

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA
CON LA COLABORACIÓN DE LA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE AULA DEI, DE ZARAGOZA
DEL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

ESCALA 1:50.000

EXPLICACIÓN

DE LA

HOJA N.º 284

EJEA DE LOS CABALLEROS

(ZARAGOZA Y HUESCA)

MADRID
TIP.-LIT. COULLAUT
MANTUANO, 49
1954

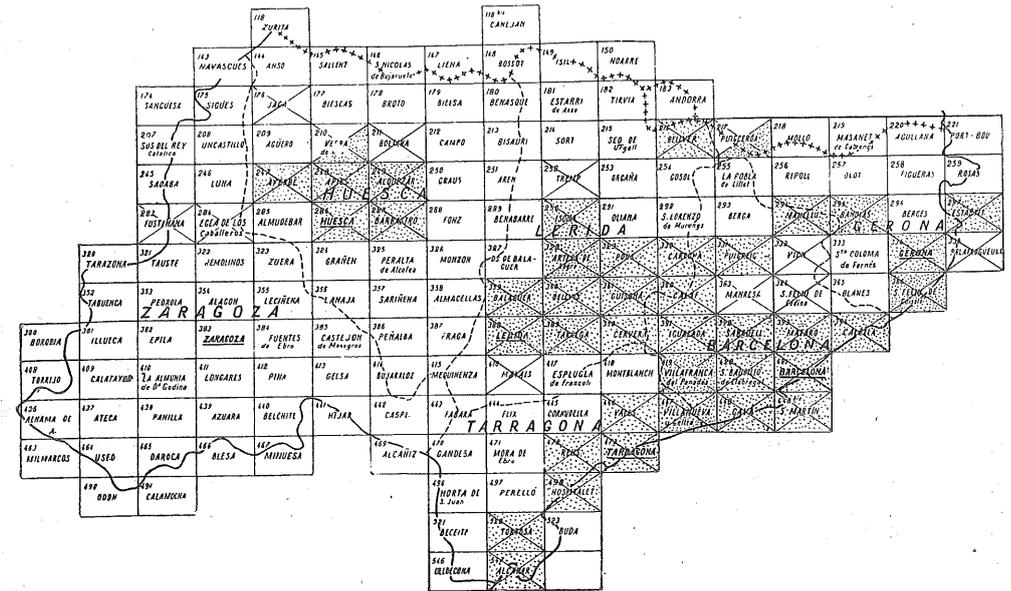
TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA

SITUACIÓN DE LA HOJA DE EJEA DE LOS CABALLEROS, NÚMERO 284

Esta Memoria explicativa ha sido estudiada y redactada por los Ingenieros de Minas D. AGUSTÍN DE LARRAGÁN y D. EDUARDO ALASTRUÉ.

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

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



 *Publicada*
  *En prensa*
  *En campo*

PERSONAL DE LA TERCERA REGIÓN GEOLÓGICA:

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

ES PROPIEDAD
Queda hecho el depósito que marca la Ley

ÍNDICE DE MATERIAS

	<u>Páginas</u>
I. Antecedentes y rasgos geológicos	5
II. Rasgos de geografía física y humana... ..	13
III. Estratigrafía	21
IV. Tectónica	31
V. Historia geológica	33
VI. Hidrología subterránea	35
VII. Minería y canteras	37
VIII. Bibliografía	39

ANTECEDENTES Y RASGOS GEOLÓGICOS

Antecedentes bibliográficos

Puede decirse que no existe ningún estudio geológico que recaiga directamente sobre el territorio de la presente Hoja. Podemos encontrar alusiones a la constitución geológica y a los caracteres fisiográficos de su comarca en trabajos sobre zonas limítrofes, como los de Hernández-Pacheco (F.) (11), Floristán Samanes (8) y las memorias correspondientes a las hojas de Tudela, Sádaba y Sos del Rey Católico, del mapa geológico a 1:50.000 (12); asimismo, hallamos datos de interés en obras de conjunto que, o bien contienen referencias de pasada a nuestra zona, o bien presentan conclusiones que atañen a la estratigrafía y tectónica del ámbito de la Hoja. En esta categoría entran trabajos como los de Carez (3), Marín (16) y Sáenz (27, 28). Pero ninguna publicación de carácter geológico hay consagrada a la comarca de Ejea y ni siquiera al país de las Cinco Villas, en que aquélla queda comprendida; nada tiene esto de extraño, sin embargo, si se considera que ningún accidente particular se presenta en esta región que reclame la atención y que rompa su uniformidad geológica. Pese a este hecho, creemos de interés, como punto de partida de nuestro trabajo, dar una breve referencia de la escasa bibliografía que toca a esta comarca.

