

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACION

DE LA

HOJA N.º 241

ANGUANO

(LOGROÑO)

MADRID
TIP. - LIT. COULLAUT
MANTUANO, 49
1960



SEGUNDA REGIÓN GEOLÓGICA

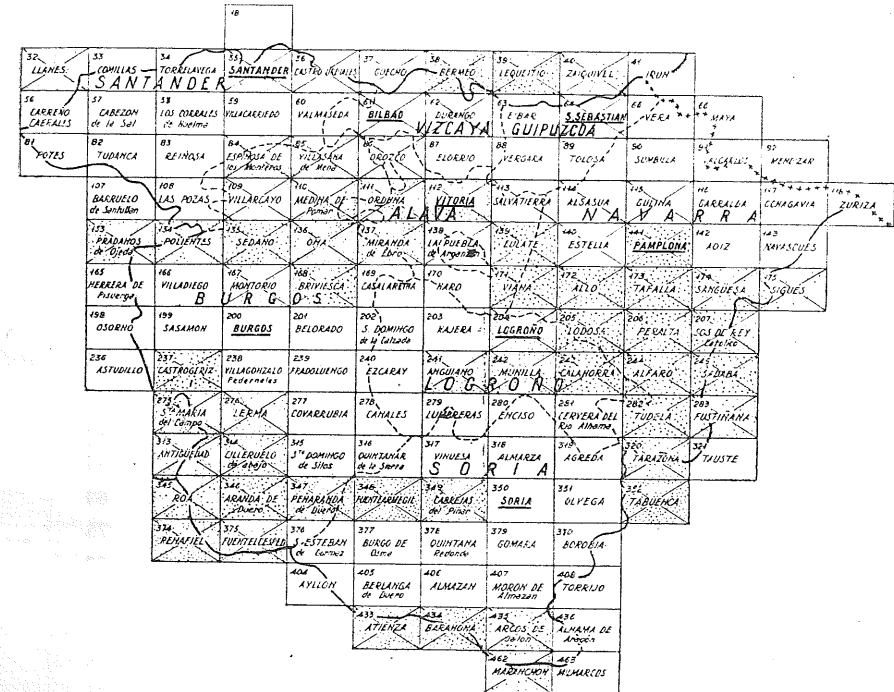
SITUACIÓN DE LA HOJA DE ANGUIANO, NÚMERO 241

Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por los ingenieros de Minas D. AGUSTÍN NAVARRO ALVARGONZÁLEZ, D. CARLOS VILLALÓN DÁVILA y D. EMILIO TRIGUEROS MOLINA.

Revisada en el campo por el Ingeniero Jefe de la Región, 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.

Depósito legal: M. 6.225.—1958.



Publicada



En prensa



En campo

PERSONAL DE LA SEGUNDA REGIÓN GEOLÓGICA:

Jefe D. José M.^a Ríos.
 Ingeniero ... D. Juan Antonio Comba.
 Ingeniero ... D. Carlos Muñoz Cabezón.
 Ingeniero ... D. Ramón Rey.
 Ingeniero ... D. Agustín Navarro.

INDICE DE MATERIAS

| | <u>Páginas</u> |
|---|----------------|
| I. Antecedentes y rasgos geológicos | 5 |
| II. Rasgos de geografía física y humana | 13 |
| III. Estratigrafía | 19 |
| IV. Tectónica..... | 45 |
| V. Hidrología subterránea | 69 |
| VI. Minería y Canteras..... | 75 |
| VII. Bibliografía | 77 |

ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLOGICOS

A. ANTECEDENTES

La región en que está situada la Hoja de Anguiano ha sido estudiada desde antiguo por numerosos autores.

Los primeros trabajos de verdadero interés, superadas las notas locales, fueron los emprendidos por la Comisión del Mapa Geológico de España, que en nuestra zona están representados por el estudio de «La formación wealdense en las provincias de Soria y Logroño», realizado en 1885 por Palacios y Sánchez Lozano (17), los cuales describen esta formación con bastante detalle.

De 1894 es la magnífica «Memoria provincial de Logroño», de Sánchez Lozano (23), monumental trabajo lleno de grandes aciertos estratigráficos y tectónicos que ha servido de base para todos los estudios posteriores. El autor realiza para la época de que se trata una obra maestra que todavía hoy día es un libro de consulta indispensable. Las series estratigráficas son descritas con detalle y se citan multitud de nuevos afloramientos fosilíferos. Por primera vez se da un mapa geológico de conjunto con sus cortes correspondientes. El mapa, por lo menos en lo que respecta a nuestra zona, sorprende por la precisión en la cartografía de límites, contactos, edad y facies de las formaciones. El estudio contiene algunos errores, naturalmente, que posteriormente han sido reconocidos pero, repetimos, para la fecha de su ejecución resulta de una maestría sorprendente.

Con posterioridad, se ocupan de la Península autores france-

ses y así, en 1896, tenemos los trabajos de Chudeau (2) y de Lazzaret (12). Este último autor dedica casi toda su atención al Mesozoico, y asigna al Paleozoico en conjunto la edad siluriana, apoyándose en los trabajos de Dereims más al SE.

A principios de siglo, en 1903, publica Vicente (30) sus primeras notas sobre Ortigosa de Cameros. El autor, maestro de dicho pueblo e infatigable excursionista y gran aficionado a la geología, ofrece un estudio muy completo de la serie estratigráfica en los alrededores de Ortigosa, con gran acierto en cuanto a espesores de formación y al afortunado hallazgo de yacimientos wealdenses.

De orden arqueológico son los estudios de Garín y Modet (3) donde se estudian las cavernas de la cuenca del río Iregua.

Más importantes son los trabajos publicados en el Congreso Geológico de Madrid, en 1926, por Royo (22) y Joly (11). Este último estudia el Siluriano, señalando la presencia de ripplemarks cubriendo superficies de varios metros cuadrados en la separación de lechos esquistosos. Describe también con detalle el Liásico, muy fosilífero y de espesor relativamente grande: 1.º El Charmutiense-Toarciense está bien representado y con la misma facies que en el resto de la Cadena Ibérica. 2.º El Infralías es en gran parte dolomítico y difícilmente separable del techo del Triás.

Por su parte, Royo (22) publica un trabajo fundamental, «Tectónica del Terciario continental Ibérico», que aunque es de orden general, expresa por vez primera con precisión y en todo su alcance la división entre Paleogeno y Neogeno, e incluye columnas estratigráficas comparativas y estudios de facies de los diferentes pisos terciarios.

El año 1931, Sáenz (24) en su «Nota acerca de la distribución estratigráfica del Terciario lacustre en la parte septentrional del territorio español», completa el estudio anterior de Royo para estas zonas, indicando más precisamente los cambios petrológicos y la distribución de los pisos Oligoceno y Mioceno.

En los años 1935 y 1936 publica Olagüe (15 y 16) sus detalladas «Notas para el estudio del Jurásico en La Rioja», con unos cortes muy precisos, con ayuda paleontológica de Sos (29), en los cuales define ya exactamente potencias, facies y tramos en nuestra zona, e indica con mucha aproximación el emplazamiento de la falla de Torrecilla-Ortigosa. Este autor, con la colaboración antes indicada, cita todos los pisos del Liásico y Jurásico e indica taxativamente la edad de los pisos superiores de la facies marina

del Jurásico, inmediatamente debajo del Wealdense, que coloca en el Sequanense, hecho que hemos podido comprobar en la Hoja con abundantes fósiles.

El año 1936 publica Sos (29) una clasificación de fósiles hallados en el Paleozoico, en el Collado de las Tres Marías, al N. y cerca de Ortigosa. Aunque se trata de especies nuevas, por el tipo de fauna considera el autor identificable ese tramo paleozoico como del Siluriano.

En 1942, Sáenz (25) da una interpretación de la cuenca del Ebro, donde indica las ideas, ya apuntadas por autores anteriores, de una cuenca de hundimiento en toda el área de Logroño. Se trata más bien de un trabajo de resumen y divulgación.

Aparece en 1945 la traducción española del importante trabajo de Schriel (26) sobre «La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes». Por primera vez se hace un análisis de la tectónica del Paleozoico y se da una cartografía más ajustada del Paleozoico de la Sierra de la Demanda. El geólogo alemán define la divisoria principal y estudia las características y vergencias de los pliegues a uno y otro lado de dicha divisoria. Así en la Hoja de Anguiano todo el Paleozoico al Sistema Cambriano, identificando los tramos con los que Lotze ha encontrado más al SE. con fósiles. Abre entonces una pugna, que todavía hoy no se ha puesto en claro, sobre si extensas zonas del Paleozoico de este núcleo montañoso son cambrianas o silurianas. Para los autores alemanes no existe más que desde el Cambriano inferior, quizás Antecambriano o Algónquico, hasta Cambriano superior y luego Carbonífero. Para los autores españoles, la serie primera llega hasta el Siluriano medio por lo menos. Por la ausencia absoluta de fósiles determinativos hasta el presente, y la inexistencia de autores españoles que puedan comparar las capas fosilíferas cambrianas de Lotze con éstas de la Sierra de la Demanda, no ha sido posible llegar a un acuerdo. La identificación de capas de Schriel con Lotze ha sido, por otra parte, corregida posteriormente por este último momentáneamente (13), en 1959, rebajando aún más la edad de la serie, por lo que la divergencia de la serie resulta hoy más acentuada.

El trabajo de Schriel tiene numerosos defectos, que hemos podido comprobar personalmente, en cuanto a interpretaciones tectónicas, errores que se comentan en el capítulo correspondiente, pero en conjunto es el más completo que existe sobre el

tipo tectónico y clase de accidentes del Paleozoico de La Demanda.

Hernández Sampelayo (5, 6, 7), profundo conocedor del Paleozoico español, publica en 1942, 1946 y 1950 trabajos que afectan a nuestra zona. El primero con ocasión de su estudio «El Siluriano en España» y el segundo al citar «Nuevas especies silurianas en la Sierra de la Demanda». Contra lo que parece deducirse de estos títulos, el autor no se define en nuestra zona, que comenta en ambos trabajos, sobre la edad cambriana o siluriana del Paleozoico de la Hoja de Anguiano. La inclusión del Primario de la Sierra de Cameros y San Lorenzo en el Siluriano la hace con dudas, y en el segundo trabajo sorprende el verle decir que pese a todo «no ha visto ninguna especie típicamente siluriana en estas sierras».

De todo ello se desprenden las dudas existentes en cuanto a la edad de esos terrenos, dudas que no hemos podido resolver en nuestra Hoja. Algunas formas que nosotros hemos encontrado parecen referirse a crucianas del tipo de la base del Siluriano, pero con grandes dudas y sin poder clasificarlas de forma segura. A nuestro parecer, y a falta de mejores criterios, hemos dado todo el Paleozoico como Algónquico y Cambriano. Pero todo ello queda pendiente de futuros trabajos que puedan dar respuesta definitiva a la cuestión.

Contemporáneos aproximadamente con Schriel trabajan en España Richter (20) y Schröder (27), que publican memorias más completas que las de aquel autor, pero, por desgracia para nosotros, sobre zonas alejadas de la nuestra o que la tocan sólo muy de refilón. No obstante tienen gran interés, no para el conocimiento estratigráfico o litológico, que ya estaba prácticamente concluido, sino por el estudio regional tectónico que llevan a cabo.

Hernández Sampelayo (7) comenta en 1950 un estudio de Aitken sobre la tectónica de La Demanda. Tras una discusión sobre la edad carbonífera de parte de La Demanda, el autor afirma la existencia de escamas de corrimientos dentro del Paleozoico, sobre todo en el borde norte. Nos parece todavía pronto para estudiar estos fenómenos, en vista del actual desconcierto referente a la estratigrafía del Paleozoico, que debe quedar resuelta antes de lanzarse a interpretaciones tectónicas de envergadura. Buena prueba de ello es la discrepancia en cuanto a tectónica de los dos autores que mejor conocen la estratigrafía paleozoica. Nos referi-

mos al interesante trabajo de Lotze (13) enmendando parte de la cartografía de Schriel y representando a su vez la zona de forma tan diferente que causa una verdadera sorpresa y desconcierto comparar las interpretaciones de estas autoridades.

En 1954 aparecen los trabajos de Bomer (1) y Solé Sabarís (28). Se dedican estos autores al estudio del contacto entre el Terciario y las series más antiguas y la estratigrafía y límites del Oligoceno y Mioceno del borde sur de la depresión del Ebro. Definen el borde sur como una rotura con formación de la fosa del Ebro, y Solé estudia con detalle la determinación de Oligoceno y Mioceno, llegando a conclusiones prácticamente definitivas. Cita como Oligoceno superior los conglomerados de borde que marginan nuestra Hoja por el norte.

En 1955 se publican los estudios de Riba (18, 19) sobre los conglomerados más recientes. Comprueba la edad vindoboniense-pontiense por tránsito lateral al Pontiense lacustre típico. Estos conglomerados marginan los bordes sur de la depresión del Ebro.

Finalmente, de 1959 es el trabajo resumen de Ríos (21) al hablar del valle del Ebro y sus posibilidades petrolíferas. En dicho trabajo se confirma la edad oligocénica superior de los potentes conglomerados que marginan la depresión del Ebro y concretamente los de la Hoja de Anguiano.

Tres este somero examen de los autores que nos han precedido en estudiar nuestra zona, pasamos a dar un breve resumen sobre los rasgos geológicos más notables de la Hoja de Anguiano.

B) RASGOS ESTRATIGRAFICOS

Es muy variada la estratigrafía de la Hoja de Anguiano.

Los sedimentos más antiguos pertenecen al Algónquico, el cual reposa bajo un Cambriano, en el que hemos separado sus tres pisos y, dentro de ellos, varios tramos.

Perteneciente al Buntsandstein hemos distinguido el conglomerado basal de la serie margo-arenosa superior.

No hemos encontrado sedimentos pertenecientes al Muschelkalk.

El Keuper viene representado por su facies típica de margas abigarradas, arcillas y yesos.

El Suprakeuper y el Lías inferior, con carniolas y calizas dolomíticas, se han representado en un solo paquete.

A continuación viene una potente serie margo-caliza, bien datada paleontológicamente, que se extiende desde el Sinemu-riense hasta el Bajociense inferior.

El techo de esta serie lo constituye un paquete calizo, en ban-cos gruesos, el que, por haber encontrado fósiles bajocienses en su techo y muro, hemos considerado como Bajociense medio.

Sobre estas calizas encontramos una serie margo-caliza, de color pardo a negro, fétidas, en bancos regulares, bien estratifica-dos, que termina en un banco calizo con abundantes corales que han sido clasificados como Sequanense.

A partir de este banco encontramos un nivel de arcilla rojo-amarillenta de un metro de potencia y cinco metros de una pu-dingilla de cuarzo que determinan la transición de la facies ma-rina a la continental, representada por una potente serie de are-niscas, margas y arcillas de colores rojo-verdosos y calizas ta-bleadas grises que hemos incluido en la denominación de facies wealdense.

A continuación encontramos una gran laguna estratigráfica, debido sin duda a acción erosiva, y los primeros sedimentos pre-sentes pertenecen ya al Oligoceno superior, representado por conglomerados, arcillas y areniscas.

También es una formación detrítica, la que se ha incluido en el Mioceno superior.

El Cuaternario lo constituyen los depósitos aluviales de río y ladera.

A continuación damos una columna estratigráfica con las rocas dominantes y espesores aproximados.

C) RASGOS TECTONICOS

Merece destacarse dentro de la tectónica de la Hoja, en pri-mer lugar, el estilo de plegamiento geosinclinal del Paleozoico, que ofrece un sinclinal agudo al sur y un anticlinal fallado al norte, como puede observarse en los cortes generales que acompañan la presente Memoria.

Es de notar luego la independendencia de rumbos entre los plie-gues variscicos y alpinos, que se pone de manifiesto en las dos

COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA HOJA DE ANGUIANO

| Piso | Simbolo | Rocas dominantes | Potencia aproximada | |
|-------------|--|--|---|--|
| Terciario. | Quaternario. | Aluviones de río y ladera. | 250 mínima. | |
| | Mioceno superior. Oligoceno superior. | Aglomerados. Conglomerados. O Arcillas y areniscas. | 1.000 metros mínima. | |
| Secundario. | Wealdense. | Areniscas margo-calizas. Calizas arenosas. Areniscas y margas. Margas y calizas. Calizas. | 1.100 metros mínima. 100 metros. 500 metros. 300 metros. 75-100 metros. | |
| | Jurásico superior. Bajociense medio. Lías superior. Lías inf. y Suprakeuper. Keuper. | Calizas tableadas y margas. Carniolas y calizas dolomíticas. Margas, arcillas y yesos. Areniscas y margas. Conglomerados. | 400 metros. 100 metros. 25 metros. 160 metros. 80 metros. | |
| | Buntsandstein. | Cuarcitas y esquistos. | superior a 1.000 m. superior a 1.000 m. | |
| | Potsdamés. Acadiense. | Areniscas predominantes y esquistos. Cuarcitas, pizarras y grauwackas. Esquistos arcillosos y cuarcitas. Dolomias marrones y esquistos. Esquistos abigarrados. | 600 metros. 100 metros. 75 metros. 120 metros. 180 metros. 220 metros. | |
| | Georgiense. | Cuarcitas. Esquistos de Embld. Cuarcitas. | 300 metros. | |
| | Paleozoico - Cambriano. | | | |
| | | | | |
| | Arcaico. | Algónquico. | Filadlios arcillosos, verdes y negros. | |

grandes estructuras mesozoicas que existen en la Hoja: el sinclinal wealdense y el anticlinal de Torrecilla en Cameros.

Rasgos principales de la Hoja son las importantes fallas de Anguiano y la de Ortigosa-Torrecilla, que determinan a grandes rasgos el contacto entre las series paleozoicas, mesozoicas y terciarias y limitan por el S. la fosa del Ebro.

Los pliegues mesozoicos se amoldan a dichas fracturas y la siguen o contornean indicando la estrecha dependencia existente entre estos accidentes de zócalo y los rumbos de los plegamientos alpinos. De todos estos conceptos nos ocuparemos más adelante en el capítulo correspondiente a la tectónica.

En la fig. 1 puede verse un esquema estructural de la Hoja de Anguiano, donde están esquematizados los accidentes tectónicos de mayor significación; son éstos:

- (a) Núcleo paleozoico, con un sinclinal al sur y un anticlinal al norte.
- (b₁) Sinclinal en el Wealdense.
- (b₂) Anticlinal de Torrecilla.
- (b₃) Cúpula de Pradillo.
- (c) Serie monoclinial, pseudohorizontal, oligocena.
- (d₁) Falla de Torrecilla-Ortigosa.
- (d₂) Falla de Anguiano.
- (d₃) Flexura-falla de Baños-norte de Nestares.

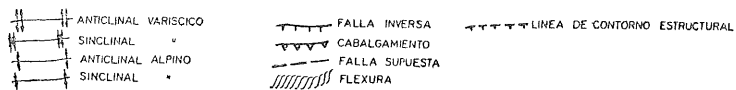
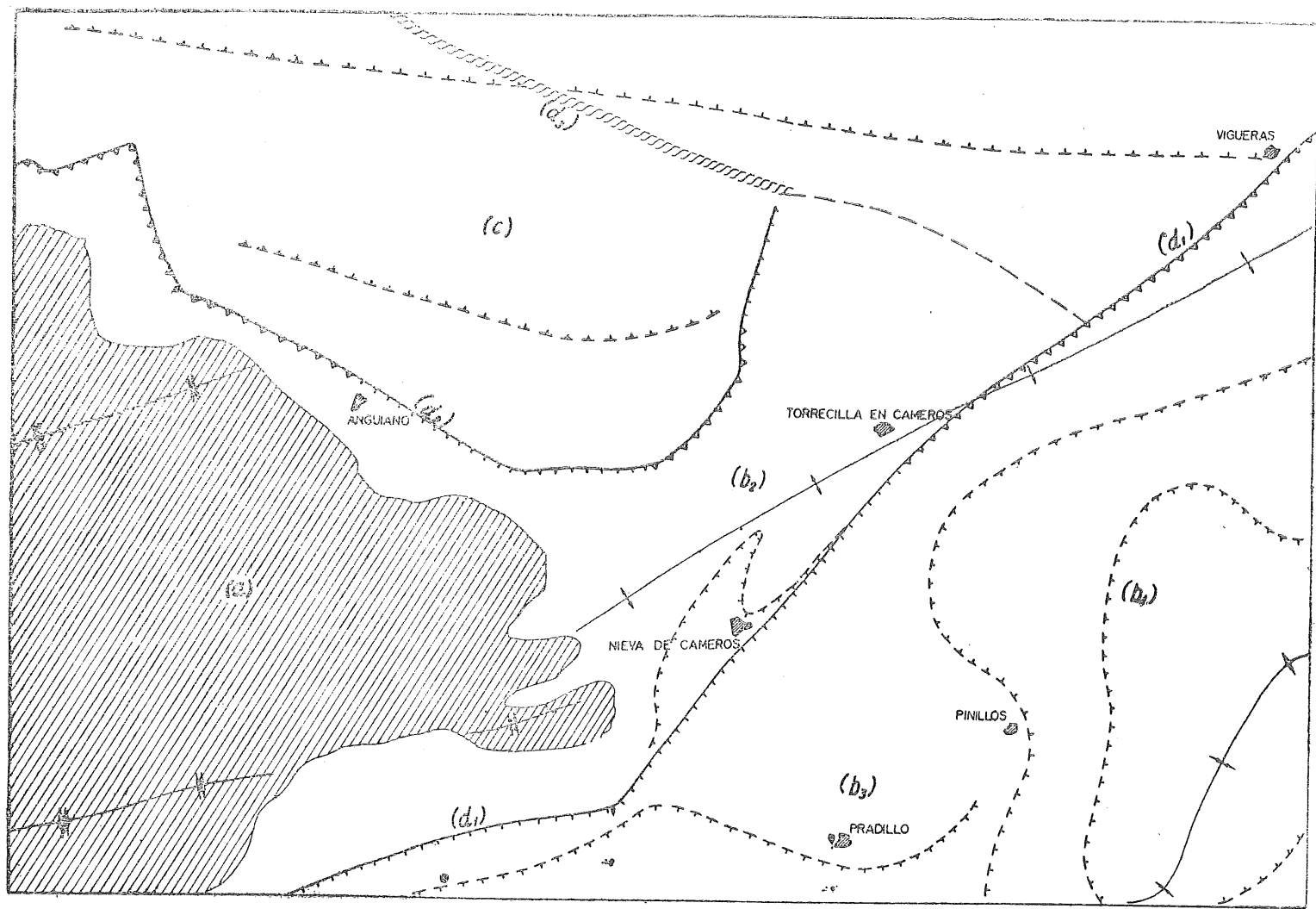


Fig. 1.—Esquema estructural de la Hoja de Anguiano.

