pyrénées».—Bull. Soc. Géol. de France, 2.^a ser., t. XVIII. París, 1861.