La aportación más antigua al conocimiento de nuestro sector es la de Aldama (1), que tras de describir los conglomerados marginales que bordean por el Norte la depresión del Ebro, enumera las principales facies de los sedimentos terciarios que rellenan dicha depresión, sin fijar un orden de sucesión estratigráfica. Después de esta obra, que no tiene sino un interés histórico, hay que mencionar la memoria de Mallada (14) sobre la provincia de

Huesca, en la que se atribuyen al Mioceno lacustre todas las formaciones de la misma situadas al sur de las cordilleras sur-pirenaicas; pero en este Mioceno indiferenciado, Mallada señala con precisión el tránsito de conglomerados a molasa y marga arenosa y de éstas a las calizas, observable desde el borde al centro del valle del Ebro. Estas facies son localizadas geográficamente, así como los yesos, que en diversas fajas orientadas de NO. a SE. alternan con ellas. También en su reconocimiento de la provincia de Navarra (15) incluye Mallada en el Mioceno todos los sedimentos de aquella región, que, al sur de la línea Villamayor-Tafalla-Ujué, ocupan la parte central del valle del Ebro. Las facies son las mismas señaladas anteriormente en el Mioceno de Huesca; aquí subraya Mallada la dificultad de separar este conjunto mioceno de los terrenos más al Norte (zona de Cirauqui, Mendigorriá, Sangüesa, etc.), que él considera pertenecientes al Eoceno lacustre.

La antigua memoria de Martín Donayre (19) sobre la provincia de Zaragoza, trata también el tema del Terciario de la fosa del Ebro, pero limitándose a una detallada descripción de sus formaciones —que integran lo que él denomina el «sistema medio del terreno Terciario»— y señalando algunos de los puntos en que se presentan.

Carez (3), en su conocida tesis sobre los terrenos cretáceos y terciarios del norte de España, se ocupa también del Terciario del valle del Ebro, al que considera incluido casi en su totalidad en un Mioceno lacustre sumamente monótono y carente de fósiles; el Eoceno —que establece contacto con el piso anterior mediante una alineación de pudingas— tan sólo aparece en nuestro sector, en la punta septentrional de la provincia de Zaragoza (zona de Salvatierra Sos-Murillo). Las formaciones integrantes del Mioceno —areniscas, margas rojas y pudingas— son las ya conocidas a través de autores anteriores.

Palacios, en su estudio de la región meridional de la provincia de Zaragoza (21), registra en la mancha terciaria de la misma, al sur del Ebro, el Oligoceno solamente en un retazo de margas, conglomerados, areniscas y calizas, en estratos muy dislocados, al sur de Belchite. El resto del Terciario de la cuenca es para él Mioceno lacustre. Describe su composición en varios puntos de la región, demostrando que sus pisos integrantes son tres: uno inferior, de conglomerados y areniscas calizas; otro medio, de margas yesíferas y areniscas, y un tercero superior, de calizas arcillosas o silíceas.

Una contribución muy importante al problema de la estratigrafía de la depresión del Ebro fué la de Vidal y Dépéret (30), con el hallazgo de una interesante fauna de vertebrados en Tárrega, entre el Segre y el Llobregat. Ésta les permitió trazar una sucesión estratigráfica, valedera para el resto del valle del Ebro, a la que nos referiremos en el capítulo de «Estratigrafía».