RASGOS DE GEOGRAFIA FISICA Y HUMANA

1) GEOGRAFIA FISICA

La Hoja que nos ocupa está situada entre los meridianos 0°50' y 1°10' al E. respecto de Madrid y los paralelos 42°10' y 42°20' de latitud norte. La orografía es muy accidentada, estando cruzada la zona de N. a S. por las sierras de San Lorenzo, Camero Nuevo y Camero Viejo, estribaciones de la Sierra de la Demanda, las cuales se hallan separadas entre sí por los valles de los ríos Najerilla e Iregua, ambos afluentes del Ebro.

Las alturas más importantes son los vértices geodésicos de: Urbana (1.667 m.), Valdeloshaces (1.551 m.): Reló (1.035 m.), Guardias (1.011 m.), Conejera (811 m.) y Franco (981 m.), en la parte occidental de la Hoja, correspondiente a la Sierra de San Lorenzo. A Camero Nuevo corresponden los vértices: San Cristóbal (1.759 m.); Puntón (1.491 m.), Planos (1.001 m.), Arbejones (1.199 m.), Laguillos (1.224 m.), Umbría (1.101 m.), Alto del Cabezo (1.175 m.), Cocucha (1.202 m.), Gamellones (1.430 m.), Collados (1.361 m.), Ponzo (1.229 m.), Arias (1.034 m.), Serraderos (1.491 m.), Valdelia (993 m.), Piedra Hincada (1.272 m.) y Peña Moya (941 m.).

En la zona oriental de la Hoja los vértices son: Castejón (1.251 m.), Peñas Malas (1.203 m.), Ribacinto (1.131 m.), Santa Marina (1.090 m.), Rasa (1.338 m.), Pinos (1.250 m.), Cerrajera (1.406 m.) y Castillo de Viguera (1.044 m.).

Los cursos de agua más importantes en la Hoja son los ríos

Iregua y Najerilla, afluentes del Ebro, los que se reparten casi por completo las abundantes aguas de esta zona.

Uno y otro discurren por angostos valles, siendo aprovechadas sus aguas en numerosos regadíos y centrales eléctricas. A lo largo de estos valles se sitúan los principales núcleos de población, aunque existen también aldeas a regular altura en los montes.

El río Najerilla penetra por la parte occidental de la Hoja, recibiendo en seguida las aguas de los ríos Brieva y Valvanera, siguiendo en dirección NE. hasta llegar a Anguiano, formando numerosos saltos y cascadas. Toma después dirección N., pasa por Bobadilla y cercanías de Baños de Río Tobía y sale de la Hoja después de recibir en este tramo las aguas de los arroyos Regadillo, Canto Grande, Pedroso y Ledesma, por la derecha, y del río Tobía y arroyo de Riocoja por la izquierda. Su caudal es de unos 1.200 m³/seg. a la entrada en nuestra zona.

Como decimos anteriormente, sus aguas están aprovechadas por numerosas centrales eléctricas que proporcionan flúido a la región y son utilizadas luego en regadíos de hortalizas y frutales en las zonas donde, por ensancharse algo el valle, han podido cultivarse terrenos en las orillas del río.

El río Iregua penetra por el sur en la zona central de la Hoja, pasando por Villanueva de Cameros, Pradillo, Torrecilla en Cameros, Panzares y Castañares, saliendo por el ángulo NE. en dirección de Islallana. Recibe por la izquierda las aguas del río Alberos, en el que se ha construido el pantano de González de La casa, y los arroyos Blanca, Alcantarilla y San Pedro. A la margen derecha van a parar los arroyos de Rioseco y Tómalos.

El caudal medio del Iregua es de unos 1.100 m³/seg. en Pradillo. Sus aguas, como las del Najerilla, son aprovechadas en pequeñas pero numerosas centrales eléctricas y en regadíos.

El río Leza atraviesa por el ángulo SE. de la Hoja a lo largo de unos cinco kilómetros, pasa por Laguna de Cameros y recibe las aguas del río Tejada, aunque su confluencia con éste cae fuera de nuestra zona.

El clima de la zona, debido a las alturas que la rodean, cubiertas de nieve gran parte del año, es destemplado y frío. Las lluvias son más abundantes y frecuentes en las sierras de Cameros y San Lorenzo que en Logroño capital, cuyo promedio anual es de unos 500 milímetros.

En los meses de verano son frecuentes las tormentas de gran

aparato eléctrico y abundantes aguaceros, y en el invierno las nevadas son intensas y persistentes, impidiendo en numerosas ocasiones el tránsito rodado por las carreteras y caminos de la zona.

Las temperaturas mínimas absolutas en las partes montañosas son de -16° a -20° , y las máximas absolutas de 36° a 41° . Las medias invernales son las más bajas de las zonas de la Península. Las medias veraniegas oscilan alrededor de los 20° .

2) NUCLEOS DE POBLACION Y GEOGRAFIA HUMANA

Todo el territorio comprendido en la Hoja corresponde a la provincia de Logroño. Los núcleos de población más importantes se sitúan a lo largo de los valles del Najerilla, Iregua y Leza.

Debido sin duda a una disminución de la riqueza pecuaria en las zonas montañosas, muy floreciente en otros tiempos, los naturales de dichas zonas emigran en gran parte a otras provincias y en consecuencia los municipios allí radicados son de corto número de habitantes, que rara vez llegan a los mil, según los últimos censos.

La principal riqueza de la zona son los bosques y la industria de ellos derivada, como serraderos, fábricas de muebles, etc. Hay también regadíos de hortalizas y remolacha azucarera, en los valles de los ríos y arroyos. Finalmente, en la parte norte de la Hoja existen cultivos de cereales y vides, pues casi forman parte de la región natural denominada La Rioja.

Los ganados son de las especies lanar y cabrío principalmente y aunque, como dijimos, esta riqueza ha tenido en otros tiempos mayor importancia, hoy en día también es digna de tenerse en cuenta por los abundantes pastos de las zonas montañosas.

Los ríos son abundantes en truchas y cangrejos.

La relación de municipios comprendidos en la Hoja es la siguiente:

| | <u>Habitantes</u> |
|-----------------------------|-------------------|
| Almarza de Cameros | 154 |
| Anguiano | 1.664 |
| Baños de Río Tobía | 1.483 |
| Bobadilla | 281 |
| Castroviejo | 222 |
| Estollo | 402 |
| Galiinero de Cameros | 73 |
| Laguna de Cameros | 392 |
| Ledesma de la Cogolla | 177 |
| Matute | 562 |
| Muro en Cameros | 198 |
| Nestares | 131 |
| Nieva de Cameros | 454 |
| Ortigosa | 958 |
| Pedroso | 481 |
| Pinillos | 81 |
| Pradillo | 193 |
| El Rasillo | 214 |
| Tobía | 187 |
| Torrecilla en Cameros | 1.470 |
| Vigueras | 754 |
| Villanueva de Cameros | 313 |
| Villaverde de Rioja | 265 |

3) COMUNICACIONES

La carretera general de primer orden Madrid-Logroño por Medinaceli y Soria cruza la Hoja en dirección casi S. a N. siguiendo el curso del río Iregua. Esta carretera pasa por Villanueva de Cameros, Pradillo, Torrecilla en Cameros, Panzares y Castañares, saliendo por el ángulo NE. en dirección a Logroño. De ella parten ramales para los pueblos situados en las partes más montañosas, como Pinillos, Almarza de Cameros y Vigueras, por la derecha, y Ortigosa, Nieva de Cameros y Nestares, por la izquierda.

En el ángulo SE. atraviesa la carretera local del Puerto de Piquerías a Logroño, que pasa en el trayecto comprendido en la Hoja por Laguna de Cameros y de la cual sale un ramal a Muro en Cameros.

La parte occidental de la Hoja está atravesada igualmente, de S. a N., por la carretera comarcal de Salas de los Infantes a Ceniceros, por Nájera. Esta sigue el curso del Najerilla, pasa por Anguiano, Bobadilla y Baños, y de ella derivan ramales a Brieva, Monasterio de Valvanera, Pedroso, Matute, Viilaverde de Rioja y Ledesma de la Cogolla.

Estas vías de comunicación se ven completadas por una red de carreteras forestales de acceso a los montes para el transporte de la madera, que se halla en general en buen estado de conservación y que está siendo ampliada actualmente.

Con todo lo cual puede asegurarse que la zona comprendida en la Hoja está, en general, bien comunicada y solamente las partes más elevadas son de difícil acceso, especialmente las alturas de Camero Nuevo.

La zona está bien de alojamientos.

4) AGRONOMIA Y GANADERIA

Como ya hemos adelantado, gran parte de la zona que nos ocupa está cubierta de bosques, principalmente de hayas, en alturas superiores a los 800 m. Hay también, aunque en menor extensión, encinares, robledales y pinares.

Los cereales son escasos, predominando el centeno y existen cultivos de patata y otros de verano en las planicies. En la parte norte de la Hoja hay cultivos de viñedos en las laderas hacia el Ebro hasta los 650 m. de altitud.

La ganadería es abundante, especialmente la lanar trashumante de raza merina. También hay, aunque en menor escala, ganado vacuno y cabrío, que completan el aprovechamiento de los abundantes y verdes pastos de la zona.

5) CAVERNAS

No queremos terminar el presente capítulo sin hacer una breve reseña de las cavernas existentes en la cuenca del río Iregua. Existe un interesante trabajo de Garín (3) en el que se hace una detallada descripción de las exploraciones en ellas efectuadas y en el que las divide en tres grupos para su estudio.

En el primer grupo, que comprende las del término de Ortigosa, hay un gran número de ellas, algunas muy próximas al pueblo, en el macizo de calizas jurásicas, que forma el tajo por donde discurre el arroyo de los Albercos, afluente del Iregua. En casi todas ellas existen pruebas de haber sido habitadas por el hombre en diversas épocas. Las cuevas exploradas son las siguientes: Cueva de los Hombres, de las Mujeres, San Patricio, La Tajadita, La Salita, La Viña y Tajón o de Los Tejones. Los trozos de vasijas y de cerámicas varias allí encontradas parecen indicar que corresponden a los primeros tiempos del cristianismo.

El segundo grupo comprende las cuevas del término de Pradillo. Las dos principales son las llamadas superior e inferior de la Peña de la Miel, que debe su nombre a las numerosas colmenas que se crían en sus grietas. En una y otra cueva se han encontrado numerosos restos de cerámica y huesos perforados, todo lo cual parece que pertenece al último período neolítico o a la primera edad del bronce.

El mayor número de cavernas pertenece al tercer grupo, término de Torrecilla de Cameros. Entre éstas se citan las llamadas Cueva Lóbraga, Cueva de Tómalos y Cueva de los Murciélagos. Están situadas al S. de Torrecilla y a una cota, sobre el río Iregua, de 169 metros. Los restos de vasijas y cerámicas varias allí encontradas también parecen indicar que corresponden a las edades neolítica y primera del cobre. También se encontraron en ellas restos de esqueletos humanos, por lo que pudiera suceder que se tratara de sepulturas neolíticas, que sería de mucho interés estudiar detenidamente.

III

ESTRATIGRAFIA

GENERALIDADES

La estratigrafía de la Hoja de Anguiano es muy interesante y movida.

Los sedimentos más antiguos que encontramos en la Hoja pertenecen al Algónquico, con filadios verdes y negros. Sobre éste reposa el Cambriano, del cual hemos podido distinguir varios tramos.

En el inferior, correspondiente al Georgiense, hemos separado de abajo arriba:

C₁₂. Cuarcitas predominantes.

C₁₃. Pizarras verdosas y violetas.

Sobre este último aparece un tramo de pizarras con bancos intercalados de caliza gris-marrón (C₁₄). Por último encontramos un tramo de esquistos arcillosos verdes (C₁₅).

El Cambriano medio lo compone una serie potente de cuarcitas y pizarras (C₂).

En el Cambriano superior o Potsdamés hemos distinguido un tramo potente de cuarcitas con intercalación de algunos bancos de pizarras (C₃₁) y que insensiblemente pasa a un tramo de cuarcitas y esquistos (C₃₂).

Discordante sobre la serie paleozoica nos encontramos con el conglomerado basal del Buntsandstein, formado casi exclusivamente por canto silíceo y cemento arenoso, al que sigue un potente tramo de arcillas y areniscas de color rojo dominante.

No hemos visto sedimentos pertenecientes al Muschelkalk en la zona comprendida en la Hoja de Anguiano, y del Bunt se pasa de una manera insensible al Keuper, representado por su facies típica de arcillas y margas de colores abigarrados, con abundancia de yesos. A veces se intercalan entre las margas pequeños asomos de carniolas amarillentas, que hacia la parte superior toman más importancia, hasta constituir con las calizas dolomíticas del Lías inferior un tramo bien definido.

Sobre este paquete de calizas encontramos una potente serie margo caliza, que representa el Lías superior y medio y que incluso llega hasta el Dogger.

A continuación viene un tramo calizo en bancos potentes de color gris en superficie, negro y fétido en fractura, completamente azoico, pero cuya asignación al Dogger ha resultado fácil por su siempre clara posición estratigráfica entre tramos bien datados paleontológicamente.

Remata la serie jurásica un terreno de potencia variable, que a veces llega a los 300 m., formado por margas y margo-calizas negras, fétidas, que termina en un banco de unos 20 m. de potencia, de calizas negras, aunque en superficie aparecen rojizas, debido al tinte de los terrenos superiores. En este tramo hemos recogido fósiles que nos indican la presencia de sedimentos marinos, hasta el Sequanense.

La sedimentación pasa ahora de marina a continental. Comienza por un banco de arcillas rojas de un metro de potencia, que a veces pasa desapercibido. Sigue un tramo de unos cinco metros de potencia formado por una pudinguilla de granos de cuarzo redondeados, unidos por un cemento exclusivamente silíceo, y luego una potente serie de areniscas, margas y arcillas en las que predominan los colores rojos y verdes.

Continúa la serie con un tramo de calizas tableadas, grises, que se rompen en lajas sonoras y hacia el final se continúa con areniscas, que a veces son verdaderas cuarcitas, arcillas y margo-calizas.

No vemos en la Hoja de Anguiano el techo de esta formación wealdica que se continúa por el sur y este de la misma.

No se encuentran en la Hoja sedimentos más modernos hasta el Oligoceno, representado por unos conglomerados de borde que pasan a arcillas y areniscas hacia el norte.

El Mioceno superior está representado por una formación de-

trítica constituida por cantos redondos de tamaño variable, sin apenas trabazón, lo que le confiere un aspecto «morrénico».

El Cuaternario lo constituyen los depósitos aluviales recientes de río y ladera.

Vamos a estudiar seguidamente cada uno de estos tramos y allí justificaremos su clasificación en la columna estratigráfica, dando además una relación de los fósiles encontrados.

PALEOZOICO

La ausencia de fósiles en los terrenos paleozoicos de la Sierra de la Demanda ha obligado a los geólogos que la han estudiado a relacionar sus terrenos con otros mejor datados, como son los de Asturias y los aragoneses, a los que la Sierra de la Demanda parecía servir de eslabón de enlace.

Ahora bien, tal estudio de correlación se sale fuera de los límites de la presente Memoria, por lo que inevitablemente hemos de apoyar nuestras observaciones en esos estudios, en especial en los de Schriel (26) y Lotze (13).

Nuestra labor va a ser meramente descriptiva de cuanto existe en la Hoja de Anguiano, así como su posición relativa.

La cuestión de la presencia o no del Siluriano, ha sido ampliamente debatida. Para Schriel todo el Paleozoico de la Sierra de la Demanda es de edad cambriana, y aunque más tarde Hernández Sampelayo y Sos afirman haber encontrado el Siluriano, lo hacen apoyándose sobre descubrimientos paleontológicos de especies nuevas o no muy determinantes. Por último y muy recientemente, Lotze rebaja aún más la serie de Schriel hasta identificar el Algónquico.

Insistimos en que los límites de la presente Memoria no son suficientes para poder opinar sobre la cuestión, por lo que hemos seguido el mismo criterio de Lotze.

ALGONQUICO

Las capas más antiguas que encontramos, en el núcleo de un anticlinal al sur de Anguiano (A) son unas pizarras arcillosas muy metamorfozadas, de brillo sedoso y de color verde oscuro, que alternan con pequeños bancos de cuarcitas micáceas.

CAMBRIANO INFERIOR

Sobre las pizarras anteriores aparece una cuarcita clásica (C_{11}), estratificada en bancos potentes, que Lotze asimila a la cuarcita de Bambola, clasificada en su localidad original como del Cambriano inferior. Del estudio petrográfico de esta cuarcita se deduce que en su estado primitivo era una arenisca.

Este paquete en la base presenta una zona más clásica que puede asimilarse a un conglomerado cuarcítico metamorfozido y que para nosotros representa el tránsito del Algónquico al Cambriano.

El espesor aproximado de este tramo es de 300 metros.

Sobre la cuarcita de Bambola reposa una serie alternante de pizarras arcillosas verdes y violetas (C_{12}), que según Lotze y Schriel son un equivalente a los esquistos de Embid. Su espesor en la Hoja de Anguiano es de 200 a 250 metros.

Al techo de esta formación encontramos una serie cuarcítica en bancos potentes, que resalta vivamente en el paisaje en forma de crestones (C_{13}), de tonalidades oscuras. Schriel confundió esta serie cuarcítica con la anterior cuarcita de Bambola, lo que le hace dar una interpretación errónea de la tectónica de la sierra. Este error ya aclarado por Lotze ha sido comprobado por nosotros. El espesor de estas cuarcitas es de 100 a 150 metros.

Sobre este paquete reposa una nueva serie esquistosa (C_{14}) de colores verdes y violetas más abigarrados que la serie antes descrita de esquistos de Embid (C_{12}). Lotze la identifica con los esquistos abigarrados del Jalón. Su potencia en esta zona es de unos 100 metros.

El Cambriano inferior termina en nuestra zona con tres paquetes de menor potencia, el primero de los cuales (C_{15}) corresponde a una serie alternante de dolomías con delgados lechos de esquistos. Las dolomías son de color oscuro y en ellas se observan huellas que pudieran referirse a formas orgánicas totalmente inclasificables.

El segundo y tercer paquete que hemos reunido en la notación (C_{16}) lo forman una serie de esquistos arcillosos que culminan en una serie de unos 50 metros de cuarcitas en masa.

CAMBRIANO MEDIO

Con el símbolo (C_9) hemos representado una serie monótona de capas alternantes de cuarcitas, pizarras y grauwackas.

El paquete comienza con una alternancia de cuarcitas y pizarras, uniforme, de unos 100 metros de potencia. Sobre éste aparece otro mucho más potente en el que se encuentran lechos de grauwackas y areniscas con ocurrencia ocasional de bancos de verdaderas cuarcitas y pizarras. Este conjunto tiene una potencia aproximada de unos 500 metros.

Tampoco aquí se encuentran fósiles, pero siguiendo el criterio de Lotze lo hemos incluido en el Cambriano medio.

CAMBRIANO SUPERIOR

La edad de los paquetes superiores del Paleozoico de la Sierra de la Demanda ha sido ampliamente discutida por numerosos autores.

Esta potente serie, de más de 2.000 metros de espesor, es bastante más silíceas que las formaciones subyacentes y, por ello, algunos autores la han identificado con las cuarcitas típicas de la base del Siluriano español.

La analogía, sin embargo, no es del todo exacta, ya que en la Sierra de la Demanda encontramos intercalados algunos bancos arcillosos que faltan en la típica cuarcita armoricana del Arenig.

Para el mismo Hernández Sampelayo «todas las pistas y fósiles cuarcitosos tienen tipo plano, supracambriano, sin que hayamos visto ninguna cruciana de tipo siluriano, ni en las pizarras ni menos en las cuarcitas superiores. Como, por otra parte, algunas de las pistas son idénticas a las citadas como de trilobites en el Cambriano inferior por Walcott, y se ofrecen casi sin interrupción desde las pizarras verdes, dan un fondo de duda respecto a la gran extensión que en esta zona puede tener el Georgiense».

Después de una lectura detenida de los trabajos de Hernández Sampelayo y Sos, creemos que no hay aún suficientes razones para atribuir estos estratos superiores al Siluriano.

En la denominación de Cambriano superior distinguimos dos potentes tramos de más de mil metros de potencia cada uno.

El más inferior está formado por una serie alternante de areniscas y esquistos con predominio de las primeras, y el superior lo constituye una monótona serie de cuarcitas en bancos potentes con intercalaciones de esquistos y zonas más arcillosas de poca potencia en relación con las cuarcitas.

En este tramo se encuentra el conocido yacimiento fosilífero del Collado de las Tres Marías. Visitado este yacimiento por nosotros, no hemos tenido la suerte de encontrar ningún fósil determinativo.

BUNTSANDSTEIN

Discordante sobre la serie paleozoica encontramos un nivel de potencia variable, que a veces sobrepasa los 60 metros, formado por un conglomerado constituido por cantos de cuarzo, en general poco rodados, con algunos trozos de pizarras y cuarcitas, unidos por un cemento silíceo, de coloración rojo intensa.

Estos conglomerados basales, bastante duros y tenaces, pasan a veces desapercibidos debido a lo espeso del bosque, pero pueden estudiarse claramente en la zona de Las Bacarizas, al sur de El Rasillo.

Poco a poco, conforme se asciende en la serie, el número y tamaño de los cantos es menor y el cemento silíceo se convierte en una arenisca, cuyos granos de cuarzo casi no pueden distinguirse a simple vista.