En 1919, el geólogo alemán Born, en su detenido estudio de la fosa del

Ebro (2), fijó su estratigrafía, distinguiendo tres grupos de estratos continentales (uno inferior, con sales potásicas y sal gema; otro medio, compuesto de margas grises y yesos; y, finalmente, otro superior, de areniscas y margas rojizas) que descansan discordantes sobre el Eoceno. Asimismo estudió la tectónica de la cuenca reconociendo especialmente los pliegues del Terciario que, paralelamente a sus bordes, jalonan sus márgenes por el NO., el N. y el Noreste.

Los trabajos de Marín (16, 17, 18), han sido decisivos para establecer una separación de niveles en el conjunto estratigráfico del valle del Ebro. En el primero dedicado a este tema (16) apuntó una sucesión, en buena parte coincidente con la de Vidal y Dépéret —aunque subdividiendo algún horizonte y continuando la serie hasta el Ponticense—, que comentaremos más adelante. Recientemente y en otro importante trabajo, Marín (18) ratifica ideas y datos expuestos anteriormente en su gran obra sobre los yacimientos potásicos de Cataluña (17), pero apuntando a un nuevo objeto: el de poner de relieve la influencia de los plegamientos eocenos y oligocenos en la formación y caracteres de los criaderos salinos. A efectos de nuestro trabajo nos interesa considerar que la división estratigráfica y la historia geológica de la cuenca que apunta, coinciden esencialmente con las conclusiones de sus publicaciones anteriores, a las que después hemos de hacer alusión.

Las publicaciones de Royo Gómez sobre el Terciario continental de la Península, contienen asimismo datos de interés para el conocimiento de la estratigrafía y tectónica del valle del Ebro. En una de ellas (23), dedicada al Mioceno continental ibérico, estudia los sedimentos paleogenos y oligocenos del borde de la cuenca para después describir la estratigrafía y la tectónica del Mioceno central. En otro trabajo (24), demuestra la existencia del Mioceno en el valle ibérico con las margas de *Potamides tricinatum* de Moneva (Zaragoza) y Arnedillo (Logroño), a las que, sin embargo, Sáenz (28) considera oligocenas. Se refiere también a la presencia del Plioceno en la provincia de Logroño, atestiguada por restos de *Hipparium crassum* en un yacimiento fosilífero estudiado posteriormente por Villalta (31). Debajo del Mioceno se extiende una potente formación de margas yesíferas grises que atribuye al Eoceno superior u Oligoceno inferior. En otra memoria más reciente (25) estudia, finalmente, la tectónica de la fosa ibérica, después de recapitular su estratigrafía: analiza los pliegues del NO. de la cuenca, que interesan al Mioceno, y los del N., para referirse después a las dislocaciones del borde sur (zonas de Valmadrid y Moneva) que afectan principalmente a las margas yesíferas oligocenas. En el cuadro de coordinación estratigráfica que publicamos en el capítulo de Estratigrafía, insertamos y discutimos la serie estratigráfica del Terciario de la cuenca, dada por este autor.

Tres trabajos de Sáenz (27, 28, 29), se refieren asimismo a la estratigrafía del valle del Ebro. En el más antiguo traza una columna estratigráfica que va del Pontense al Oligoceno inferior, para después describir la expansión que alcanza uno de los términos de la serie, los yesos oligocenos, que Marín asignaba al Sanoisiense superior y que Vidal y Dépéret colocaban en el Ludense. En otra publicación (28) presenta una ojeada completa sobre las formaciones del valle del Ebro, relacionándola con las series de Marín y Vidal y Dépéret, con las que ofrece una fundamental concordancia. Dato importante de este trabajo es la discordancia que señala en algunos puntos de la depresión del Ebro (como Moneva, Tosos y Villanueva del Huerva) entre los conglomerados de base miocenos y otros conglomerados semejantes paleogenos, que serviría para delimitar con precisión ambos niveles. Finalmente, otro estudio más reciente (29) describe la disposición en cubetas superpuestas de los sedimentos del valle ibérico, que asoman en fajas concéntricas alrededor de un tapón central de Mioceno post-orogénico; el trabajo concluye con el análisis de la orla mesozoica y terciaria del valle del Ebro y con una breve exposición de sus principales rasgos tectónicos y de su historia geológica.