Estas capas de arenisca no suelen tener gran potencia. Generalmente alternan con capas más arcillosas, textura pizarreña, en cuyos planos de exfoliación suelen verse bastantes laminillas de mica blanca.

Toda esta serie presenta tinte rojo oscuro, observándose las rocas con alto contenido en óxidos de hierro

Hacia la parte superior, las areniscas son de color más claro, con algunas zonas verdosas. El conjunto tiene un gran parecido con el Wealdense, por lo que cuando algún accidente tectónico los pone en contacto, la separación es bastante difícil, tanto por su analogía litológica como por la casi total ausencia de fósiles en ambos tramos. Así ocurre al sur de Las Bacarizas. La falla que

pasa entre El Rasillo y Ortigosa pone en contacto el Bunt de Las Bacarizas y al Wealdense de Los Arbejones, tan sólo separados por un Cuaternario también teñido de rojo.

Aparece el Bunt en forma de faja alargada rodeando la mancha paleozoica del ángulo SO. de la Hoja.

Antes de llegar a Brieva, junto al límite inferior de la Hoja y fuera de ella, encontramos las areniscas micáceas con intercalaciones de cuarzos rojizos, N. 70 E.-45 S., discordantes sobre las pizarras silurianas. Aquí el conglomerado basal casi no se aprecia, aunque suelen verse abundantes cantos sueltos de cuarzo.

La faja de Bunt sigue por San Cristóbal y Bacarizas hasta El Rasillo. Junto a la Ermita de San Mamed, de este último pueblo, afloran las areniscas y cuarzos micáceos, N. 72° E.-30° S., de color rojo oscuro.

El camino de Nieva de Cameros a Anguiano, pasa en gran parte de su recorrido sobre las areniscas y margas vinosas, y la faja continúa al S. de Anguiano, a salir por el O. de la Hoja.

KEUPER

Como ya hemos dicho al hablar de los rasgos geológicos, no hemos visto sedimentos pertenecientes al Muschelkalk en la zona comprendida en la Hoja de Anguiano, y del Bunt se pasa de una manera insensible al Keuper.

Está representado el Keuper por su facies típica de arcillas y margas de colores abigarrados, con predominio de los rojos y violetas

Abundan los yesos, blancos, grises o rojos, que son objeto de explotación continua, especialmente en Ortigosa.

El Keuper aparece sobre el Bunt en faja continua, aunque a veces, debido a su pequeña potencia, puede quedar recubierto por los derrubios de éste.

La falla de Torrecilla de Cameros la deja al descubierto al E. de Nestares, en la hoz del Iregua, y por Peñaloso y Los Palomares sigue por el S. del Castillo de Vigueras, hasta el SE., de este último pueblo.

Los conglomerados oligocenos lo recubren a veces, así como aparece entre ellos debido a fallas más recientes. De esto último

nos ocuparemos más detenidamente en el capítulo correspondiente a Tectónica.

Intercalados en las margas encontramos pequeños niveles de carniolas, cuyas cavidades suelen estar rellenas de un polvillo blanco, producto de descomposición de los elementos que forman la roca.

SUPRAKEUPER Y LIAS INFERIOR

Como ocurre en casi toda la Ibérica, hacia el techo de la formación anterior toman decididamente importancia las carniolas, que insensiblemente se cargan de carbonato magnésico, hasta constituir unas verdaderas dolomías.

Ante la imposibilidad de una separación eficaz, y dada su absoluta ausencia de fósiles, los incluimos en un mismo paquete y así han sido representados en el mapa adjunto a esta Memoria.

La roca se hace más densa y hacia la parte superior vuelve a elevarse su contenido en cal, constituyendo unas calizas gris claras, de aspecto litográfico y fractura concoidea, con abundantes vetillas de calcita.

Desde luego puede afirmarse que la sedimentación tuvo que ser ininterrumpida durante el tránsito del Triás al Lías, ya que se hace de una manera insensible.

SINEMURIENSE - BAJOCIENSE INFERIOR

Están representados estos tramos por una potente serie margo-caliza, en la que alternan calizas tableadas y margas, predominando estas últimas hacia el centro del paquete.

Las características litológicas de los tramos liásicos son análogas a las de casi toda la Ibérica, e idéntica la abundancia de fósiles.

Hacia la parte superior de la serie margo-caliza encontramos unas calizas tableadas que nos han suministrado abundantes fósiles bajocienses, en especial ammonites piritizados, pero como la diferenciación litológica no es lo suficientemente clara para poder extenderla a toda la Hoja, preferimos incluirlo en este apartado.

La mancha liásica más importante de la Hoja de Anguiano la

encontramos en los alrededores de Torrecilla en Cameros. Próximo al p. k. 293 de la carretera nacional de Medinaceli a Pamplona (nos referimos a la numeración del mapa, pues recientemente han sido modificados los indicadores kilométricos), en unas margas grises, hojosas, casi pizarreñas, hemos encontrado:

Arietites sauceanus, d'Orb. Sinemuriense.

Rhynchonella batalleri, Dubar. Toarciense.

Terebratula sp.

Pecten sp.

Pholadomya sp.

Belemnites sp.

y en esa carretera, pero un poco más al sur:

Rhynchonella dumbletonensis, Dar. Charmutiense.

Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.

Passaloteuthis paxillosus, Schlot. Charmutiense.

Ammonites sp.

La desviación que pasa por Torrecilla en Cameros proporciona un buen corte de parte de la serie liásica. Aquí, en alternancia de calizas margosas y margas hemos recogido numerosos ejemplares de:

Rhynchonella tetraedra, Sow. Charmutiense.

— *northamptonensis*, Walker Charmutiense.

— aff. *plicatissima*, Quenst. Toarciense.

Terebratula sp.

Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.

Ostrea sp.

Pecten sp.

Cardium sp.

Spiriferina tumida, v. Buch. Charmutiense.

Harpax spinosus, Sow. Charmutiense-Toarciense.

Pleuromya liasina, Schüb. Charmutiense.

Hildoceratoides cf. *bicolorae*, Bon. Charmutiense.

Ammonites sp.

Belemnites sp.

En Cerro Plandero, al N. de Torrecilla, hemos encontrado:

Rhynchonella dumbletonensis, Dar. Charmutiense.

— *northamptonensis*, Walker. Charmutiense.

Rhynchonella cynocephala, Richard. Toarciense.
 — aff. *plicatissima*, Quenst.
Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.
 — *subpunctata*, Dar. Charmutiense.
Waldheimia sempinata, Sow. Charmutiense.
Spiriferina tumida, v. Buch. Charmutiense.
Griphaea cymbium, Lam. Charmutiense.
Pholadomya reticulata, Agass. Charmutiense.
Chlamys humberti, Dumort.
Cardium sp.
Pecten sp.
Pseudopecten aequivalvis, Sow. Charmutiense.
Hildoceras bifrons, Brug. Toarciense.
Bassaniceras bassani, Fuc. Charmutiense.
Praelioceras aff. *insuetum*. Fuc. Charmutiense.
Ammonites sp.
Belemnites sp.

El camino de Torrecilla en Cameros a Arenzana, corta a las capas liásicas en casi todo su recorrido. En las proximidades del kilómetro 5, se encuentra abundante fauna de:

Rhynchonella dumbletonensis, Dar. Charmutiense.
 — *fodinalis*, Tate. Charmutiense.
 — aff. *plicatissima*, Quenst. Toarciense.
 — *batalleri*, Dubar var. *tifritensis*.
 — Flamand. Toarciense.
Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.
Terebratula sp.
Pseudopecten aequivalvis, Sow. Charmutiense.
Pholadomya ambigua, Sow. Charmutiense.
 — *reticulata*, Agass. Charmutiense.
Pleuromya jauberti, Dumort. Charmutiense.
Acrocoelites blainvillei, Votz. Toarciense.
Passaloteuthis paxillosus, Schlot. Charmutiense.
Megateuthis sp.
Ausseites sp.

En esta misma zona y a lo largo del arroyo del Serradero, hemos recogido:

Rhynchonella tetraedra, Sow. Charmutiense.
 — *cynocephala*, Richard. Toarciense.

Rhynchonella fodinalis, Tate. Charmutiense.
 — *batalleri*, Dubar. Toarciense.
 — — — var. *tifritensis*. Flamand.
 Toarciense.
 — aff. *plicatissima*, Aveust. Toarciense.
Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.
 — *edwardsi*, Dar. Charmutiense-Toarciense.
 — *cornuta*, Sow. Charmutiense.
Waldheimia sesupinata, Sow. Charmutiense.
 — *lycetti*, Dar. Toarciense.
 — *carinata*, Sow. Toarciense.
Epithyris subvoides, Röm. Charmutiense.
Spiriferina rostrata, Opp. Charmutiense.
 — *tumida*, v. Buch. Charmutiense.
Griphaea cymbium, Lam. Charmutiense.
Harpax spinosus, Sow. Charmutiense-Toarciense.
Pecten sp.
Ceromya varusensis, Dumort. Toarciense.
Pholadomya sp.
Pleuromya liasina, Schüb. Charmutiense.
Panopaea aff. *cornelia*, d'Orb. Charmutiense.
Opis carusensis, d'Orb. Lías-Toarciense.
Belemnites sp.

Al este del cerro de Peñas Malas, en la vertiente al río Iregua, en unas margas y calizas tableadas margosas, existe también una abundantísima fauna de:

Rhynchonella tetraedra, Sow. Charmutiense.
 — *batalleri*, Dubar. Toarciense.
 — *fodinalis*, Tate. Charmutiense.
Terebratula submaxillata, Dar. Toarciense.
 — *ovolum*, Quenst. Charmutiense-Toarciense.
Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.
Waldheimia lycetti, Dar. Toarciense.
 — *carinata*, Sow. Toarciense.
Arctostrea rastellaris, Münst. Toarciense.
Aequipecten aff. *fibrosus*, Sow. Toarciense.
Pholadomya reticulata, Agass. Charmutiense.
 — sp.
Pleuromya jauberti, Dumort. Charmutiense.

Cardium sp.

Mytilus scalprum, Sow. Lías.

En lo alto del Collado de Valleluenga, los fósiles hallados en las margas han sido:

Terebratula resupinata, Sow. Charmutiense.

Chlamys textorius, Schlot. Charmutiense-Toarciense.

Hildoceras bifrons, Burg. Toarciense.

Stephanoceras raquinianum, d'Orb. Toarciense.

Passaloteuthis paxillosus, Schlot. Charmutiense.

y junto al Corral de los Guardias, en la misma zona:

Terebratula ovolum, Quenst. Charmutiense-Toarciense.

Waldheimia lycetti, Dar. Toarciense.

Griphaea cymbium, Lam. Toarciense.

Plagiostoma giganteum, Sow. Charmutiense.

Ctenostreon proboscideum, Sow. Toarciense.

Hildoceras bifrons, Brug. Toarciense.

Stephanoceras raquinianum, d'Orb. Charmutiense.

Acrocoelites blainvillei, Voltz. Toarciense.

Belemnites sp.

A lo largo del arroyo de las Navas, al O. del vértice Cocucha, siguen las capas liásicas con:

Rhynchonella tetraedra, Sow. Charmutiense.

— aff. *plicatissima*, Quenst. Charm.-Toarc.

Terebratula sp.

Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.

Waldheimia lycetti. Dar. Toarciense.

Pholadomya ambigua, Sow. Charmutiense.

Gryphaea cymbium, Lam. Toarciense.

Pecten sp.

Belemnites sp.

Odontobelus sp.

Al S. del vértice San Cristóbal, en la zona de Granedo, hemos recogido:

Rhynchonella tetraedra, Sow. Charmutiense.

Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.

pero un poco más arriba del tramo, en las mismas capas se encuentran abundantes ejemplares de:

Garantiana garanti, d'Orb. Bajociense.

Leptosphinctes nicolescoi, Gros. Bajociense.

Strenoceras niortensis, d'Orb. Bajociense.

Normanites cf. *braikenridgie*, Sow. Bajociense.

Stephanoceras humphresi, Sow. Bajociense.

— *brodiali*, Sow. Bajociense.

Sphaeroceras brongniarti, Sow. Bajociense.

Al O. de la Ermita de San Manuel, en El Rasillo, encontramos inmediatamente debajo del paquete calizo que consideraremos en el apartado siguiente, unas calizas margosas gris-amarillentas en superficie, gris-negras en fractura, dirección y buzamiento N. 70 W-12 N. que nos han suministrado:

Rhynchonella sp.

Terebratula sp.

Waldheimia carinata, Sow. Toarciense.

Garantiana bifurcata, Zeilen. Bajociense.

— *baculata*, Quenst. Bajociense.

— sp.

Stenoceras niortense, d'Orb. Bajociense.

Stephanoceras humphresi, Sow. Bajociense.

Leptosphinctes nicolescoi, Gross. Bajociense.

— *lucretius*, d'Orb. Bajociense.

Cadomites sp. Bajociense.

Dorsetensia sp.

Acrocoelites blainvillei, Voltz. Toarciense.

Belemnites sp.

Más al norte, en el camino de Nieva de Cameros a El Cabezo, debajo de unos conglomerados miocenos, en las margas liásicas, hemos recogido:

Rhynchonella sp.

Griphaea cymbium, Lam. Charmutiense.

Pseudopecten aequivalvis, Sow. Charmutiense.

Entolium sp.

Unicardium onesimeii, Defr. Toarciense.

Damortieria radians, Rein. Toarciense.

Sægueniceras algovianum, Opp. Domeriense.

Belemnites sp.

Esta abundancia de fósiles característicos casi siempre de los tramos altos del Lías, permite reconocer sus afloramientos, aun los más diminutos. En donde está el barranco de la Umbría a la carretera de Medinaceli a Pamplona, en un pequeño afloramiento, casi totalmente cubierto por derrubios cuaternarios, nos ha suministrado:

Rhynchonella cynocephala, Richard. Toarciense.
Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.
Ephityris subovoides, Röm. Charmutiense.
Pholadomya sp.
Belemnites sp.

A veces, como ocurre en las proximidades de Ortigosa, la disposición de las capas, alteradas por repetidas fallas, no es clara, pero su riqueza fosilífera nos permite determinar exactamente su edad. En esta zona, por encima de la fábrica de mantas, hemos recogido:

Rhynchonella cynocephala, Richard. Toarciense.
 — aff. *plicatissima*, Quenst. Toarciense.
Alectromya sp.
Terebratula sp.
Zeilleria punctata, Dar. Charmutiense.
Waldheimia resupinata, Sow. Charmutiense.
Griphaea cymbium, Lam. Charmutiense.
Epithyris subovoides, Roem. Charmutiense.
Entolium cingulatus, Goldf. Charmutiense.
 — *palaemon*, d'Orb. Charmutiense.
Pecten sp.
Hammatoceras insigne, Schub. Toarciense.
Acrocoelites blainvillei, Voltz. Toarciense-Bajociense.
Dactyloteuthis irregularis, Schlot. Toarciense.

Al sur del pueblo de Anguiano las capas liásicas, después de ponerse verticales, se tumban hacia el N. sobre las calizas bajocienses. En los tramos superiores, que son los más bajos de la serie, se han encontrado:

Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.
 — *subpunctata*, Dar. Charmutiense.
Spiriferina tumida v. Buch. var. *ascendens*, Eudes-Desl. Charmutiense.

Griphaea cymbium, Lam. Charmutiense.
Pseudopecten aequivalvis, Sow. Charmutiense.
Pholadomya reticulata, Agass. Charmutiense.
Pieuromya liasica, Schüb. Charmutiense.
Unicardium stygis, Dumort. Toarciense.
Protogrammoceras bassani, Fuc. Charmutiense.
Algoceras jamesoni, Sow. Charmutiense.
Belemnites sp.

En los terrenos finales de esta serie y antes de llegar al paredón calizo de Anguiano, los fósiles han sido:

Strenoceras niortense, d'Orb. Bajociense.
Stephanoceras sp. Bajociense.

Como puede verse, también aquí se pasa insensiblemente del Toarciense al Bajociense inferior, razón por lo que los hemos representado juntos. A veces estas margas bajocienses son algo amarillentas, pero en general no son lo suficiente distintas.

Esta misma banda de Anguiano, se prolonga hacia el oeste por el Cerro Peñalba, y allí hemos recogido:

Rhynchonella sp.
Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.
Waldheimia resupinata, Sow. Charmutiense.
Epithyris subovoides, Röm. Charmutiense.
Pseudopecten aequivalvis, Sow. Charmutiense.
Pholadomya reticulata, Agass. Charmutiense.
Aristiceras perspiratum, Fuc. Domeriense.
Belemnites sp.

Próximo a la Ermita de San Bartolomé, al NO. de Nestares las margas liásicas nos han suministrado:

Rhynchonella cynocephala, Richard. Charmutiense.
Waldheimia lycetti, Dar. Toarciense.
Spiriferina verrucosa, Buch. Toarciense.
Camptonectes cf. *annulatus*, Sow.
Pholadomya sp.
Arietites sp.

y en donde se cruzan el camino del Serradero con el de Torrecilla a Pedroso:

Rhynchonella fodinalis, Tate. Charmutiense.
 — *callicosta*, Quenst. Charmutiense.

Zeilleria punctata, Sow. Charmutiense.
Chlamys humberti. Dumort. Charmutiense.
Pholadomya reticulata, Agass. Charmutiense.
Arieticeratites perspiratum, Fuc. Domeriense.

Los ejemplares recogidos en los yacimientos fosilíferos son muy abundantes, la mayoría en muy buen estado de conservación, ahora bien, no hemos visto las capas que en otros puntos de la Ibérica son una verdadera lumaquela de rinconellas, terebrátulas y péctenes, casi en exclusividad.

BAJOCIENSE MEDIO

El techo de la formación anterior lo constituye una serie de bancos de calizas duras, gris claras en superficie, pero bastante oscuras en fractura, con puntos brillantes, debidos a tallos de crinoides cristalizados.

El espesor de estas calizas es variable, alrededor de unos 75 a 100 metros, y a veces mayor.

Para Olagüe, estas capas deben representar el Bajociense superior y el Bathoniense, pero nosotros hemos tenido la suerte de encontrar fósiles bajocienses al techo y muro de las mismas, por lo que podemos afirmar que sólo representan una parte del Bajociense, que denominamos medio.

En las calizas no hemos encontrado un solo fósil clasificable, si acaso restos orgánicos de imposible determinación.

En general se presentan muy trastornadas y careadas. En ellas existen abundantes cuevas (Torrecilla en Cameros, Ortigosa, etcétera), con signos evidentes de haber estado habitadas por el hombre prehistórico. En capítulo aparte damos una relación de las cuevas conocidas, así como la descripción de algunas de ellas.

BAJOCIENSE SUPERIOR-SEQUANENSE

Sobre las calizas anteriores se encuentra en la superficie de la Hoja de Anguiano una potente formación margo-caliza, cuyo color varía del pardo oscuro al negro.

Alternan bancos más calizos con zonas margosas. Las calizas al corte son negras, pero no brillantes como las anteriores, sino sucias y muy fétidas.

La potencia de estas capas calizo-margosas suele ser de un metro aproximadamente y el banco superior, de unos 10 metros de potencia, más calizo, destaca vivamente junto a la Ermita de Nuestra Sra. de Tómalos, en Torrecilla en Cameros, donde superficialmente está teñido de rojo por los terrenos wealdenses que reposan sobre él.

La potencia total de esta serie es de unos 300 metros.

No son muy abundantes los fósiles clasificables y para poder encontrar los que reseñamos a continuación tuvimos que dedicar a su búsqueda varias jornadas. La abundante vegetación la hace todavía más difícil.

Sobre las calizas del terreno anterior, en las margas negras, y al S. de la falla que pasa por Torrecilla en Cameros, encontramos:

Rhynchonella subsoleta, Dar. Bajociense.
Terebratula submaxillata, Dar. Bajociense.
Waldheimia carinata, Lam. Bajociense.
Pleuromya sp.
Pholadomya murchisoni, Sow. Bajociense-Bathoniense.
 Tallos de crinoides.
 Radiolas de cidaris.
Pecten sp.

Junto a la desviación de la carretera de Ribabellosa, más abajo del banco de corales, se encuentran:

Terebratula sp.
Waldheimia carinata, Lam. Bajociense.
Terebratula sphaeroidalis. Sow. Bajociense.
Camponectes sp.

Tanto en esta zona de margas negras, como en la que corta la carretera de Nieva de Cameros a la Venta, los fósiles son muy raros y están mal conservados.

Junto al pueblo de Pinillos, el arroyo de Rioseco da un corte casi completo de la serie jurásica superior, y allí hemos recogido, en unas capas bien estratificadas N. 20 W. 25 N.:

Corales inclasificables.
 Tallos de millericrinus.

Rhynchonella sp.

— *concinna*, Sow. Bathoniense.

— *obsuleta*, Sow. Bajociense.

Mytilus cf. *scalprum*, Sow. Jurásico.

Al S. del Rasillo, en el lugar conocido como Cantera de Elorza, Olagüe señala la presencia del banco más superior de la serie marina, análogo al de Ntra. Sra. de Tómalos, en Torrecilla en Cameros, con corales, consiguió determinar:

Rhynchonella huddlestoni, Rollier. Rauraciense.

Terebratula zietenii, Lord. Sequanense.

Visitado el yacimiento por nosotros hicimos una gran recogida de fósiles, entre los que hemos podido clasificar:

Trochocyatus sp.

Confusastrea cf. *therenini*, Etallon. Sequanense.

Tanastrea arachnoides, Park. Rauraciense.

Epismilia albatica, From. Sequanense.

Millericrinus sp.

Isocrinus sp.

Cidaris marginata, Goldf. Sequanense.

— *florigema*, Phill. Sequanense.

Rhynchonella varians, Schlot. Oxfordiense-Sequanense.

— *inconstans*, Sow. Sequanense.

— aff. *plicatella*, Sow.

— nov. sp. ?

Terebratula subrella, Leym. Sequanense-Kimmeridgense.

— *filagensis*, Walker. Sequanense.

Lopha cf. *hastellata*, Quenst. Sequanense.

Camptonectes sp.

Pectínidos inclasificables.