En 1934, Ferrando (7) publica un trabajo en el que ensaya la distinción de las formaciones oligocenas y miocenas del valle del Ebro, no sólo por las ocasionales discordancias que las separan sino por otros caracteres, tales como la forma de erosión, la permeabilidad, etc.

A las aportaciones mencionadas hay que añadir los estudios fisiográficos realizados en comarcas de la depresión del Ebro por García Sainz, Dantín Cereceda, Hernández Pacheco (F.) y Floristán Samanes. El primero de estos autores dedica un breve trabajo (9) a fijar los caracteres principales de la evolución morfológica de la cuenca del Ebro en el Terciario y en el Cuaternario. Dantín Cereceda expone en un detallado estudio (4) las causas del fenómeno del endorreísmo en Aragón, insistiendo especialmente en las causas climáticas; es de interés para nuestro trabajo la descripción que hace de la comarca endorreica de Sádaba y sectores adyacentes, enumerando sus charcas y lagunas. En cuanto al trabajo de Hernández-Pacheco (F.), es una descripción fisiográfica de la comarca de las Bardenas, limítrofe entre Navarra y Aragón, a la que sigue la interpretación de la génesis de su relieve; mas de él nos interesa, sobre todo, la estratigrafía del conjunto de las Bardenas, emplazado en pleno valle del Ebro y que, según el autor, va del Oligoceno superior hasta el Pontense. La obra de Floristán Samanes (8) contiene, asimismo, una completa descripción de las Bardenas, con una revisión crítica de sus materiales y clasificación estratigráfica.

En 1932, Mendizábal y Cincúnegui (20), después de prolongados recorridos

en el sector navarro del valle del Ebro, abogaban por una mayor expansión del Oligoceno —cuyo límite con el Mioceno se situaría al sur de Tudela— fundándose en hallazgos de faunas de gasterópodos en diversos puntos de aquella región, unidos a la nueva atribución al Oligoceno del quelonio *Trionis maunoir*, Bourdet, hallado por Ezquerria del Bayo al sur de Tudela en 1850, y que este autor consideraba como Mioceno. Esta tendencia a la ampliación del Oligoceno se manifestó en las numerosas hojas del mapa geológico a 1:50.000 de la región navarra, de las que Mendizábal y Cincúnegui, en colaboración con D. Alfonso del Valle, son autores. En todas ellas (12), después de un examen de la bibliografía sobre la difícil cuestión de la estratigrafía del Terciario ibérico y de acuerdo con los datos recogidos en las propias expediciones sobre el terreno, se clasifican las formaciones de su área en niveles que van del Oligoceno inferior al superior.

Hay que mencionar seguidamente la reciente contribución de Ruiz de Gaona, Villalta y Crusafont (26), con su hallazgo de vertebrados fósiles en Monteagudo (Navarra) —la primera fauna de mamíferos miocenos encontrada en el valle del Ebro—, que les permitió incluir el nivel de yesos allí existente en el Vindoboniense superior.

Otra moderna aportación al conocimiento estratigráfico de la cuenca del Ebro es el trabajo de Gómez de Llerena (10) sobre la comarca de los Llanos de Alfamén, al sur de Calatorao. Allí, bajo una extensa raña diluvial aparece el Oligoceno con una fauna de *Potamides*, *Cyrena* y *Unio*. Algo más al N., en Lumpiaque y Argillo, se certifica la presencia del Mioceno superior, que vendría a ser continuación del de la Sierra de la Muela, con una pequeña fauna de gasterópodos.

Finalmente, el estudio hecho por Villalta Comella (31) de una fauna de mamíferos de Villarroya (Logroño), ya señalada anteriormente por el ingeniero de Minas Sr. Carvajal, atestigua por primera vez con certeza la presencia del Plioceno superior en la cuenca del Ebro.