Pholadomya (*Homomya*) *hostulena*, Agass. Sequanense.

Pleuromya cf. *varians*, Agass.

Plagiostoma cf. *quenstedii*, Moesch. Sequanense-Kimmerid.

Lima sp.

Mytilus sp.

Serpula ilium, Goldf. Sequanense-Kimmeridgense.

que confirman la edad del horizonte coralino.

En Anguiano, en la parte inferior del paquete margoso oscuro, hemos recogido:

Garantiana bifurcata, Ziet. Bajociense.

Leptosphinctes lucretius, d'Orb. Bajociense.

Belemnopsis canaliculata, Schlot. Bajociense.

y en la misma franja, en dirección al Cerro Peñalba:

Leptosphinctes martiusi, d'Orb. Bajociense.

Perisphinctes sp. Bajociense.

Stephanoceras sp. Quenst. Bajociense.

Oppelia subradiata, Sow. Bajociense.

Como puede observarse, los fósiles encontrados a uno y otro lado del paredón calizo que cruza el río Najerilla, por Anguiano, son casi los mismos.

En las proximidades de Ortigosa puede seguirse muy bien la sucesión de los terrenos jurásicos. Desgraciadamente, como ocurre en casi todo este Jurásico, los fósiles no son muy abundantes ni están bien conservados y los que se encuentran son especialmente braquiópodos no muy determinativos.

Olagüe, en sus «Notas para el estudio del Jurásico en La Rioja», da corte muy detallado de la zona de Ortigosa. Los primeros fósiles que encuentra son de edad bathoniense y nosotros hemos encontrado algunos de edad bajociense, y lo mismo él que nosotros tenemos bien determinado el banco de corales como de edad sequanense.

A partir de aquí encontramos el cambio de sedimentación de marina a continental.

Los fósiles clasificados por nosotros de la zona de Ortigosa, recogidos no como Olagüe por la Ermita de San Felices, sino en la margen opuesta del río, son los siguientes:

Rhynchonella subangulata, Dar. Bajociense.

Terebratula buckmani, Dar. var. *buckmaniana*, Walk. Baj.

Chlamys dewalhuei, Oppel. Aaleniense-Bathoniense.

Camptonectes richei, Dechaseaux. Bajociense-Bathoniense.

Pecten sp.

Mytilus bipartitus. Sow. Oxfordiense.

— sp.

Pholadomya pancicostatae, Loem. Oxfordiense.

Belemnopsis canaliculata, Schlot. Oxfordiense.

Rhynchonella inconstans, Sow. Sequanense.

Teleosaurus suprajurensis, Schlosser. Sequanense.

De la misma zona, el antiguo maestro nacional de la localidad, don Melchor Vicente, cita:

- Ammonites backeriae*, Sow.
 — *humpresianus*, Sow.
Mytilus sowerbyanus, d'Orb.
Ostrea gregaria, Sow.
Pholadomya acuminata, Harm.
 — *trapezina*, Bur.
Rhynchonella inconstans, Sow.
 — *varians*, Schlot
Trigonia denticulata.

WEALDENSE (FACIES)

Incluimos en esta denominación los terrenos inmediatamente superiores al banco de calizas de corales del Sequanense, con facies continental.

Sabido es que en este punto de la Ibérica, los sedimentos continentales se extienden a veces desde el Dogger hasta el Cenomanense, por lo que queremos aclarar de una vez para siempre que cuando hablamos de Wealdense nos referiremos a terrenos con esta facies y no sólo a la facies continental del Neocomiense.

En la Hoja de Anguiano, la transición de marina a continental se hace a partir del Sequanense, por lo que parte de estos sedimentos serán, quizá, de edad jurásica. No es visible en la Hoja el techo de la formación, pero en zonas próximas (Fuentetoba, Prójamo, etc.) hemos comprobado se trata del Albense en facies de Utrillas.

Al estudiar el Wealdense de las provincias de Soria y Logroño es imprescindible tener presente el magnífico trabajo de los ingenieros de Minas Palacios y Sánchez Lozano. Pese al tiempo transcurrido, sus estudios sólo en algunos casos han podido ser corregidos en detalle.

Comienza el Wealdense en la Hoja de Anguiano con un banco de arcillas rojo-amarillentas de un metro de potencia, al que siguen cinco metros de una pudinguilla de granos de cuarzo, de pequeño tamaño, redondeados, unidos por un cemento exclusivamente silíceo. Se trata, pues, de los terrenos correspondientes a la playa o límite de la transición.

Sobre estos terrenos se desarrolla una potente serie de areniscas, margas y arcillas de color rojo predominante, con zonas más verdosas debidas a cargarse la roca de clorita.

Hacia la parte superior de este tramo se intercalan algunos lechos de calizas, gris-amarillentas, de facies lacustre, que en zonas próximas, pero ya fuera de la Hoja (Brieva, Munilla, etc.), toman una mayor importancia.

La potencia de este tramo, apreciada por nosotros, es de unos 500 metros.

A los tramos anteriores sigue una serie de calizas arenosas, bien estratificadas en lechos delgados, de color gris-blanquecinos fácilmente reconocibles porque al golpearlos con el martillo se rompen en lascas sonoras. La potencia apreciada de este tramo es de unos 100 m., que a veces parece mucho menor, por estar teñidas por las rocas que las rodean. Estas calizas arenosas se hacen a veces mucho más densas, hasta convertirse en verdaderas areniscas y hasta casi cuarcitas.

Sobre las calizas en lascas descansa una potente serie, en que alternan areniscas densas y tenaces con arcillas y margas, verdosas, negras y rojizas, en estructura más o menos pizarreña, entre las cuales se intercalan algunos lechos de calizas negras.

En las areniscas se encuentran raíces, simples, retorcidas y estriadas, normales a la estratificación.

El espesor apreciado de este tramo en la Hoja de Anguiano es superior a 1.000 m., lo que nos da un espesor de unos 1.700 metros para el Wealdense visible en la Hoja.

Como ocurre con casi todas las formaciones continentales, su facies es bastante variable aun en zonas próximas.

No existe discordancia apreciable entre el Wealdense y su yacente en la superficie de la Hoja de Anguiano, pese a haberla y muy pronunciada en zonas próximas situadas más al E. (hoja de Munilla), en donde a veces se le ve reposar directamente sobre el Trías. De ello hablaremos más adelante al ocuparnos de la tectónica.

No son muy abundantes los fósiles clasificables en este Wealdense. Nosotros sólo hemos recogido unos restos de unio y unas impresiones de plantas filicales en los alrededores de Ortigosa y algunas areniscas con escamas de pez. Al parecer los mejores yacimientos se encuentran fuera de la superficie de la Hoja, aunque próximos a la misma.

De los recogidos en esta zona de Ortigosa (fuera de la Hoja) por don Melchor Vicente, y estudiados por el Dr. Bataller, damos una relación a continuación con los yacimientos aproximados para el conocimiento de la fauna de este Wealdense.

Desmorte carretera, cerca del Pantano:

Equisetum ligelli.

Campito Bajero:

Sphenopteris mantelli, Brong.

— *cordai*, Dunker.

Scheropteris sinuata, Saporta.

Pecopteris polymorpha, Dunker.

— *dunkeri*, Schimper.

Hausmania dicotoma, Dunker.

Cladophlebis browniana, Dunker.

Ruffordia goepperti, Dunker.

Nathorstia valdensis, Seward.

Entre San Cipriano y Campito Bajero:

Cladophlebis browniana, Dunker.

Rhizocaulon vetus?, Sap.

La Solana:

Unio menki, Dunker.

Barranco Hondo, Villanueva:

Paludina carinifera, Mantell.

Junto Aguas Ernas y Bajero:

Unio vicentei, Bataller.

Mojón Alto:

Cydas subtrigona, Dunker.

Mina «Correos», debajo de Mojón Alto:

Pisidium exaratum, Dunker.

Mojón Alto, Villoslada:

Unio vicentei, Bataller.

Taenidium sp.

Cypris sp.

Diente de *Hybodus*.

Diente de *Pholidosaurus*.

Restos de peces.

Mandíbula de pez?

Escamas de *Lepidotus*?

OLIGOCENO SUPERIOR

Después de los terrenos wealdenses encontramos en la Hoja de Anguiano una gran laguna estratigráfica, debida sin duda a acción erosiva, ya que en zonas próximas están presentes las formaciones del Cretáceo superior.

Los primeros sedimentos posteriores al Wealdense que encontramos son eminentemente detríticos, constituidos por conglomerados poligénicos, de tamaño muy variable, con cantos angulosos y rodados, unidos por un cemento margo-arcilloso de color rojizo.

Hacia el N., es decir, hacia la depresión del Ebro, el tamaño de los cantos es menor, hasta pasar insensiblemente a areniscas, margas y arcillas.

No existe criterio paleontológico ni estratigráfico para la determinación de la edad de estos sedimentos, y para su catalogación hemos de apoyarnos en razonamientos tectónicos.

Durante el periodo oligoceno se desarrollan los plegamientos alpinos, que han afectado a esta zona con intensidad variable. Los primeros sedimentos eoceno-oligocenos han debido ser plegados conjuntamente con la serie mesozoica.

Ahora bien, los sedimentos detríticos presentes en la Hoja de Anguiano están prácticamente horizontales, salvo en las zonas de contacto con la serie mesozoica, en donde han sido levantados violentamente e incluso cabalgados por la misma.

Como dice Ríos «constituyen estos depósitos el relleno final de la depresión antes de los últimos espasmos alpinos de finales del Oligoceno y hasta el momento en que cesa el hundimiento geosinclinal de la fosa. Se atribuye al Oligoceno los sedimentos detríticos que aún corresponden a régimen de hundimiento, por atenuado que éste sea, y al Mioceno los sedimentos químicos y pelíticos del régimen de desecación final. Los límites entre ambos quedan mal definidos y son arbitrarios».

En nuestra Hoja, al S. de Baños de Río Tobía, encontramos algunas hiladas de yesos, que aunque no hemos delimitado en la

representación efectuada, por ser muy débiles y sus límites poco precisos, pudieran corresponder ya al Mioceno.

La potencia mínima, en la Hoja, de los conglomerados, es de unos 800 m., pero por sondeos realizados en el interior de la cuenca del Ebro, ya fuera de la Hoja, se sabe que alcanzan cifras superiores a los 4.000 metros.

Los ríos Najerilla e Iregua producen en estos conglomerados unos cortes de innegable belleza.

MIOCENO SUPERIOR

Hasta tiempos muy recientes han venido siendo atribuidos al Cuaternario unos potentes aglomerados de cantos más o menos rodados, algunos con un volumen superior a los tres metros cúbicos, unidos por una pasta en general poco coherente, formada por arcillas arenosas.

Los cantos son eminentemente silíceos, procedentes de las capas paleozoicas o infracretáceas, aunque también existen cantos de calizas negras jurásicas.

En la Hoja de Anguiano encontramos dos manchas de esta formación. Una que corta el río Iregua entre Panzares y Nestares y que hacia el O. llega hasta el S. de Castroviejo, a la manera de una cuña entre las formaciones liásicas y los conglomerados oligocenos a que antes nos hemos referido y sobre los cuales reposa en discordancia.

La otra mancha, situada entre los pueblos Nieva de Cameros, El Rasillo, Villanueva de Cameros y Pradillo, ocupa los parajes de la Dehesa y Alto del Cabezo y descansa discordante sobre las formaciones mesozoicas que le rodean.

La poca consistencia de este conglomerado hace que sus suelos estén sueltos por meteorización y sobre ellos se desarrolle el monte bajo, tan cerrado que impide la buena observación, por lo que sus límites, especialmente en el Cuaternario, están desdibujados.

Por la simple observación de estas manchas de la Hoja de Anguiano, no habíamos podido atribuirles edad y sólo indicar que son posteriores al Oligoceno, sobre el cual se ponen a veces.

Oriol Riba, estudiando otras manchas análogas situadas más al N., ha podido demostrar su paso lateral a formaciones típica-

mente miocenas y afirmar que «Los conglomerados del borde norte de La Demanda y de la Sierra de Cameros, señalados hasta ahora como cuaternarios, son de edad miocena superior (Vindoboniense-Pontiense) y no superiores al Pontiense».

CUATERNARIO

No tienen gran importancia los terrenos cuaternarios presentes en la Hoja de Anguiano.

Entre Torrecilla y Nestares encontramos una mancha cuaternaria formada por algunos conglomerados poco consistentes y tierras arcillosas que creemos deben atribuirse al Diluvial.

El río Iregua corre muy encajado en la Hoja y sus aluviones no son muy extensos, como los del Najerilla, aunque éstos se ensanchan más al norte de Anguiano.

Otra mancha aluvial está situada al E. de El Rasillo, donde está situado el Pantano de González Lacasa.

Aparte se encuentran rañas y pie de montes de poca importancia.

TECTONICA

1. GENERALIDADES

La Hoja de Anguiano presenta una disposición tectónica sumamente interesante. De una parte, el núcleo paleozoico de las estricciones de la Sierra de San Lorenzo; de otra, el conjunto wealdense y al N. los conglomerados y tierras terciarias y entre ellos los cordones mesozoicos que los limitan nos permiten investigar con claridad su disposición mutua y relación.

Los problemas tectónicos de la Hoja, dentro de la tectónica regional, han sido estudiados con diversa fortuna por varios autores, de los cuales pueden resumirse una serie de ideas generales, que expondremos a lo largo de este capítulo, completándolos con nuestras propias observaciones sobre la zona.

En primer lugar, conviene hacer notar el estilo geosinclinal del plegamiento que afecta al Paleozoico. Si bien su tectónica no es todo lo espectacular que Schriell (26) y Aitken (6) pretenden, en cuanto a mantos de tipo alpino y grandes cabalgamientos, es cierto en cambio la existencia de series potentes, vergencias y violencia de pliegues.

En segundo lugar salta a la vista la independencia de la actual estructura de pliegues paleozoicos con el plegamiento alpino, cosa que no ocurre con la estructuración de fallas que lo cruza. Las fallas paleozoicas afectan numerosas veces a estratos triásicos, jurásicos y cretáceos demostrando la edad alpina de las roturas y el tipo de reacción del Paleozoico a las sollicitaciones terciarias.

En tercer lugar, hay que observar el tipo de pliegues mesozoicos, para llegar a concluir que su fisonomía relativamente tranquila y adireccional se ordena en alineaciones en las cuales las capas se repliegan violentamente y amoldan a importantes fallas y accidentes de rotura de zócalo.

En la zona que nos ocupa, la mayoría de las formaciones mesozoicas se amoldan también a estas grandes fracturas y forman una unidad de manto a tectónica de rotura, pero difieren notablemente en sentido de plegamiento.

Queda por último indicar que la formación local de importantes derrubios conglomeráticos y las flexiones locales de los sedimentos terciarios testimonian otra actividad tectónica atenuada y reciente (mio-pliocena).

No puede hablarse de tectónica glacial con factor de erosión más que de deformación, de igual modo que la terraza reciente cerca de Nestares indica niveles erosivos distintos de los actuales.

En la fig. I se muestra un esquema estructural de la Hoja de Anguiano y se señalan los accidentes tectónicos más importantes, que pasamos a describir seguidamente.

2. ACCIDENTES TECTONICOS LOCALES

a) **Núcleo paleozoico.**—Lo componen un agudo sinclinal y un anticlinal más amplio, ambos de plano axial aproximadamente vertical con algo de vergencia N. y rumbo ENE.-OSO. La vergencia de sus planos indica que nuestra zona se sitúa en el casi eje de la dirección del plegamiento, un poco más al N. de ella (Lotze, 1950).

Como los sedimentos no alcanzan más que al Cambriano no puede determinarse aquí la edad del empuje principal. La mayoría de los autores, basándose en estudios realizados en la zona, sitúan los plegamientos en la fase astúrica, entre Viseano-Nemuriense, basado en determinaciones paleontológicas del Carbonífero, que aflora más al O. de la Hoja.

A falta de datos para juzgar en uno u otro sentido, les asignamos edad herciniana sin precisar más.

Es evidente una pequeña discordancia en el muro del Cambriano, con un delgado conglomerado de base. Lotze asigna esta

discordancia a la existencia de una fase orogénica entre Algónquico y Cambriano, la fase arryntica.

La forma de los pliegues paleozoicos puede verse en el corte I que acompaña al mapa con más claridad que cualquier explicación en el papel. La carretera de Brieva a Anguiano proporciona un magnífico corte de la estructura.

A este conjunto de pliegues hercinianos se superponen una serie de fracturas de edad más moderna. Señalamos ante todo un grupo de fallas de desgarre de dirección media NO., que figuran en el mapa.

Schriel (26) los indica ya en su trabajo, pero su representación cartográfica es por demás fantástica e irreal. El desplazamiento que figura en ella, de varios kilómetros, aun exagerado por exigencias representativas, es totalmente distinto de la realidad.

En las zonas en que hemos podido observarlos su magnitud no pasa de unos metros, decenas en ciertos casos, hasta el punto que nosotros mismos hemos tenido que exagerarlos en nuestro dibujo. No es pues de extrañar que Lotze (1959) no los represente. Por otro lado esto tampoco es justo, pues su importancia tectónica es grande, y aunque su intensidad sea pequeña se extienden a lo largo de varios kilómetros.

Todo el Paleozoico se encuentra completamente astillado. La esquistosidad visible en los tramos arcillosos difiere tan sólo unos grados del buzamiento de las capas, lo cual nos indica una gran profundidad de los sedimentos en los que se produjo.

Por último encontramos unos sistemas de cizalla y tracción que están especialmente en la carretera local al Monasterio de Valvanera y cuyo promedio de medidas se ha representado en el mapa que acompaña esta Memoria.

Se distinguen claramente en esta zona las diaclasas de cizalla, con su plano especular y resto de las superficies más rugosas y menos planas de las diaclasas de tracción o descompresión.

Puede verse que los planos de las diaclasas de descompresión son los planos aproximadamente bisectores de la cizalla. El arrumbamiento general de los pliegues paleozoicos no concuerda con el que se deduce de tales diaclasas, por lo que hay que considerarlas como alpinas. Al tratar de la tectónica de las series mesozoicas los componemos con las diaclasas de estas formaciones.

Las direcciones del sinclinal y anticlinal paleozoico indican un

empuje herciniano de dirección NNO., algo más al N. que la representación que da Lotze.

b) Los pliegues de la serie mesozoica.—Los estratos secundarios se presentan sin perturbación por fracturas en todo el ángulo SE. de la Hoja. Aquí se puede estudiar el estilo genuino de tales desplazamientos.

Aparece un gran sinclinal reposado con un eje poco definido, que entra en la Hoja por el E.-ENE. y termina en esta dirección en una semicubeta, dando paso a la bóveda de Pradillo. Este tipo de tectónica de «abolladura» pone el representativo de la serie supravariésica, allí donde no interfiere con fracturas.

La amplitud de domo y cubetas varía regionalmente y es función principal de la proximidad a zonas geosinclinales, y sobre todo del espesor de sedimento mesozoico—Terciario—plegado y de la potencia de la capa de despegue.

La extraordinaria potencia de la formación mesozoica (especialmente el conjunto de facies wealdense) y el exiguo espesor de la capa de despegue (Trías superior arcilloso-salino) condiciona los grandes abombamientos que se ven en la Hoja.

Resulta difícil dar un rumbo general para esta tectónica, y más con la poca extensión relativa de que disponemos en el ámbito de la Hoja de Anguiano. Si nos referimos a una extensión regional podemos asimilar el gran sinclinal wealdense de Laguna y Muro en Cameros a una estructura grande que denomina Richter (20) eje sinclinal de Brieva-Gávalos. En esta zona el eje penetra por el paralelo 42°12-13', por el E., y gira en seguida hacia el S., para abandonar la Hoja por los meridianos 1°8-9'. Al S. de la Hoja debe volver a orientarse casi E.-O., atravesando las cercanías de Brieva, al oeste.

Otra estructura mesozoica de importancia es el anticlinal de Torrecilla en Cameros. Dejando aparte las fracturas que flanquean a uno y otro lado el anticlinal, y de los cuales hablaremos más adelante, se puede reconocer en ella un eje orientado NE.-ENE., que en el trozo visible es sensiblemente paralelo al sinclinal de Laguna-Muro.

Al NO. de Nieva de Cameros hay un repliegue de menor orden que forma un pequeño pero agudo sinclinal, orientado también de modo parecido, NNE., a la estructura de orden superior en la que está inserto.

Los rumbos y buzamientos más significativos se hallan expresados en el mapa general en los puntos en que se han medido. El anticlinal de Torrecilla acaba por el SO. sobre un anticlinal paleozoico discordante y por el NE. bajo los conglomerados terciarios.

En el borde del anticlinal de Torrecilla y el sinclinal de Muro-Laguna existe, en el S. de la Hoja, una cúpula, la de Pinillos, suavemente abombada y que deja aflorar en el centro capas liásicas. El pequeño domo de Pinillos es significativo para clasificar el estilo tectónico de la zona, cuyos arrumbamientos cambiantes facilitan la formación de cúpulas allá donde presentan cambios bruscos de dirección.

c) Depósitos continentales terciarios.—Forman una serie monótona, isoclinal uniforme, buzando hacia el N. unos pocos grados (de 5 a 20°). Contrasta su aparente tranquilidad con los accidentes mesozoicos, y sobre todo en el contacto entre las formaciones terciarias y las más antiguas, que pasamos a estudiar a continuación.

d) Los bordes: fracturas y flexuras.—La Hoja de Anguiano presenta dos fracturas importantes, cuya longitud rebosa ampliamente los márgenes de la Hoja y alcanza dimensiones regionales. Ambos accidentes son conocidos desde antiguo y componen los rasgos tectónicos más característicos de la Hoja. Sin embargo, su posición, por lo menos dentro de nuestra zona, ha sido bastante discutida y según nuestro parecer erróneamente interpretada numerosas veces.

El emplazamiento de la fractura de Anguiano (*d₂*) por los geólogos alemanes de la escuela de Stille, por ejemplo, que la colocan entre el Paleozoico y Mesozoico, no es exacto. Esta equivocación arrastra consigo un desorden en la interpretación del borde de las potentes masas de conglomerados terciarios, hasta tal punto que el propio Schriell los da como miocenos en la memoria (26) y como oligocenos en el plano que acompaña a esa memoria (Schriell justifica esta anomalía en la memoria, pero adopta finalmente la edad miocena).