Como se advertirá por la exposición precedente, si la bibliografía geológica sobre el valle del Ebro es relativamente numerosa, aún estamos lejos de conclusiones definitivas en lo que respecta a su estratigrafía. Durante algún tiempo, las series de Vidal y Dépéret, de Marín y de Sáenz, entre las que se establece una satisfactoria correlación en las memorias de las hojas (12) de la región navarra, han proporcionado una solución aceptable al problema estratigráfico de la cuenca ibérica. Sin embargo, esa solución tenía un carácter provisional, hasta que nuevos hallazgos paleontológicos, sobre todo de vertebrados, dieran más solidez a la distinción de horizontes. La discusión que la memoria de la hoja de Puigreig (12) presenta con relación a los niveles del Oligoceno inferior en Cataluña, prueba que el cuadro estratigráfico vigente

por ahora está sujeto a muchas correcciones. Al precisarse algunos horizontes — como el de las calizas tabulares de *Cyrenas*, con los hallazgos de Bataller en Santa Coloma de Queralt— se impone la rectificación del esquema de Vidal y Dépéret y se completa el de Marín. Por otro lado, la división estratigráfica propuesta por Faura y Sans (6) en su nota sobre el Tongriense en el Oligoceno catalán, difiere bastante de las debidas a Vidal y Dépéret, Marín y Sáenz. Ha de tenerse en cuenta, además, que ha variado el valor determinante atribuido a algunos fósiles, como, por ejemplo, los vertebrados hallados en Tárrega por Vidal y Dépéret; así, el *Brachiodus Cluai*, que parecía exclusivo del horizonte de calizas y molasas de aquella localidad, clasificado en el Sannoisiense superior, se extiende hasta niveles inferiores del Oligoceno.

Todos estos hechos nos mueven a no adherirnos definitivamente a ninguna solución mientras tenga parte de hipótesis y en tanto que las clasificaciones cronológicas no vayan respaldadas por hallazgos de fósiles. Sin embargo, hemos de aceptar por el momento una sucesión estratigráfica como base de trabajo y, a este fin, la propuesta en las hojas de Navarra (12), después del cotejo de las series de Marín, Vidal y Dépéret y Sáenz, nos parece la más convincente. Hemos de subrayar, no obstante, que en la zona del valle del Ebro próxima a la de nuestra Hoja sólo el Mioceno ha sido registrado con exactitud, mediante la fauna de mamíferos identificada por Ruiz de Gaona, Villalta y Crusafont en los yesos de Monteagudo (26).

Rasgos geológicos generales

Se halla el territorio de nuestra Hoja comprendido en la parte central del valle del Ebro, y le distinguen, por tanto, las conocidas características fisiográficas del mismo: paisaje, en general, muy llano, de extrema aridez y monotonía y desnudo de vegetación. Sólo al sur de la Hoja se accidenta, sin violencia, el relieve en el Monte de Sora (D-3, 4, 5) y en la Sierra de las Pedrosas, y se cubre de una amplia mancha de arbolado. Estos rasgos morfológicos y paisajísticos se corresponden con una gran sencillez tectónica y una gran uniformidad en los materiales estratigráficos. Las margas, molasas y calizas oligocenas componen la totalidad de las formaciones terciarias: sobre ellas destacan algunos dilatados retazos de canturrales que hay que referir al Diluvial. Ningún movimiento orogénico ha afectado a estos sedimentos; nos

hallamos lejos de los bordes fruncidos de la cuenca y los anticlinales oligocenos registrados en el interior de la misma se sitúan más al Norte. Los sedimentos se muestran, pues, perfectamente horizontales, como se echa de ver en seguida en las muelas o cerros testigos, únicas alturas que, de cuando en cuando, sobresalen en la uniformidad de la llanura.