Lo abrupto del relieve y la vegetación espesa que cubre las zonas ha contribuido sin duda al confusionismo reinante.

Como hasta la fecha no se había estudiado nuestra zona con el detalle seguido por la escala 1 : 50.000, nada tiene de particular

que podamos rectificar algunas de las apreciaciones de anteriores estudios.

d₁) LA FALLA DE ORTIGOSA-NIEVA-TORRECILLA.—Este gran accidente separa todo el borde SE. de la Hoja y se extiende en los dos sentidos más allá de nuestra zona. En sentido estricto no se trata de una sola falla, sino de un conjunto que se releva a lo largo de fracturas de diversos desplazamientos, prolongándose unas en otras y con la característica común de ser fallas de compresión.

En la Hoja de Anguiano distinguimos tres tramos diferentes que se entrelazan en los extremos a través de una zona de múltiples fracturas. De NE. a SO., empezando por el borde E. de la Hoja encontramos:

d₁₁) Tramo primero.—Del S. de Vigueras al NE. de Nestares la falla tiene dirección ENE. y pone en contacto los conglomerados terciarios con el Triásico y Liásico inferior. El borde, oculto por derrubios en su mayor parte, se pone de manifiesto por la extensión de Keuper y Rético que se acumula en toda la zona al S. y SE. del Castillo de Vigueras. Los yesos se presentan aquí extrusivos, ya que el sentido primitivo de la fractura fue compresivo y por lo tanto impidió la salida en los primeros momentos de las masas plásticas.

Los yesos y los derrubios impiden la limpia observación de la falla. Los conglomerados están trastornados solamente muy cerca del borde, y allí, por lo que puede observarse, predomina el trastorno producido por el asomo yesífero sobre el producido primitivamente por la falla, el cual queda así enmascarado y prácticamente imposible de evidenciar.

En la zona de Nestares, tanto la falla como el Keuper quedan ocultos bajo los depósitos de conglomerados recientes indicados en el mapa. Indican dichos depósitos una zona de mayor inestabilidad, y en efecto ocurre aquí el entrelazamiento del tramo primero con el tramo segundo, que estudiamos seguidamente. Los indudables cortejos de fracturas secundarias que deben existir en profundidad quedan ocultos por los conglomerados recientes.

d₁₂) Tramo segundo.—Desde el SE. de Nestares hasta la zona de El Rasillo-Ortigosa, la falla *d₁* presenta un salto mucho menor (ver los cortes que acompañan al mapa general). Al E. de Torre-

cilla se ponen en contacto Keuper con Lías, y más al SO. Wealdense con Dogger y con Lías. La falla es muy clara desde Torrecilla a Nieva; hasta El Rasillo queda oculta por depósitos cuaternarios y se pierde cerca de El Rasillo.

En la zona de El Rasillo-Ortigosa tenemos el entronque con la tercera rama y puede observarse la zona de fractura bordeada por la carretera local de Ortigosa-El Rasillo. En el mapa general sólo hemos representado las principales roturas, para no perder la unidad de conjunto del accidente, pero hay muchas más irrepresentables individualmente en su totalidad.

d₁₃) Tramo tercero.—Desde Ortigosa hasta Brieva de Cameros, fuera de la Hoja, la falla toma una dirección más al ENE. Localmente la fractura coloca en contacto el Buntsandstein con el Malm y disminuye progresivamente de salto hacia el oeste. En el borde sur de la Hoja se encuentra ya Lías con Lías.

Con la distinción de los tres tramos efectuada queda descrita esta falla, que mantiene su unidad de conjunto, con un sentido general del flanco NO. descendido y el flanco SE. levantado compresivamente, es decir, estamos en presencia de una falla inversa con salto de falla reciente de SO. a NE. En efecto, en el borde este el salto mayor (conglomerados terciarios-Lías inferior como mínimo), ha producido los mayores desequilibrios y facilidades para poner en movimiento las exiguas masas de Keuper y Rético plásticas disponibles en la zona que termina en la formación de pequeños asomos diapíricos o semidiapíricos.

Quedan por último zonas de relieve que aunque localmente la falla pueda seguir fielmente un contacto entre pisos determinados y aproveche la existencia de un piso más plástico entre tramos consistentes (como es el caso de la porción Nieva-Torrecilla, entre Dogger calizo y pudinguilla de base wealdense con tramo plástico intermedio de margas negras del Malm), en conjunto corta indistintamente, como puede apreciarse en el mapa general, cualquier tipo de formación.

d₂) LA FALLA DE TOBÍA-ANGUIANO-MUÉLAGO-CERRO LA VUELTA. La denominaremos genéricamente falla de Anguiano. Hacia el oeste se extiende también mucho fuera de la Hoja, pero por el este acaba dentro de la misma. Tiene el mismo carácter que la fractura de Torrecilla, falla inversa, pero aquí encontramos zonas

donde se puede estudiar limpiamente el contacto mismo de la falla, debido a la afortunada coincidencia de poca vegetación, ausencia de derrubios y profundos tajos erosivos normales a los accidentes.

Aunque la carretera de Anguiano proporciona en el mismo pueblo un corte bueno, y desde el punto de vista turístico el más espectacular, la observación geológica detallada de la falla se puede hacer de modo magnífico ascendiendo desde Matute al Cerro Peñalba (véanse las fotografías del Cerro Peñalba, al final de la Memoria). La carretera forestal que cruza el cerro y facilita la visión de las series, no llega todavía desgraciadamente hasta el pueblo de Matute, por lo que por el momento la excursión ha de hacerse a pie. Ello explica en parte, por lo abrupto y escondido del lugar, que los autores alemanes (Schriel) que han estudiado la zona lo hayan ignorado y, basándose solamente en el corte por Anguiano, hayan equivocado la interpretación del accidente y los conglomerados que lo marginan.

Dividiremos también la falla en dos tramos, que se distinguen claramente en el mapa general. El oeste, hasta Muélago, de dirección SE., y el oriental, desde Muélago a Cerro la Venta, de dirección NNE.

d₃₁) Tramo oriental.—La falla comienza al N. bajo los conglomerados recientes terciarios y pone en contacto, primero, el Lías superior con los conglomerados terciarios y más al S. el Dogger con éstos. La mayor violencia la tiene al S. de Gamellones, donde las capas del Dogger se ponen verticales y se vuelcan.

Este tramo margina por el NO. al anticlinal de Torrecilla, que hemos ya descrito.

Unas decenas de metros más allá de la falla los conglomerados toman la disposición monoclinial, norvergente, normal en la serie. En la zona de Muélago, donde se insertan ambos tramos de la falla, de direcciones casi perpendiculares, se presenta un nuevo cortejo de fracturas secundarias, con dislocación de pequeñas dovelas, fallas de desgarre y fallas póstumas de descompresión, representados esquemática y sumariamente en el mapa general.

d₂₂) Tramo occidental.—Toma una dirección NO. casi perpendicular al tramo anterior, y es en él donde la falla adquiere la

mayor espectacularidad y violencia. El plano de falla, hasta ahora casi vertical, va inclinándose paulatinamente de E. a O. En Anguiano es todavía casi vertical, pero ya tiene buzamiento hacia el S. 60-70°, y en Cerro Peñalba el plano buza ya 30-20° al S., produciendo desplazamientos apreciables del flanco levantado de la falla inversa, y en dicho cerro precisamente un espléndido cabalgamiento del Liásico sobre los conglomerados.

En Anguiano la violencia del accidente se reparte en dos fallas, una principal, la del N., entre Mesozoico y Terciario, que forma propiamente el tramo de falla que estamos describiendo, y otro menor y local entre el Paleozoico y Triás, con el mismo carácter de falla inversa, aquí de plano casi vertical, con buzamiento al S., que ocasiona un contacto anormal entre Paleozoico y Lías, que puede verse subiendo por el sendero de Anguiano a Mari-malea, pero que no se prolonga más allá de la Ermita de San Quirico.

Esta falla de segundo orden ha sido tomada por Schriel como la principal, lo cual no es cierto en absoluto (comparar los cortes generales I y II).

La falla de Anguiano taja la serie mesozoica por diversos tramos. En Tobía es el Suprakeuper-Lías inferior el que está en contacto con los conglomerados. En Cerro Peñalba es el Lías superior; en la Ermita de San Quirico es el Dogger; finalmente en Anguiano es el Wealdense.

La repercusión en los conglomerados de la formidable presión que ha producido la falla inversa varía según la verticalidad del plano de falla. Por ejemplo, al E. de Anguiano, en el vértice Planos, donde el plano de falla anda cercano a la vertical, los conglomerados en el borde están muy levantados produciendo una falsa impresión de plegamiento. Apenas nos alejamos doscientos metros de la falla, hacia el norte, los conglomerados toman la disposición monoclinial suave típica de la zona. En Cerro Peñalba, donde el plano de falla es casi horizontal, se ha podido producir desplazamiento como resultado de la compresión, con estrujamiento del Lías, y allí los conglomerados, apenas unos metros más allá del plano de falla, no están en absoluto afectados.

Con todo esto se quiere hacer resaltar que los conglomerados, en esta zona, no han sido afectados por plegamientos en sentido estricto, como por ejemplo los conglomerados de base del Paleogeno en otro punto de la Cordillera Ibérica.

La tectónica de plegamiento que ha afectado al Mesozoico no lo ha hecho a estos conglomerados, los cuales han sufrido una *tectónica posterior de fractura* que engloba conjuntamente sedimentos paleozoicos, mesozoicos y cenozoicos.

Más adelante volvemos sobre este interesante aspecto comparándolo con la tectónica de fractura de otros puntos de la Cordillera Ibérica.

d₃) FLEXURA DE BAÑOS DE RÍO TOBÍA-VÉRTICE COLLADOS.—Entre los accidentes de borde de la Hoja incluimos éste, aunque propiamente no lo sea en superficie.

La serie monoclinial de conglomerados terciarios que se puede seguir cómodamente desde Anguiano hacia el N., por la carretera de Bobadilla y Baños de Río Tobía, se presenta en conjunto muy monótona. El buzamiento general es de unos 10 grados o menos al N.; sin embargo, en las cercanías de Baños hay una zona de unos cientos de metros de anchura en la que el buzamiento pasa a 15 y 20 grados al N. Prosiguiendo por la carretera hacia el norte la serie vuelve a su tranquilidad de 10 grados o menos.

Cerca de Ledesma de la Cogolla puede observarse una alteración local del buzamiento, y lo mismo en la zona más al este de Moncalbillo. Aquí nos encontramos con una formación de conglomerados muy recientes que se extienden ONO. a ESE. en alargada franja. El hecho en sí parece indicar alguna flexura o falla de fondo, la cual no ha llegado a la categoría de falla en la superficie visible, pero puede existir en profundidad y haber producido un desnivel suficiente para justificar la formación y disposición de estos depósitos conglomeráticos recientes.

En todo caso indica una inestabilidad del zócalo, activa todavía en tiempos de fines del Terciario o más cercanos todavía, que importa señalar.

Debe hacerse distinción entre esta flexura y las variaciones de buzamiento de los conglomerados en la zona del Castillo de Viñeras, producidos estos últimos por el diapirismo póstumo de los yesos.

Damos con esto fin a la descripción de accidentes tectónicos locales, que tratamos de colocar adecuadamente en el párrafo siguiente en el marco de la tectónica regional, extrayendo las oportunas conclusiones para terminar finalmente la historia geológica local.

3. TECTÓNICA REGIONAL

El primer trabajo completo de tectónica regional de la Sierra de la Demanda y el básico como punto de partida para un estudio posterior es, pese a sus varias equivocaciones, el de Schriell, tantas veces nombrado, y el de Richter y el de Lotze.

Schriell se apoya en el último, acepta sus opiniones y comete los mismos errores de aquél y participa también de sus éxitos.

Fundamentalmente son éstos al estudiar detalladamente el núcleo paleozoico de la Sierra de la Demanda como un semi-horst, fallado por el N. y separado normalmente bajo capas más modernas por el sur.

Schriell, quizás influido por las observaciones de Lotze y Richter, coloca las fallas principales en el contacto del Paleozoico con el Mesozoico. Este error, al menos en nuestra zona, arrastra el de considerar los movimientos alpinos en una única fase (sálica probablemente según dicho autor), afirmación imposible de mantener a la vista del cabalgamiento por falla inversa de Cerro Peñalba.

Posteriormente, autores españoles rectifican la apreciación y está ya aceptado que el borde terciario responde a una falla; por ejemplo, Riba (15).

Damos a continuación una síntesis regional de la tectónica, apoyándonos en cuanto de positivo se ha encontrado por autores anteriores a nuestro trabajo y por nosotros mismos.

a) **Movimientos variscicos.**—Está plegado el Paleozoico de la Sierra de la Demanda por los movimientos hercínicos; se admite generalmente que en su fase *astúrica*, ocurrida entre Westfaliense y Estefaniense. La dirección general de los plegamientos arrumba ENE.-OSO. en nuestra zona. El macizo paleozoico presenta una simple vergencia al N., contrariamente a la apreciación de Schriell, el cual coloca una *divisoria* que va desde Trinieblas y San Millán de Lara, al oeste, hasta Norte de Brieva y El Rasillo, en el este.

Dicha divisoria queda, pues, al S. del núcleo paleozoico y se prolonga hacia el SE. a lo largo de toda la Cordillera Ibérica.

A uno y otro lado de la divisoria los plegamientos aumentan de intensidad, hacia el N. por un lado y hacia el S. por otro

lado. Los pliegues paleozoicos pasan a más violentos y luego a estructuras de cabalgamientos y de cobijaduras.

Los mantos de corrimiento no están comprobados, pese a las afirmaciones de los geólogos alemanes, y más al NE., en la Ibérica, incluso se ha comprobado que no existen y pueden explicarse por tectónica de fractura de edad alpina.

Nuestra Hoja está sólo algo al N. de la divisoria, por lo que se encuentran tanto el sinclinal del S. como el anticlinal de Anguiano, con planos axiales relativamente perpendiculares y sin mayores accidentes.

El plano de Schriel en la zona que nos afecta es por demás fantástico y la rectificación de Lotze (13) lo demuestra palpablemente.

Los ejes de los pliegues paleozoicos buzan en nuestra zona ligeramente hacia el oeste.

b) Movimientos kimméricos.—Muchos autores insisten sobre la existencia de movimientos entre Jurásico y Cretáceo. Los promotores de esta idea son los geólogos discípulos de Stille.

En la Cordillera Ibérica, concretamente, no existen propiamente como movimientos orogénicos, sino como inestabilidades y nudaciones de tipo epirogénico. Desde el Jurásico medio se manifiestan movimientos de elevación y hundimiento de grandes zonas. Estos movimientos producen emergencias de algunas zonas (elevación de Ateca-Montalbán, por ejemplo) y cambios en el tipo de sedimentación, más extensos, que pasa de marina más o menos profunda a salobre y continental.

El cambio de sedimentación *no es simultáneo* en todas las regiones, por lo que si bien el Wealdense abarca generalmente el Cretáceo inferior, sus comienzos se sitúan desde el fin del Dogger hasta el Neocomiense, o aún más alto. Por ello en España este piso se considera más como *facies* no determinada a una sola edad.

En la Hoja de Anguiano el Wealdense se apoya sin discordancia angular sobre el Sequanense, a través de una pudinga de base de unos metros de potencia.

Los movimientos oscilatorios kimméricos se prolongan en esta Hoja desde el final del Sequanense hasta la base del Albense. La enorme potencia de los sedimentos wealdenses y el predominio en ellos de materiales silíceos y silicatados plantea la cuestión del origen de tales sedimentos. Como éstos no pueden provenir

sino del desmantelamiento del Paleozoico se llega a la conclusión de que en esta época nos encontramos con movimientos isostáticos de dos bloques.

a) Un bloque paleozoico, probablemente parecido al núcleo actual de la Sierra de la Demanda en ascenso y

b) Una zona en hundimiento rodeando aquélla, sobre todo en la mancha actual de depósito wealdense al SE. de La Demanda.

Estas oscilaciones generales de la Ibérica comenzaron antes en la región de Soria y al SE. de ella (cuenca de Calatayud) lo que produjo una facies wealdense en esa región ya a principios del Malm, mientras que en la Hoja de Anguiano no se llega a tal situación hasta finales del Sequanense.

De los movimientos isostáticos acaba predominando el de hundimiento de la cubeta wealdense, con arrasamiento del relieve paleozoico y pasó a un régimen, durante el resto del Cretáceo (Albense-Cenomanense, etc.), ya de nuevo marino.

Queda pues resumida regionalmente y en nuestra zona el grado y forma de actividad de los discutidos movimientos kimméricos.

c) Movimientos alpinos.—En la Cordillera Ibérica en general y en la unidad geológica paleomesozoica de La Demanda encontramos un Mesozoico plegado (inferiormente puede alcanzar hasta el Carbonífero y superiormente hasta el Eoceno) bajo un Terciario continental.

Dicho Terciario puede a su vez ser de varios tipos.

1) Discordante y replegado a su vez bajo un Terciario prácticamente horizontal.

2) Discordante por erosión y replegado a su vez bajo un Terciario prácticamente horizontal.

3) Discordante y en discordancias internas acabando insensiblemente en horizontal.

En el S. del valle alto del Ebro (Logroño como centro) se da un tipo parecido al 3). La serie oligocena pasa sin transición a la miocena rematada por el característico Pontiense continental. Al norte de la Sierra de la Demanda la sedimentación miocena parece detenerse al llegar, desde el O. hacia el E., hasta Pancorbo y Cerezo.

En todo el borde de La Demanda se observa: un conjunto

mesozoico plegado; unos conglomerados marginales y una serie de contactos anormales y de fracturas entre los paquetes mesozoicos y terciarios. El hecho de que en la zona de Anguiano hayamos comprobado la existencia de cabalgamientos por falla de los conjuntos secundarios sobre un Terciario horizontal y no plegado, obliga a considerar el plegamiento alpino en conjunto como dividido en dos principales empujes tectónicos:

1.º El empuje que ha plegado el Secundario.

2.º El empuje que ha hecho cabalgar el Secundario sobre el Terciario.

El movimiento más intenso en nuestra zona es el primero, al cual sigue una serie de dislocaciones y el comienzo del hundimiento de la fosa de Logroño.

En casi todo el resto de la Cordillera Ibérica, al SE. del núcleo de La Demanda, el Terciario puede dividirse claramente en un Paleogeno plegado y un Neogeno (desde Tortonense) no plegado o muy débilmente ondulado. Se admite entonces una débil fase pirenaica y un movimiento potente entre Oligoceno y Mioceno. Pero en el borde de la fosa de Logroño el Mioceno horizontal yace sobre un Oligoceno superior—Sr. Ríos (21)—también horizontal. La fase sálica, por tanto, no puede considerarse aquí como importante. La opinión de Schriell en contra de esto se basa en la identificación errónea de los sedimentos oligocenos del borde como miocenos. De admitir esto y probada la existencia de cabalgamiento del Mesozoico sobre los depósitos de borde (hecho ignorado por el geólogo alemán) había que admitir unos empujes rodánicos de gran intensidad.

Por ello nos vemos forzados a considerar en este área los empujes principales ante o intraoligocenos, pirenaicos en conjunto, y un segundo impulso más débil entre Oligoceno y Mioceno, sálico, cuyas peculiaridades veremos más adelante.

La fase intraoligocena produce en las series mesozoicas unos pliegues con gran variedad de arrumbamientos. En nuestra Hoja tienen direcciones principales NE., pero hacia el E. pasan en seguida a E.-O. y más al SE. se orientan NO.-SE., formando un curioso arco. Hacia el S. o SO. se orienta E.-O. y más al O. a rumbos ONO.-ESE. (fig. 2).

Resulta entonces el hecho curioso de que los ejes tectónicos de los pliegues se amoldan, no a los ejes del yacimiento paleozoico, sino al macizo actual paleozoico de La Demanda, a modo de olas

frente a una isla. El rumbo general de la Cordillera Ibérica, NO.-SE. a grandes rasgos, se distorsiona frente a La Demanda.

Los empujes generales de la Cordillera Ibérica son de dimensión NE.-SO. Del estudio de diaclasas, cuya síntesis significativa figura en el mapa general, se deduce para la Hoja de Anguiano

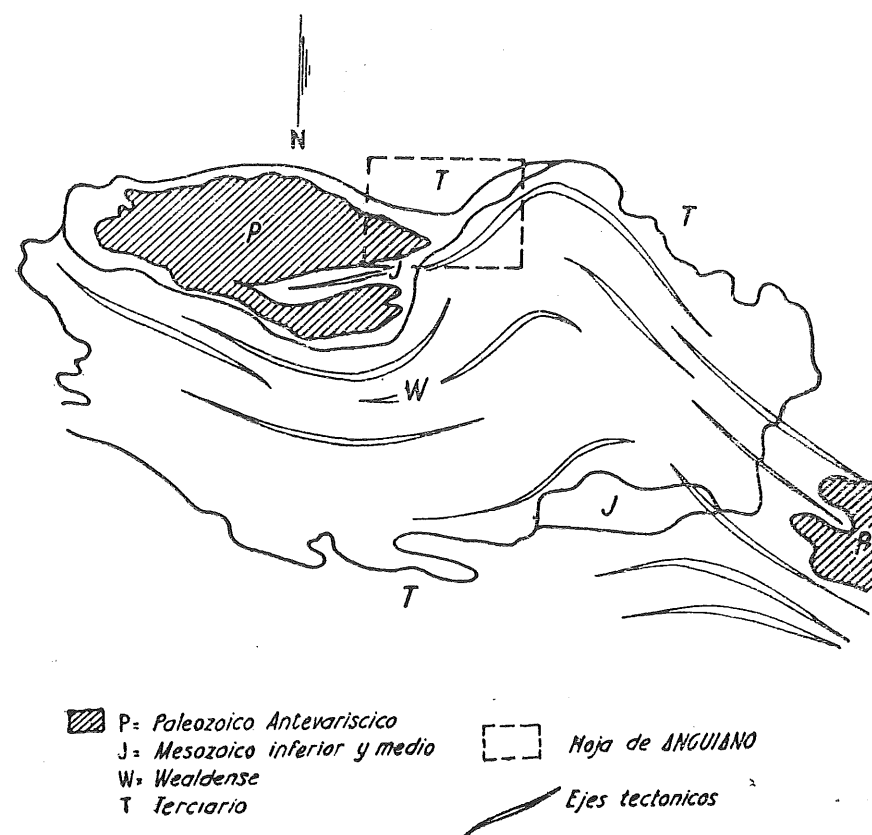


Fig. 2.—Representación esquemática de los ejes tectónicos alpinos.

una componente NNE. y otras E.-O., siendo la componente principal la primera (diedro agudo de las diaclasas). La concordancia de algunos sistemas de diaclasas de cizalla en el Paleozoico (fáciles de distinguir de los puntos de tensión por la limpieza del plano de rotura) con los del Mesozoico hace suponer que aquéllos son también debidos a los empujes de edad alpina.

La conclusión es evidente y muy interesante: en la zona que nos ocupa al empuje general de las Cadenas Ibéricas se ha sumado otro de componente NO.-SE., hasta dar como resultado el N.-NNE. que observamos. Ahora bien, dicha resistencia sólo puede provenir de un «escalón» del zócalo subyacente, es decir, del núcleo actual de La Demanda. *grosso modo*, frente a la cubeta wealdense. Es decir, la isla geológica del Paleozoico de La Demanda estaba ya significada de algún modo cuando tuvieron lugar los empujes pirenaicos durante el Oligoceno.

Hemos tocado ya la misma conclusión al hablar de los movimientos kimméricos, y la vemos aquí corroborada al estudiar las variaciones de rumbos de los pliegues alpinos. La existencia de un macizo paleozoico arrasado emergido o casi emergido por los movimientos kimméricos es un hecho comprobado más al SE. (Atca, cerca de Calatayud), pero este mismo hecho, en la zona paleozoico-wealdense entre Soria-Burgos-Logroño, no ha sido todavía suficientemente puesto de relieve.

Desde este punto de vista toda la región está insuficientemente estudiada y el hecho de que en los contactos conocidos el Wealdense repose sobre pisos jurásicos o liásicos lo ha enmascarado más todavía.

Sin embargo, más al E. de la Hoja de Anguiano, en Leza, el Wealdense reposa cada vez sobre pisos más antiguos. Richter interpreta esto como una falla ante el Wealdense y el substrato, pero Ríos (comunicación verbal) lo hace como contacto transgresivo por erosión, interpretación más de acuerdo con nuestra hipótesis. El salto de 400 m. de la «falla de Leza» parece más cómodo de explicar por erosión del yacente antes de la sedimentación wealdense, aquí transgresiva y que alcanza la zona en el segundo tramo, el calizo de dicha facies lacustre. El «retraso» del Wealdense en alcanzar la zona está de acuerdo con la mayor erosión sufrida por aquélla.

Cualquiera que sea la interpretación correcta de la zona de Leza, la confirmación más patente a nuestra hipótesis de la existencia de «islas» en el lago wealdense de La Demanda (no limitando esta designación al núcleo paleozoico) se ha obtenido en un sondeo realizado en pleno Wealdense cerca de Soria (Valdebro número 15), el cual, tras cortar la serie wealdense ha ido a tocar inmediatamente debajo de ella al Paleozoico. El hecho resultó por demás sorprendente, pues en Soria, allá donde se ve el yacente

del Wealdense se observa el Jurásico o Lías, a lo sumo. Como no puede aceptarse que en este punto no se sedimentara el Lías, no hay más remedio para explicar esta sorpresa que aceptar la anterior hipótesis de la erosión kimmérica y la existencia desde esa época de macizos resistentes en un zócalo profundamente desnivelado por aquellos yacimientos isotónicos.

El estudio detallado de las dimensiones de ejes alpinos en toda la región daría valiosa información sobre la situación de tales islas, labor que todavía está por hacer.

La cuestión siguiente a la existencia de estas islas kimméricas es la de su evolución hasta la fecha y su posición a lo largo de los tiempos. Hay todavía insuficientes datos, sobre todo en la región Demanda-Ollera para establecer conclusiones ni siquiera aproximadas. En toda la Hoja de Anguiano se depositaron desde luego las series completas desde el Buntsandstein hasta el Malm medio (Sequanense). La potencia de las margas negras del Malm, su tramo más alto marino, parece disminuir algo desde Ortigosa hacia el E., pero la variación no resulta apreciable dentro de los límites de la Hoja. El Paleozoico de la Sierra de Cameros está ya desmantelado hasta sus pisos más bajos cuando se depositó el Bunt. Las potencias de los pisos inferiores del Secundario parecen iguales en toda la zona, y ésta fue igualmente cubierta uniformemente por los tramos de base wealdense. Sin embargo, durante el principio y transcurso de esa época es cuando se establecen las diferencias de nivel en el zócalo, por abombamiento, y es también desde entonces cuando el núcleo paleozoico de La Demanda se fractura y comienza una historia geológica distinta de la Sierra Cebollera.

Al SE. y S. de Soria hay núcleos individualizados en que el Albense se apoya sobre el Trías y Paleozoico—Sepúlveda-Atienza; oeste de Calatayud; NO. de Montalbán (Schröder, 27)—. Pero estos núcleos, aunque quizás invisibles, deben existir también más al norte, sobre la zona de Soria y todo el borde de la cuenca wealdense potente, Cebollera y Valián.

En resumen, y para no alargar más la cuestión, *antes* de producirse los pliegues intraoligocenos existían ya unidades (bloques) individualizados, y de algún modo, aunque probablemente todavía en profundidad, tenían ya personalidad los bordes actuales del macizo de La Demanda e incluso la línea de borde sur del valle del Ebro.

Los pliegues pirenaicos se amoldan a estos «escalones». Con el plegamiento se produce emersión y erosión de los macizos de La Demanda y Cebollera. Tras el impulso y a lo largo del Oligoceno este movimiento de emersión va acompañado de otro de compensación isostática de hundimiento de la fosa de Logroño.

Entre Oligoceno y Mioceno superior (fase sálica o primera estaírica) se produce otro débil impulso del mismo sentido que

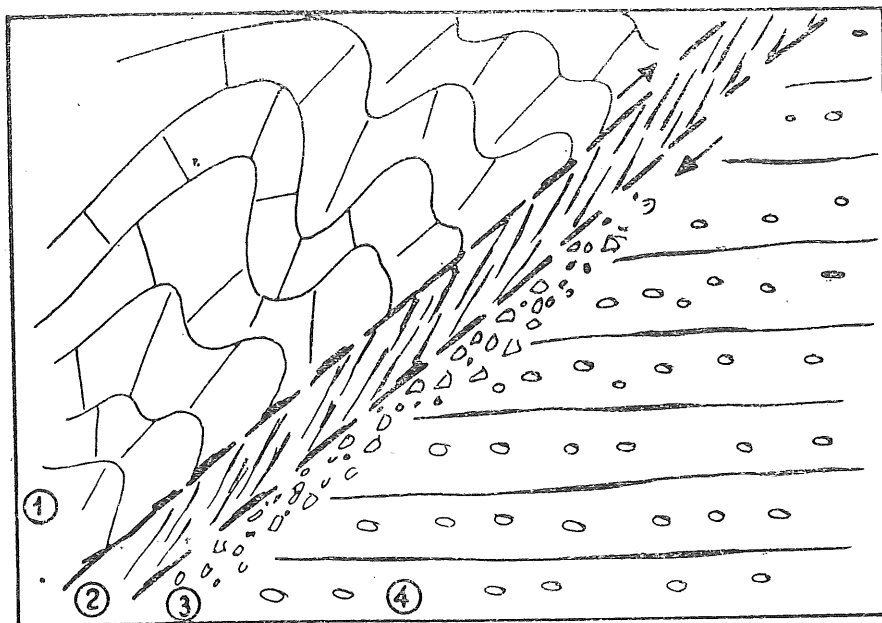


Fig. 3. Detalle del cabalgamiento de Cerro Peñalba.

1. Margas calizas liásicas.—2. Plano de falla con desarrollo de esquistosidad (2 m.).—3. Milonita de conglomero (5 m.).—4. Conglomerado oligoceno.

el anterior. La nueva compresión *no* produce plegamiento, sino mayor dislocación de las fracturas existentes. Donde el plano de fractura era vertical hay estrujamiento local de las capas, tanto a un lado (Mesozoico-Paleozoico) como al otro (Oligoceno) de la falla. Cuando el plano es muy inclinado puede llegar a formarse un ligero cabalgamiento del flanco superior sobre el inferior (Cerro Peñalba).

El cabalgamiento de Cerro Peñalba no ofrece dudas. Es perfectamente visible el plano de falla, laminado, y el sentido del desplazamiento relativo, esquematizado en la fig. 3.

4. HISTORIA GEOLOGICA

La sedimentación paleozoica comienza en la Hoja de Anguiano por una serie transgresiva predominantemente arenosa, que se va haciendo más fina y profunda hacia el techo. El Cambriano inferior arenoso, discordante sobre un Algónquico deja paso a series menos neríticas con calizas y margas, todavía arenosas, del Cambriano medio, y acabando con potentes formaciones arcillosas margosas del Cambriano superior. Tenemos por consiguiente una sucesiva profundización del ámbito sedimentario a lo largo del Cambriano, es decir, una transgresión general que se detiene y cambia a regresión a fines de este periodo. En efecto, sobre las margas y arcillas del Cambriano superior vuelven a aparecer hileras de areniscas que se van haciendo más importantes al remontarnos en la serie.

Bien entendido que todas estas rocas han sufrido fuerte metamorfismo y al hablar de areniscas, calizas y margas debe interpretarse que en la actualidad tomamos contacto con cuarcitas, esquistos micáceos y sericíticos, grauwackas y pizarras.

La regresión del final del Cambriano señala paulatinamente la entrada del Siluriano inferior.

La orogénesis variscica provoca la emersión de toda la Hoja durante largo periodo de tiempo, hasta que una nueva transgresión, con formación de depósitos continentales primero, luego salobres y finalmente marinos, da entrada al Mesozoico.

No existe en la región el episodio marino del Trías, el Muschelkalk, el cual transcurre con idéntica facies que el Bunt, margo arenoso. El Liásico se inicia con una transgresión. Se encuentran depósitos marinos litorales que se van haciendo más profundos. Las faunas de braquiópodos y moluscos se enrarecen dando paso a los cefalópodos. Sobre el zócalo arrasado y sumergido paleozoico los depósitos marinos son de carácter epicontinental a batial, con oscilaciones en uno y otro sentido. A fines del Liásico se señala una regresión, sin perder el carácter marino, durante el Bajociense. Los depósitos margoso-calizos pasan a calizos y se pueblan de restos calcáreos de placas y espículas de erizos, que aparecen ahora como multitud de puntos y escamillas negros en la roca. La

abundancia de restos de vida, en gran parte no identificables, produce una roca fétida y de color oscuro a negro.

Las calizas bajocienses dan paso a margas también negras y fétidas del Bajociense superior y Malm inferior. Las litopausas (planos de estratificación) se señalan como términos más arcillosos dentro de la serie margosa.

Toda la zona entra en un periodo de inestabilidad y la primera ola de la regresión, señalada por la caliza bajociense, toma aquí ya carácter definido. Toda la serie del Malm medio se hace regresiva y acaba en unos depósitos litorales de caliza coralígena del Sequanense.

Los movimientos kimméricos han llevado en otras zonas fuera de la Hoja esa regresión general a términos más avanzados y producido emersiones locales y cambio en el régimen sedimentario.

Sobre los depósitos arrecifales anteriores, y a través de unas arcillas costeras, aparece una pudinguilla de canto paleozoico de cuarcitas que indican que la erosión de las zonas elevadas ha desmantelado las series más arcillosas jurásicas y liásicas y comenzado la labor erosiva el Bunt y el Paleozoico. El mar ha cedido el paso a lago somero de agua dulce. La regresión que da entrada a la facies wealdense comienza aquí en el Sequanense y pronto cambia el carácter en un lento hundimiento de la cuenca bajo la aportación de materiales de desmantelamiento triásicos y paleozoicos.

Se mantiene un equilibrio entre el aumento de espesor de los sedimentos por las nuevas aportaciones y el hundimiento bajo su peso por isostasia de todo el ámbito.

Al final del Wealdense inferior se produce un perfil de equilibrio de erosión, lo cual lleva consigo el cambio de facies arenoso-arcillosa a caliza lacustre.

Pero la inestabilidad del zócalo sigue pronto actuando. Los episodios de caliza lacustre wealdense varían rápidamente de espesor, disminuyendo de E. a O. en nuestra zona. A partir del Wealdense medio se individualizan ya los escalones en el zócalo dentro de la Hoja. La mitad este prosigue su hundimiento bajo los potentes sedimentos de muro arenoso-arcilloso del Wealdense superior, mientras que la mitad oeste lo hace en grado muy pequeño o nulo. Se crea de esta forma ya una disimetría en el zócalo arrasado paleozoico y una zona de debilidad en el lado de ambas regiones, la cual se mantiene activa y toma parte importante en el

plegamiento alpino. Todo el borde SE. de La Demanda está afectado por dicha flexura de zócalo, que posteriormente se ve señalada por numerosas fallas que llegan a la superficie.

Este régimen bilateral se mantiene con facies wealdense durante el periodo urgo-aptense, acumulándose enormes espesores de sedimentos wealdenses en algunos puntos, en especial en toda la región S. y SE. del individualizado, pero sumergido parcialmente, núcleo de La Demanda.

La gran transgresión marina de finales del Cretáceo inferior uniformiza momentaneamente las condiciones. Se depositan el Albense, Cenomanense y Turonense, a fines del cual, coincidiendo con los primeros aletazos del plegamiento pirenaico, se produce una gran regresión con paso gradual al régimen continental lacustre terciario.

Durante el Oligoceno la interacción de los fenómenos de elevación y hundimiento de bloques basales, junto con la formación de pliegues, complican en grado sumo la historia tectónica y geológica de la zona. Durante este periodo se desarrolla el plegamiento principal, que vamos a describir en la Hoja con más detalle.

Hemos hablado ya del acoplamiento de los ejes mesozoicos a los bordes de los afloramientos paleozoicos. Y hemos llegado a la conclusión que tal hecho se debe a que cuando las capas conservaban todavía suficiente plasticidad, antes del plegamiento, dichos bordes estaban individualizados en profundidad. Hemos asignado dicha individualización a los movimientos kimméricos y también hemos hecho constar que aquellos bordes o zonas de debilidad habrían sido rejuvenecidas y activadas por los plegamientos alpinos.

El proceso de plegamiento intraoligoceno pertenece pues a un tipo de tectónica sajónica en la cual los ejes tectónicos están condicionados por movimientos de zócalo.

En la Hoja de Anguiano tiene lugar durante el principio del Oligoceno una elevación tipo horst del núcleo paleozoico de Cameros, con estrujamiento y acoplamiento *plástico* de las capas mesozoicas, señal de la temprana elevación de dicho horst.

Tras este impulso comienza un gran periodo erosivo con formación de potentes masas de conglomerados basales, los cuales no son visibles en la Hoja, pero se han reconocido más al E. de ella. El movimiento de elevación de la dovela de Cameros prosi-

gue y estos conglomerados son a su vez plegados discordantes, pero no excesivamente, con las series mesozoicas subyacentes.

Entre el Oligoceno medio y superior el periodo de compresión acaba y sigue una época de descompresión y erosión. El zócalo se fractura de nuevo, por medio de fallas directas cuya muestra más evidente es la de Anguiano, la cual enlaza a través de otros con la prolongación de la de Ortigosa y Torrecilla y sale de la Hoja por el NE.

Resulta aquí útil distinguir el carácter propio de la falla de Anguiano del de la de Ortigosa-Torrecilla. Esta es más suave, tipo flexura, como apunta Richter, y aquélla es más neta, más limpia, indicando que cuando se produjo las capas (pliegue volcado de Anguiano) habían perdido ya su plasticidad. Ello indica, como hemos descrito más arriba, que la falla-flexura de Ortigosa-Torrecilla viene de más antiguo, si bien su parte NE. ha fijado posteriormente como falla directa igual que la de Anguiano.

La imponente fractura de descompresión que limita en la Hoja el borde sur de las formaciones terciarias del Valle del Ebro señala un nuevo fraccionamiento del zócalo en dos bloques activos isostáticamente: la fosa de Logroño y el del borde norte del Paleozoico. En la fosa de Logroño subsidente se acumulan los espesores de depósitos oligocénicos. Oriol (19) calcula el aporte en 210 m. cada millón de años, lo que produce al final del Oligoceno un desnivel absoluto entre un mismo horizonte de referencia del zócalo en el bloque norte y en el bloque sur de 8.500-9.000 metros. De cualquier forma no cabe duda que el proceso isostático es de gran envergadura.

Al final del Oligoceno, entre este piso y el Mioceno se produce una nueva presión. Este impulso (sea sáxico o estaírico, probablemente el primero) no produce nuevos pliegues, pero actúa sobre la fractura primitiva de descompresión E.-O. por todo el borde terciario, convirtiéndola en algunos sitios en falla inversa. Ya hemos visto anteriormente la influencia de la inclinación del plano de fractura sobre este hecho.

Cerro Peñalba es pues un accidente sáxico, en cierto modo local, pero muy significativo para descifrar la historia geológica de la región.

A la fase sáxica sigue un nuevo periodo descompresivo, señalado en nuestra Hoja por la aparición diapírica del Keuper en Vigueras, siguiendo la fractura. Fuera de la Hoja de Anguiano, y

más al O., se produce una nueva compartimentación del zócalo N.-S., por Pancorbo-Cerezo-Santo Domingo, la cual limita el ámbito sedimentario mioceno.

La existencia de movimientos póstumos de descompresión, posmiocenos y pliocenos, queda registrada aquí por la débil flexura de Baños y los conglomerados recientes del NE. de Nestares y los de Nieva-Ortigosa, indicados junto a la falla. También es probable que el pequeño asomo de yesos de Vigueras sea de esta edad.

El movimiento isostático no ha acabado y quizás prosiga en la actualidad con intensidad. La terraza cuaternaria del sur de Nestares y los niveles hidrográficos señalados por las cuevas prehistóricas del sur de Torrecilla en Cameros hablan de un rejuvenecimiento erosivo del relieve, que no puede tener más causa que la prosecución del proceso isostático.

* * *

Hemos estudiado ya totalmente la historia geológica de la Hoja de Anguiano. Quede resaltado finalmente la continuidad que se observa a lo largo de toda su historia y la división en dos épocas de actividad que cobran así toda su significación: la variscica y la alpina (incluyendo en ella los movimientos kimméricos como paleoalpinos). Se ha visto la profunda influencia del zócalo, la prolongada vitalidad y actividad de algunos accidentes (fracturas) y el distinto acoplamiento de las capas (por plasticidad en los tiempos más antiguos y por rigidez en los más modernos) a dichos accidentes. Hemos resaltado también que el presente momento no es sino un instante, fugaz geológicamente hablando, dentro del proceso evolutivo general del suelo peninsular.

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

INTRODUCCION

La zona objeto de la presente Memoria carece de interés en cuanto al alumbramiento de nuevos caudales. La abundancia de aguas de la región y lo quebrado del relieve tiene por consecuencia un excedente de caudal sobre las necesidades de sus cultivos, abastecimientos e industrias. La región recibe abundantes precipitaciones, como agua y como nieve, y se desagua naturalmente sin existir posibilidades de incremento sustancial del caudal producido.

No obstante, y pensando en hipotéticas necesidades futuras, vamos a analizar hidrológicamente la capacidad de sus series sedimentarias y sus estructuras. Como resultado de este análisis quedará abierta la posibilidad de nuevas fuentes de importancia restringida en algunas regiones de la Hoja que, sin embargo, repetimos, no tiene problemas hoy día en este sentido.

HIDROLOGIA

Las series sedimentarias comprenden pisos que abarcan desde el Cambriano inferior al Terciario. Vamos a examinar brevemente su permeabilidad, tanto en grande como en pequeño, y su disposición relativa:

| Rocas | PERMEABILIDAD | | Potencia |
|--|---------------|------------|---|
| | En grande | En pequeño | |
| 1. Esquistos paleozoicos | Muy poca | Nada | Grande Individualmente pequeña pero muy repetida |
| 2. Cuarzitas paleozoicas | Sí | Nada | |
| 3. Congl. basal triásico | Sí | Poca | 80 m. |
| 4. Triásico hasta Keuper | Algo | Nada | 160 m. |
| 5. Keuper | Nada | Nada | 25 m. |
| 6. Lías inferior calizo | Mucha | Poca | 100 m. |
| 7. Lías superior margoso | Nada | Nada | 400 m. |
| 8. Dogger calizo | Mucha | Poca | 100 m. |
| 9. Dogger margoso y Malm | Nada | Nada | 300 m. |
| 10. Wealdense inferior | Algo | Nada | 500 m. |
| 11. Wealdense medio arenoso-calizo | Mucha | Algo | 100 m. |
| 12. Wealdense superior | Algo | Nada | 1.000 m. mínimo |
| 13. Oligoceno conglomerático | Mucha | Algo | 1.000 m. mínimo |
| 14. Oligoceno arcilloso arenoso | Poca | Bastante | 1.000 m. mínimo |
| 15. Mio-plioceno | Mucha | Algo | Variable |
| 16. Cuaternario | Mucha | Algo | Variable |

A la vista del cuadro se deduce que, salvo el Wealdense medio, no hay formación acuífera clara, sino una alternancia muy repetida de nivelillos acuíferos entre niveles menos permeables. La zona resulta en conjunto bastante acuífera, pero sin puntos especiales, distribuyéndose las surgencias aquí y allá en multitud de fuentes abastecidas por las pequeñas pero abundantes capas permeables.

Los profundos barrancos drenan de modo natural todas estas formaciones, lo que es una razón más para no esperar hallazgos de importancia hidrológica. Los sinclinales de Laguna-Muro en Cameros, Brieva-Ortigosa, el sinclinal paleozoico de Ventosa y la serie monoclinial oligocena desaguan por los profundos tajos que la naturaleza ha formado.