RASGOS DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y HUMANA

Morfología

La constitución geológica del territorio de la Hoja, que sucintamente hemos descrito, explica su sencillo y monótono relieve. Tenemos, por un lado, una serie de alturas, cuyas cotas van de los 320 a los 500 metros, aisladas por la erosión, en medio de amplias llanuras margosas, a las que se desciende por escarpes de 20 a 40 metros de desnivel. Pertenecen estos accidentes al dominio de las calizas y afectan, por tanto, el aspecto de plataformas horizontales, creando así en la parte sur de la Hoja, donde las calizas predominan, un paisaje tabular. Desde estas mesas calizas —tan características de los sectores de la Planaza, Monto, Sopena, Valdecarro, etc. (C-2)— el relieve se levanta hasta altitudes de 740 metros en el extremo meridional de la Hoja, ocupado por el Monte de Sora, Montes de Castejón y Sierra de las Pedrosas (D-3, 4, 5). En este sector las margas alternan con las calizas y dan lugar, por tanto, a una morfología menos neta que en el relieve estructural antes citado. Pero fuera de esta zona relativamente elevada, gran parte del área de la Hoja está ocupada por amplias llanadas, desarrolladas en el ámbito de las arcillas y arenas oligocenas. En estos dilatados llanos emergen de vez en cuando montículos de molasa muy arrasados por la erosión, aunque, por excepción, los accidentes de este material alcanzan, a veces, alturas importantes, como en el cerro de Monlora (A-5). Asimismo, rompen la monotonía de las llanuras los cabezos de caliza, en forma de muelas, antes mencionados, que frecuentemente dejan asomar, sobresaliendo en las arcillas intercaladas, sus delgados bancos, a los que los habitantes de la comarca dan el expresivo nombre de «dientes de calcina».

Otro dominio morfológico hay que añadir a los ya citados: el de las llanuras diluviales que los moradores del país llaman, en general, «sajos» o «tierra de sajo». El material que las forma, de dudosa interpretación geológica, es cascajo —llamado en la comarca «ruejo»— mezclado con margas arenosas, aunque a veces los cantos rodados están cementados, formando costras de conglomerado. Superpuesta esta formación inmediatamente a las arcillas y arenas del Oligoceno, constituye dilatados llanos ligeramente elevados sobre los que aquéllas originan. Sus altitudes oscilan entre los 300 y 400 metros y la extensión que ocupan es enorme, sobre todo en la parte central y occidental de la Hoja; desde este último sector se continúan, cubriendo amplia superficie, hacia el río Riguel. Estos amplios retazos aparecen, sin embargo, muy recortados por la erosión de los ríos y son evidentemente vestigios de un manto sedimentario mucho más dilatado. En cuanto a su carácter morfológico, es incierto dado lo impreciso de su origen geológico; en cierto sentido pueden ser considerados como terrazas, aunque, por otro lado, estos canturales —que Hernández-Pacheco (11) encuentra semejantes a las rañas extremeñas— se salen, por su extensión y otros caracteres, de esa clasificación. Más adelante intentaremos aclarar el problema que estos sedimentos plantean, (Véase el «Cuaternario», en el capítulo de Estratigrafía.)

Respecto a las acumulaciones de aluviones modernos, apenas tienen significación en la morfología de nuestra Hoja, pues se limitan, en ríos de tan escasos aportes como los de nuestra zona, a breves y estrechísimas fajitas.

Tanto los materiales terciarios como la formación diluvial a que acabamos de referirnos, son disecados por una red fluvial integrada por el río Arba de Luesia, su afluente el Arba de Biel y un cortejo de arroyos que a ellos tributan sus aguas. Estas corrientes, al ahondar su cauce cortan los niveles de los conglomerados diluviales, de las calizas, de las molasas, y llegan invariablemente al horizonte de las arcillas, que es estratigráficamente el inferior. Los valles de los ríos suelen ser anchos y poco profundos y la faja de aluviones que los jalona apenas tiene importancia, como ya hemos dicho. Los arroyos originan, asimismo, surcos nada profundos pero muy prolongados, que en paisaje tan monótono como el de esta comarca son rasgo muy destacado. Merecen citarse, por sus grandes dimensiones, los barrancos de la Varluenga (B-3, 4 y A-5). Val Oscura (B, C-3) y Vilate, afluentes todos ellos al río Arba de Biel, que se adentran profundamente en las manchas de conglomerados y de calizas, haciendo aflorar las arcillas amarillas subyacentes.