En resumen, cualquiera de los niveles indicados como permeables y que están en los sinclinales citados suministrará nuevas fuentes allí donde se perfore.

HIDROLOGIA LOCAL

No nos queda sino resumir el conjunto de manantiales de la región y dar el análisis de algunas aguas que en general resultan excelentes. Naturalmente, resulta casi imposible dar la lista completa de los manantiales existentes en la zona, así como los datos completos de cada uno de ellos, por lo que daremos a conocer solamente los más importantes, agrupados por municipios, a pesar de lo cual, y dada su abundancia, resulta muy extensa su enumeración.

RELACION DE MANANTIALES DE LA HOJA DE ANGUIANO

| Nombre | Para | Propietario y uso | Caudal l/s |
|-------------------------------|------------------|----------------------------------|------------|
| <i>Término de Almarza.</i> | | | |
| Los Avellanos | En el monte. | Ayuntamiento. | — |
| El Arenal | — | Abast. y riego. | — |
| Fuenteadoba | — | — | — |
| Valdeloscauces | — | Ganados. | — |
| Los Prados | Los Prados. | Abast. y riego. | 2,5 |
| <i>Anguiano.</i> | | | |
| La Magdalena | La Magdalena. | Ayuntamiento. | 2, |
| Las Fuentes | Valle Umbría. | — | 1, |
| La Fuente Acebo | Congostos. | — | 0,5 |
| La Berdigüela | — | — | 0,5 |
| <i>Bobadilla.</i> | | | |
| Barranco Ricoja | Barranco Ricoja. | Consumo público. | 0,5 |
| <i>Castroviejo.</i> | | | |
| Serradero y Moneabrillo | Castillo. | Municipio para fluido eléctrico. | 30 |
| <i>Estollo.</i> | | | |
| Cabañares | Cabañares. | Consumo público. | 10 |
| <i>Gallinero de Cameros.</i> | | | |
| Barricero | Barricero. | Consumo público. | 1 |
| <i>Ledesma de la Cogolla.</i> | | | |
| Fuente del Canto | Camino Pedroso. | Ayunt.º Consumo. | 0,25 |
| Lapachar | Lapachar. | — | 0,25 |
| Fuentesomera | Valdefrais. | — | 0,5 |
| Nutrida | Nutrida. | — | 0,5 |
| <i>Matute.</i> | | | |
| Fuente Mayor | Fuente Mayor. | Consumo público. | 5 |

| | | | |
|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|------|
| <i>Muro en Cameros.</i> | | | |
| Fuente del Medio | En el pueblo. | Consumo público. | 2 |
| Nacedero | — | — | 5 |
| Fuenteruela | Bostales. | — | 3 |
| <i>Nestares.</i> | | | |
| Río Solbes | Moncalvillo. | — | 30 |
| Fuente Vieja | Barranco Rivera. | Flúido eléc. y riego. | 30 |
| Cuevadis | Dehesa «El Chorro». | Abast. y riego. | 10 |
| Fuente Grande | Barranco del mismo nombre. | Lavadero vecinal. | 2 |
| Río Turbio | El Prado. | Riegos. | 10 |
| <i>Nieva de Cameros.</i> | | | |
| Fuentezañer | Monte «La Dehesa» | Abast. público. | 1 |
| Fuente Vieja | Zorrozueta y Los Caños. | — | 4 |
| Las Fuentes | Barranco La Pichona. | — | 3,5 |
| Fuente Fría | Fuente Fría. | Ayuntamiento. | 4,5 |
| Castejón | Castejón. | — | 18 |
| La Toma | Tres Marías. | — | 19 |
| <i>Ortigosa.</i> | | | |
| Santa Teodosia | Santa Teodosia. | Abast. público. | 1 |
| Aguas del Saltadero ... | Cuenca del río Seco. | Del común. | 2 |
| Fuente «De los Ríos» ... | Cuencas río Seco y Albercos. | — | 60 |
| «San Ciprián» | Cuenca río Albercos. | — | 2 |
| Origen del río Albercos | Cuenca río Albercos. | — | 5 |
| Umbrigueta | Río Gimeno. | Abast. público. | 1,5 |
| Y muchos otros más. | | | |
| <i>Pinillos.</i> | | | |
| Los Cendrales | Idem. | Ayuntamiento. | 2 |
| <i>Pradillo de Cameros.</i> | | | |
| La Ensecada | Barranco de íd. | Consumo público. | 2 |
| Colladillo | Barranco de íd. | — | 1 |
| <i>Rasillo.</i> | | | |
| Fuente Honda | San Mamés. | El Pueblo. | 0,25 |
| Tejera | Plaza. | Consumo. | 0,25 |
| <i>Tobia.</i> | | | |
| La Reñadilla | Ombrillo. | — | 0,50 |
| <i>Torrecilla en Cameros.</i> | | | |
| Fuente Román | Serradero. | El municipio. | 50 |
| El Chocolate | Valdibáñez. | — | 20 |
| Fuente Manzano | Serradero. | — | 15 |
| San Pedro | Covachuela. | Varios vecinos regadíos. | 100 |
| Fuente Lumbella | Tormo. | El municipio. | 10 |
| Tormo | Cerro Mortero. | — | 1 |

| | | | |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|------|
| Fuente Aido | Cuesta La Dirosa. | El municipio. | — |
| Canillas | Tómalos. | — | 1 |
| Tardillejo | Tardillejo. | — | — |
| Riba los Baños | Peña-Seto. | Part. medicinales. | 60 |
| Espinedo | Espinedo. | El municipio. | 20 |
| <i>Vigueras</i> | | | |
| Valdevillido | Idem. | Ayunt.º Consumo. | 1,75 |
| <i>Villaverde de Rioja.</i> | | | |
| Sotillo | Idem. | Ayuntamiento. | 8 |

Las aguas son en general muy finas y frías, y casi todos los municipios, como ya dijimos, tienen cubiertas holgadamente sus necesidades de abastecimiento público.

A título informativo damos a continuación los análisis de unas muestras de agua tomadas en las fuentes públicas de las localidades que se citan:

| Municipios | Anhidrido sulfúrico | Cal | Magnesia | Cloro | Cloruro sódico | Grado hidrotimétrico |
|-----------------------------|---------------------|--------|----------|--------|----------------|----------------------|
| Laguna de Cameros | 0,0068 | 0,0082 | 0,0036 | 0,0140 | 0,0230 | 7 |
| Bobadilla | 0,0857 | 0,1565 | 0,0435 | 0,0140 | 0,0230 | 27 |
| Vigueras | 0,0102 | 0,0906 | 0,0072 | 0,0105 | 0,0173 | 16 |
| Torrecilla en Cameros | 0,0343 | 0,1153 | 0,0144 | 0,0105 | 0,0173 | 23 |
| Monte-Mediano | 0,0034 | 0,1112 | 0,0144 | 0,0070 | 0,0115 | 17 |
| Nieva de Cameros | 0,0102 | 0,0607 | 0,0144 | 0,0070 | 0,0115 | 10 |
| El Rasillo | 0,0171 | 0,0370 | 0,0072 | 0,0385 | 0,0634 | 4 |
| Ortigosa | 0,0137 | 0,0247 | 0,0072 | 0,0455 | 0,0750 | 3 |

Por su carácter medicinal es digno de tenerse en cuenta el manantial de Riva los Baños, situado en las cercanías de Torrecilla en Cameros, junto a la carretera general de Madrid a Logroño.

Estas aguas surgen entre margas liásicas en la gran falla de Torrecilla, al pie de una roca llamada Peñaseto, muy próximo a la orilla derecha del río Iregua. La temperatura oscila entre los 22 y los 24° y su peso específico es 1,0004; el análisis de ellas arroja el siguiente contenido, por litro:

| | |
|----------------------------------|---------|
| Carbonato de cal..... | 0,11790 |
| — sódico..... | 0,04861 |
| — potásico..... | 0,00186 |
| — magnésico..... | 0,00381 |
| Sulfato cálcico..... | 0,00844 |
| Cloruro sódico..... | 0,03074 |
| — magnésico..... | 0,03560 |
| Oxido férrico..... | 0,00062 |
| Materia orgánica y pérdidas. ... | 0,00190 |
| Acido carbónico libre..... | 0,00127 |

El análisis de los gases que se desprenden de estas aguas es el siguiente:

| | |
|----------------------|-----------------------|
| Acido carbónico..... | 27,01 cm ³ |
| Oxígeno..... | 2,60 — |
| Nitrógeno..... | 15,657 — |

Existe en este lugar un edificio destinado en tiempos a balneario, aunque hoy día está abandonado. Las aguas se recogen en garrafones y son transportadas a Logroño para su venta al público, pues tienen fama en la región de servir con positivos resultados para algunas enfermedades.

Para terminar diremos que son conocidas de muy antiguo, asegurándose por algunos que ya fueron utilizadas por los árabes e incluso por los godos.

VI

MINERIA Y CANTERAS

1. MINERIA

Aun cuando en épocas remotas tuvo relativa importancia la minería en esta zona, en la actualidad no existen prácticamente explotaciones mineras en producción dentro de ella. La escasa importancia en tonelaje probable de los yacimientos, la falta de comunicaciones y lo abrupto del terreno, que dificulta los transportes, son las tres causas principales a que atribuir este hecho.

En Anguiano se citaron minas de hierro, de cobre en Gallinero, Nieva y Ortigosa. En las proximidades de Gallinero y durante uno de nuestros recorridos de campo, hemos podido recoger algún ejemplar aislado de malaquita, procedente, sin duda, de estas antiguas explotaciones.

En la actualidad, y según datos proporcionados por la Jefatura del distrito minero de Zaragoza, al cual corresponde la provincia de Logroño, existen los siguientes permisos de investigación en los municipios que comprende la Hoja:

Término de Anguiano:

- N.º 2.118. «La Antigua», hierro, 12 pertenencias.
- N.º 2.121. «San Antonio», hierro, 9 pertenencias.
- N.º 3.235. «María Ester», cobre, 192 pertenencias.
- N.º 3.246. «Ester», hierro, 40 pertenencias.
- N.º 3.256. «San Rafael», cuarzo, 339 pertenencias.
- N.º 3.260. «Gruñuela», cuarzo, 11 pertenencias.

- N.º 3.261. «Alfaro», cuarzo, 10 pertenencias.
 N.º 3.262. «Fructuoso», cuarzo, 91 pertenencias.
 N.º 3.263. «Aumento a Alfaro», cuarzo, 13 pertenencias.

Término de Villanueva de Cameros, Pradillo y Gallinero:

- N.º 3.264. «Juanito», hierro, 862 pertenencias.

En el término de Brieva, próximo al SO. de la Hoja, se encuentran los permisos de investigación «María Rosa» y «Paco», de hierro y plomo respectivamente, y la concesión de explotación «San Pablo», de 20 pertenencias, para mineral de hierro.

Hay que hacer constar, por la cantidad y relativa abundancia de mineral de hierro en la zona de Anguiano, que muy posiblemente podrían tener interés estos criaderos en circunstancias que hicieran costeables su explotación y transporte.

2. CANTERAS

Junto a Ortigosa, en las calizas jurásicas, existe una cantera que se ha explotado industrialmente hasta hace pocos años, para la construcción del Pantano de Lacasa, y actualmente se halla abandonada.

Igualmente en calizas jurásicas está la antigua cantera llamada de Elorza, en el término de Rasillo, que también se encuentra hoy en día inactiva.

La abundancia de calizas en la zona hace que existan bastantes lugares donde la extraen para construcción y arreglo de caminos, pero con un interés puramente local y sin que pueda denominárseles propiamente canteras.

De yeso existen unas canteras cerca de Ortigosa, en explotación, y otra muy importante y de gran producción en el término de Vigueras. Ambas corresponden al Keuper.

VII

BIBLIOGRAFIA

1. BOMER, B. (1954): «Trois aspects du contact entre Monts Celtibériques Occidentaux et Bassin de l'Ebre».—Bulletin Assoc. Geogr. Français, 239-240.
2. CHUDEAU (1896): «Contribution à l'étude géologique de la Vieille Castille».
3. GARÍN Y MODET, J. (1913): «Nota acerca de algunas exploraciones practicadas en las cavernas de la cuenca del río Iregua, provincia de Logroño».—Bol. Inst. Geol. España, tomo XIII (2.ª serie). Madrid.
4. HERNÁNDEZ PACHECO, E. (1956): «Fisiografía del solar hispano».—Mem. R. Ac. Ciencias. Madrid.
5. HERNÁNDEZ SAMPELAYO, P. (1942): «El Siluriano en España». Mem. Inst. Geol. Min. España, tomo II, fasc. I. Madrid.
6. — (1946): «Extracto y explicaciones acerca de una nota (R. Aitken) sobre la tectónica de La Demanda».—Notas y Com. Inst. Geol. Min. España, n.º 15. Madrid.
7. — (1950): «Nuevas especies silurianas en la Sierra de la Demanda».—Libro Jubilar, tomo I. Madrid.
8. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: «Memoria explicativa de la hoja de Calahorra».
9. — «Memoria explicativa de la hoja de Lodosa».
10. — «Memoria explicativa de la hoja de Tudela».
11. JOLY, H. (1926): «Etudes géologiques sur la chaîne celtibérique. Provinces de Teruel, Tarragona, Soria et Logroño (Espagne)».—Mem. XIV Cong. Geol. Madrid, tomo II.

12. LAZZARBY, M. (1896): «Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des provinces d'Alava et Logroño».—Lille.
13. LOTZE, R. (1959): «Zur Tektonik der östlichen Sierra de la Demanda».—Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Heft 9. Stuttgart.
14. (31-X-50): «Nomenclátor de las ciudades, villas, lugares, aldeas y demás entidades de población de España. Provincia de Logroño».
15. OLAGÜB, I. (1955): «Notas para el estudio del Jurásico en La Rioja».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo XXXVI. Madrid.
16. — (1936): «Notas para el estudio del Jurásico en La Rioja».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo XXXVI. Madrid.
17. PALACIOS, P., y SÁNCHEZ LOZANO, R. (1885): «La formación wealdense en las provincias de Soria y Logroño».—Boletín Com. Mapa Geol. España, tomo XII. Madrid.
18. RIBA, O. (1955): «Sobre la edad de los conglomerados terciarios del borde norte de las sierras de La Demanda y de Cameros».—Inst. Geol. Min. España. Madrid.
19. — (1955): «Sur le type de sédimentation du tertiaire continental de la partie ouest du bassin de l'Ebre».—Sonderdruck aus der Geol. Rundschau, Band 43, Seite 363-371. Stuttgart.
20. RICHTER, G. (1956): «Las cadenas Ibéricas entre el Valle del Jalón y la Sierra de la Demanda».—Cons. Sup. Inv. Científicas, tomo IX. Madrid.
21. RÍOS, J. M. (1959): «El Valle del Ebro en sus posibilidades petrolíferas».—Not. y Com. Inst. Geol. Min. España, n.º 53, pág. 107-148. Madrid.
22. ROYO GÓMEZ (1926): «Tectónica del terciario continental ibérico».—Congr. Geol. Madrid, tomo II.
23. SÁNCHEZ LOZANO, R. (1894): «Memoria de Logroño».—Madrid.
24. SÁENZ GARCÍA, C. (1931): «Nota acerca de la distribución estratigráfica del terciario lacustre en la parte septentrional del territorio español».—Publ. de la Conf. Sind. Hidrográfica del Ebro. Servicio Geológico, XXXIV. Mayo.
25. — (1942): «Estructura general de la cuenca del Ebro».—Est. Geogr. III, 7.
26. SCHRIEL, W. (1945): «La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes».—Consejo Sup. de Invest. Cient. Madrid.

27. SCHRÖDER, E. (1948): «La zona limítrofe del Guadarrama y las Cadenas Hespéricas».—Publ. Extr. sobre Geol. Esp. Vol. IV. C. S. I. C. Madrid.
28. SOLÉ SABARIS, L. (1954): «Sobre la estratigrafía de las Bardenas y los límites del Oligoceno y Mioceno en el sector occidental de la depresión del Ebro».—R. Soc. Esp. Hist. Nat. Tomo Ext. Hernández Pacheco, pág. 637. Madrid.
29. SOS, V. (1936): «Sobre unos moldes de braquiópodos paleozoicos en la Sierra de Cameros (Logroño)».—Bol. Soc. Esp. Hist. Nat., tomo XXXVI. Madrid.
30. VICENTE, M. (1903): «Notas geológicas de Ortigosa de Cameros».—Bol. Soc. Aragonesa de Ciencias Naturales, t. II pág. 127-138. Zaragoza.

Foto 1.—Paleozoico de
La Demanda. En pri-
mer término cuarci-
tas.

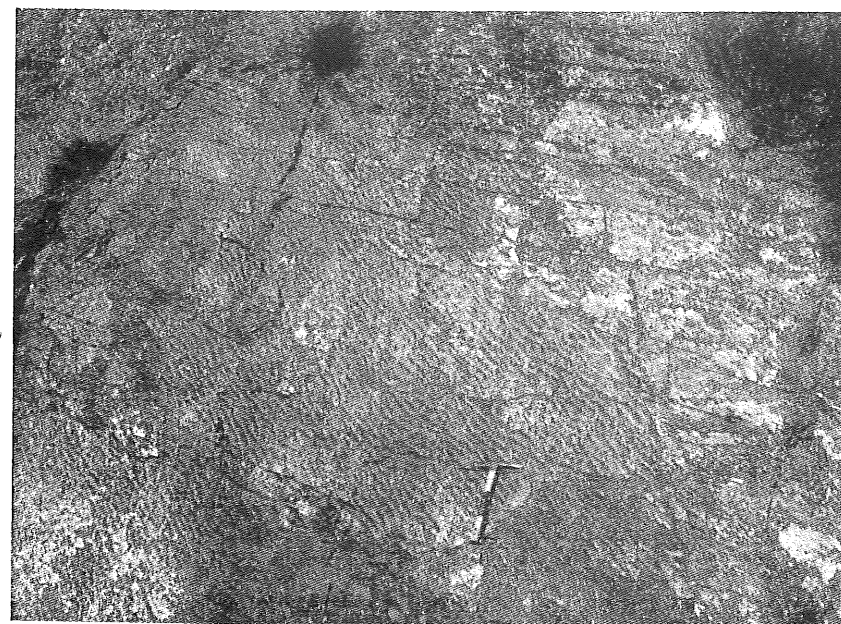
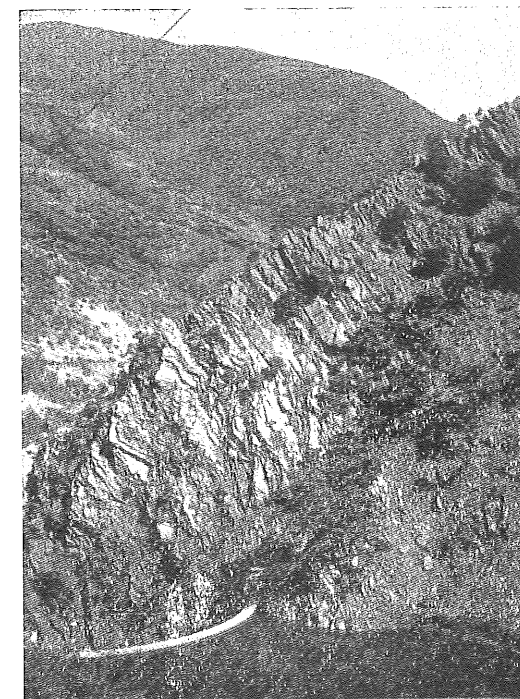


Foto 2.—Ripplemark en los esquistos cambrianos.



Foto 3.—Cuarcitas y esquistos del Cambriano superior,
cerca de Puente Mocho.

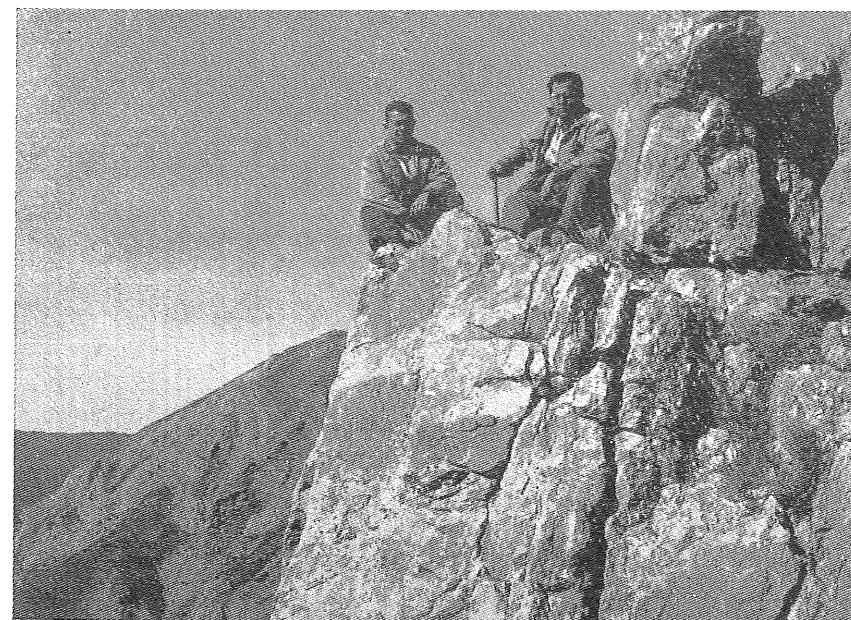


Foto 4.—Calizas del Lías superior en el monte de San Quirico.



Foto 5.—Calizas bajocienses a la entrada del pueblo de Ortigosa. Al fondo la formación wealdense.

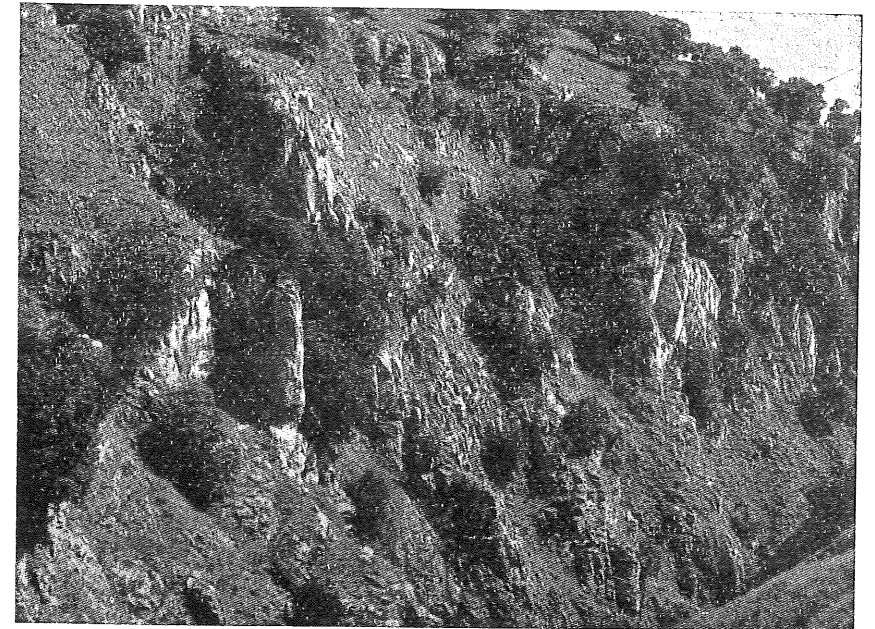


Foto 6.—Detalle de las calizas bajocienses anteriores.

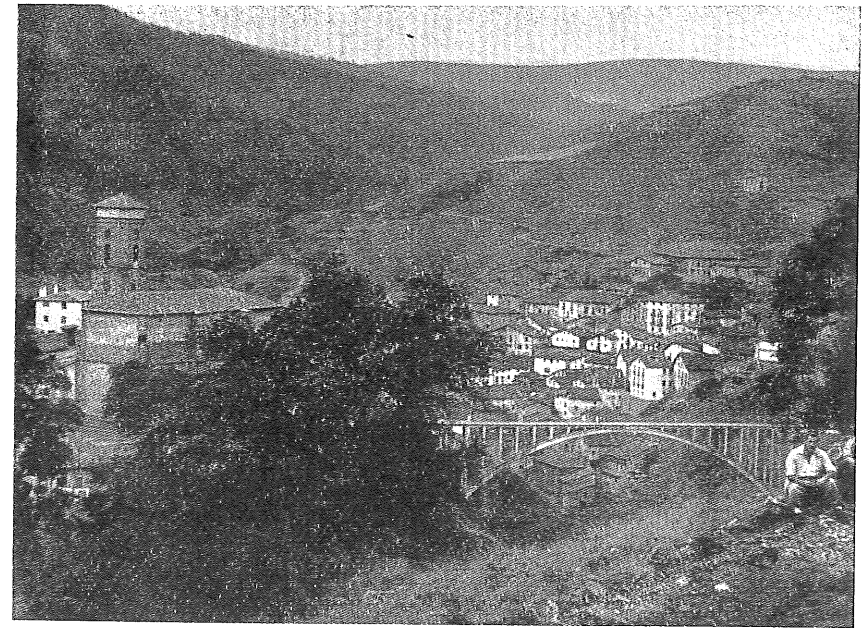


Foto 7.—Pueblo de Ortigosa. Detrás, en primer término margas del Jurásico superior y al fondo el Wealdense.

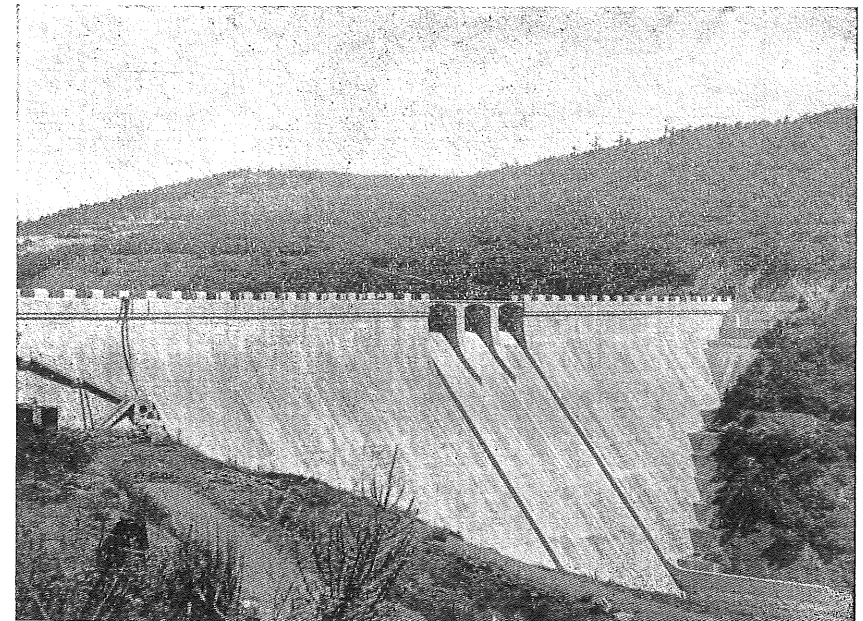


Foto 8.—Vista de la presa del Pantano de González de Lacasa.

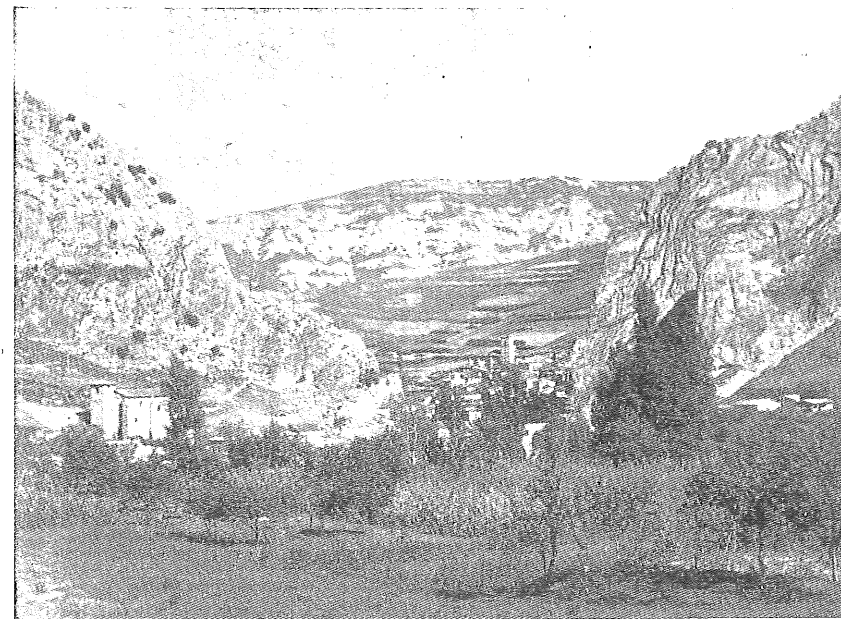


Foto 9.—El pintoresco pueblo de Anguiano, en el valle del Najerilla, entre dos crestones de calizas del Dogger.

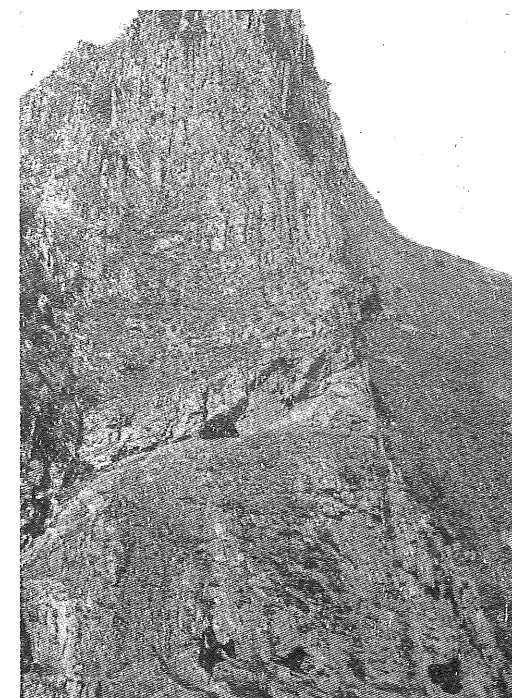


Foto 10.—Detalle de uno de los crestones de calizas del Dogger de la foto anterior. A la derecha las margas del Jurásico superior.

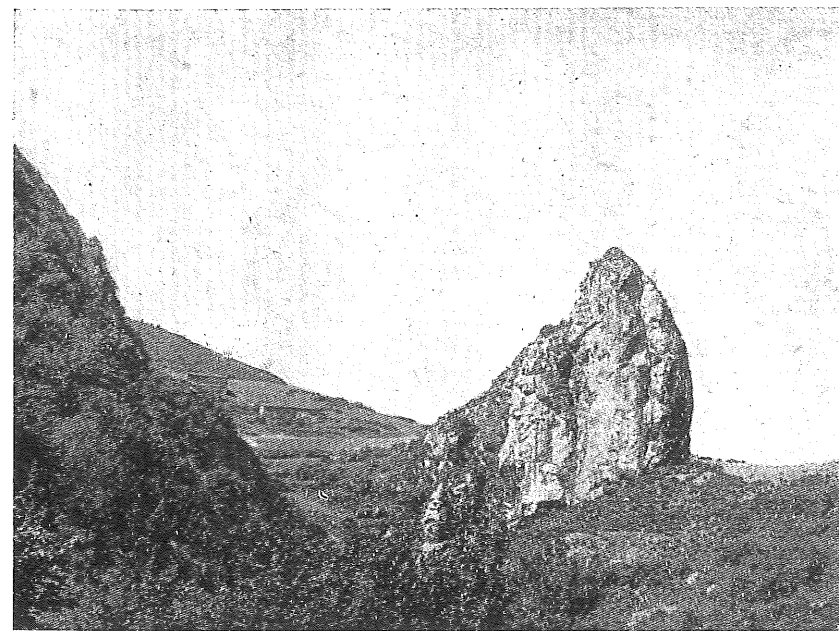


Foto 11.—Crestón de calizas del Dogger cerca de Nieva.

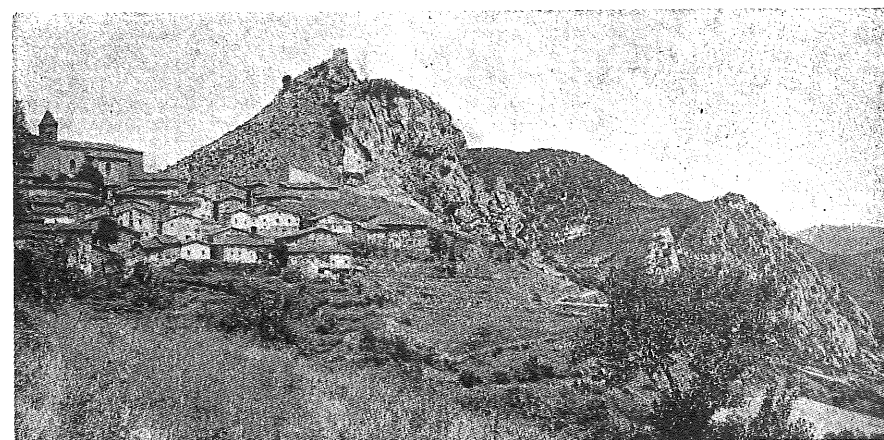


Foto 12.— Pueblo de Nieva; en segundo término calizas tajocienses y margas liásicas.

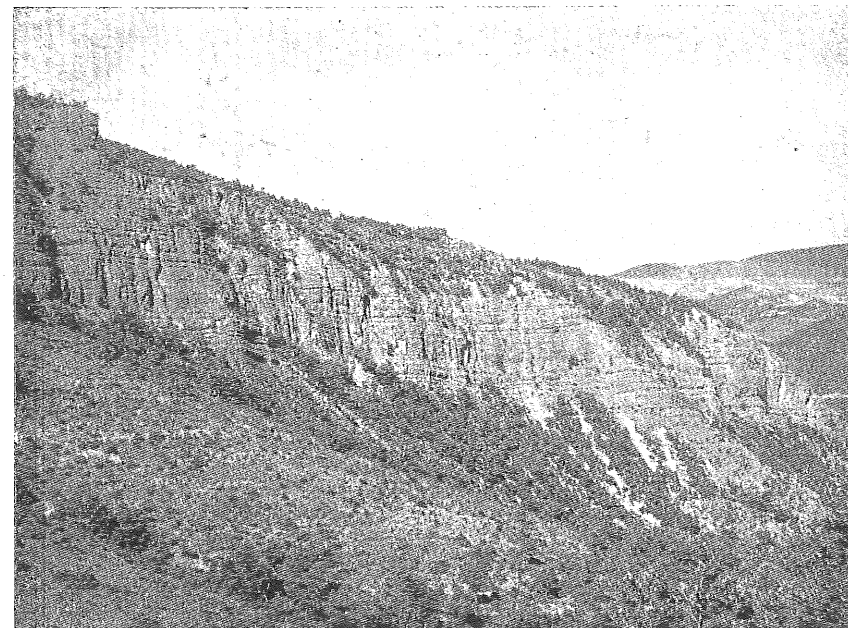


Foto 13.—Margas negras del Jurásico superior al norte de la carretera local de Cameros a la Venta.



Foto 14.—Valle del Najerilla, al norte de Anguiano. Al fondo, a la derecha, conglomerados oligocenos y Cerro Peñalba.

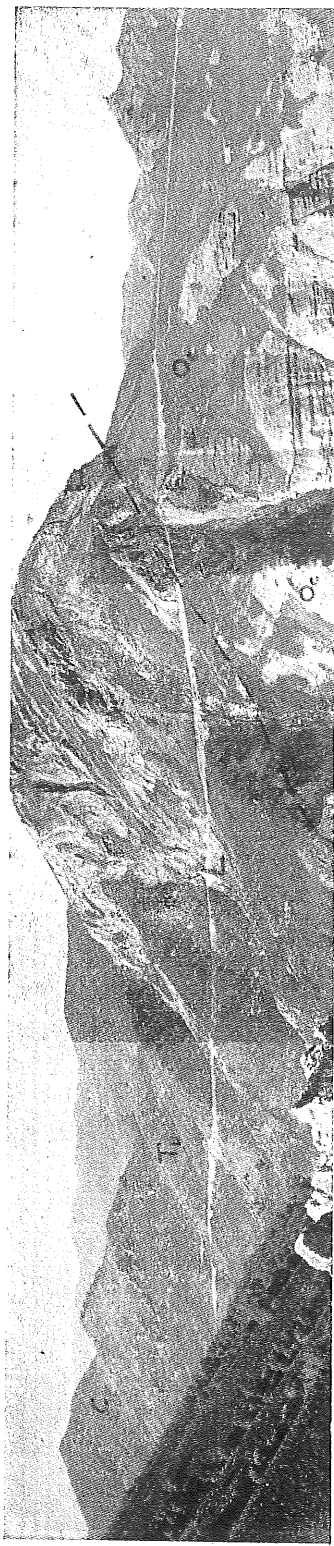


Foto 17.—Cabalgamiento de Cerro Peñalba.
C, Paleozoico.—Tb, Bunt.—L, Lías.—Oc, Conglomerados oligocenos.



Foto 18.—Falla de Torrecilla-Vigueras. Panorámica tomada desde Nestares, hacia el sudeste.
Tk, Keuper.—L₁, Suprakeuper-Rético.—L₂, Líasico superior-Bajociense inferior.—D, Calizas del Bajociense medio.

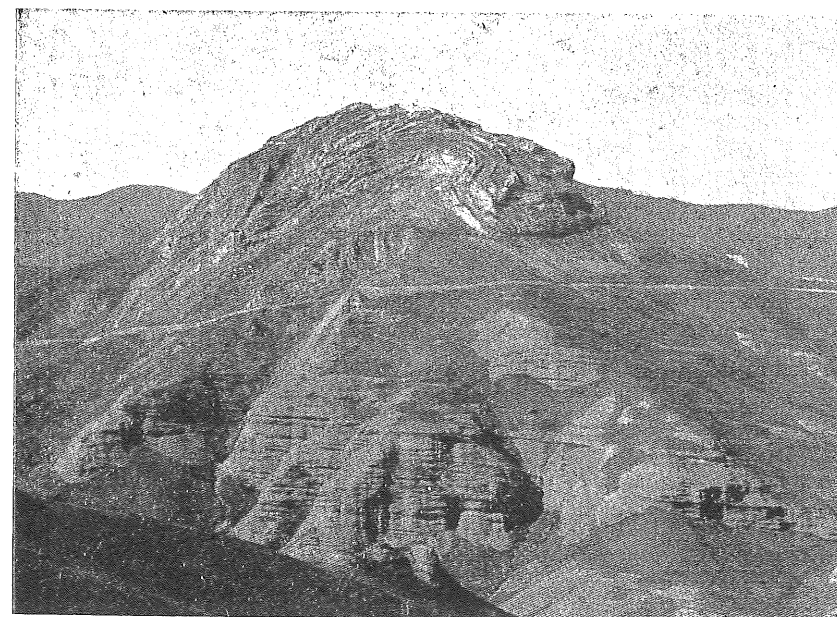


Foto 19.—El Cerro Peñalba, espléndido ejemplo de cabalgamiento.

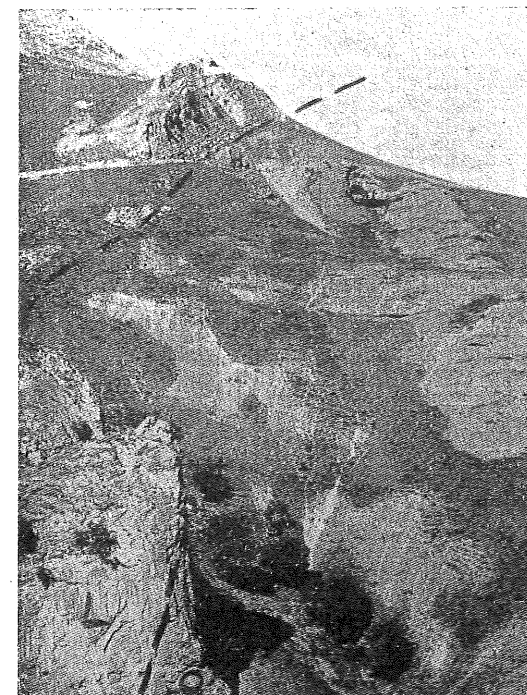


Foto 20.—Detalle del cabalgamiento de Cerro Peñalba.
L, Lías.—O, Oligoceno.

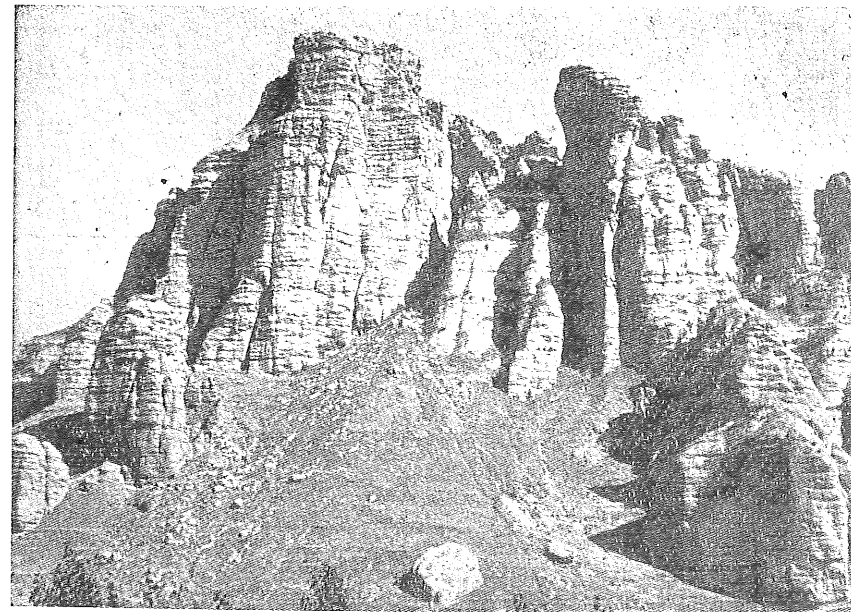


Foto 21.—Formas típicas de erosión en los conglomerados oligocenos.

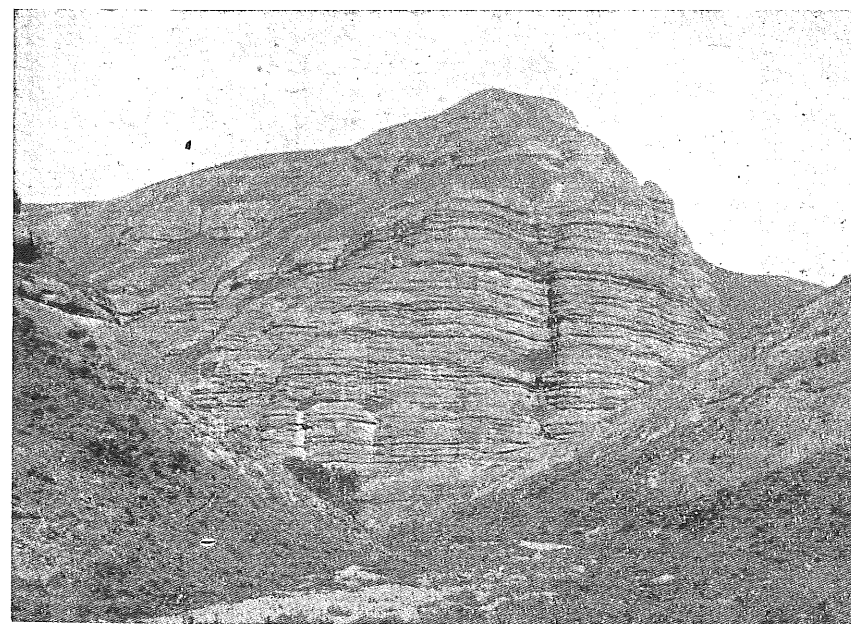


Foto 22.— Otra vista de los conglomerados oligocenos con su relieve característico.