Hidrografía

La red hidrográfica cuenta con una arteria principal, el río Arba de Luesia, a la que vierten sus aguas, directa o indirectamente, todas las corrientes del sector de la Hoja. El Arba de Luesia es el río más importante de las Cinco Villas por su caudal y su longitud; tiene su origen en la Sierra de Santo Domingo, a diez kilómetros del pueblo de Luesia y, después de un recorrido de unos 100 Km., desemboca en el Ebro a un kilómetro aguas arriba de Gallur. Figuran entre sus afluentes más importantes el río Farasdués (A-2), el Riguel y el Arba de Biel; después de su unión con este último es cuando esta vena fluvial se denomina simplemente Arba, es decir, en el trayecto entre Ejea y su desembocadura en el Ebro. Su tributario el Arba de Biel, nace asimismo en la Sierra de Santo Domingo, a cinco kilómetros de Biel; entra en el territorio de nuestra Hoja por Luna (A-2), y después de describir un brusco codo entre Erla (B-2) y Paúles (B-4), une sus aguas a las del Arba de Luesia dos kilómetros aguas abajo de Ejea, en el paraje denominado El Puyal (B-1).

El caudal de estos dos ríos es muy variable, con bruscas alternativas estacionales. Casi nulo en el estiaje, llega en ambos, durante el invierno y la primavera, a unos 6 m.³ por segundo. Los arroyos tributarios suelen permanecer secos, convertidos en polvorientos barrancos, la mayor parte del año. No son raras, en años de copiosas precipitaciones, las grandes crecidas, aunque no tienen en los dos ríos de nuestra zona el carácter devastador que revisten en el vecino río Riguel, cuyo caudal recoge el Arba fuera del ámbito de nuestra Hoja, aguas abajo de Ejea.

En un típico país endorreico como el correspondiente a nuestra Hoja, resulta obligado mencionar las aguas estancadas que, en forma de balsas más o menos permanentes, la caracterizan tan señaladamente. En la parte occidental de nuestra Hoja destacan la Estanca de Añesa (C-1), situada entre la línea del ferrocarril Sádaba-Gallur y el río Arba, de 450 m. de longitud por 500 m. de anchura, y la Balsa de Añesa (C-1), un kilómetro al sur de la anterior y mucho más reducida. Ninguna de las dos tiene afluentes ni emisores. De mayor importancia es la Estanca del Gancho (B-1) emplazada a un kilómetro al SE. de Ejea, de aguas permanentes, cuyas dimensiones son 750 m. de longitud por 400 m. de anchura y que alimenta la Acequia del Gancho. En la parte oriental de la Hoja citaremos las pequeñas cuencas del Pantano del Brun (A-4), entre Luna y Erla, y del Pantano de Paúles (B-4). En todos los casos se trata de reducidas depresiones, cuyas aguas se emplean para el regadío, y en

vías de desaparecer por relleno. Como ya hemos indicado, este sector forma parte de la comarca endorreica de Sádaba, descrita por Dantín Cereceda en su citado estudio sobre el endorreísmo aragonés (4).

Clima

El clima de nuestra comarca participa de todas las características del de la cuenca del Ebro. Sabido es que, a pesar de la relativa proximidad de ésta al mar, sus rasgos climáticos son los propios de un clima continental, ya que la elevada orla montañosa que la circunda impide la influencia sobre ella del Atlántico y del Mediterráneo. Las oscilaciones térmicas anuales son, en consecuencia, muy señaladas; en invierno (en el mes más frío, enero) se registran temperaturas de 6 a 8° bajo cero, mientras que en el verano (julio y agosto) pueden alcanzarse máximas de 40°. Es pues el verano extremadamente caluroso, aunque breve, y el invierno riguroso y prolongado. La primavera es, generalmente, casi inexistente por lo variable y despacible del tiempo, y sólo el otoño proporciona una temperatura templada y estable. La media térmica anual es del orden de 13,5°, con una media mensual en enero de 5° y de 22° en agosto. Las oscilaciones diarias de la temperatura suelen ser muy acusadas: la media es de unos 10°, pero puede llegar a saltos bruscos de 25°.

Las precipitaciones son escasas y mal repartidas. La media anual para toda la comarca de la Hoja es de unos 400 mm., algo superior a la de Zaragoza, que no alcanza los 315 mm. Pero en este aspecto, como en el de la temperatura, la desigualdad más completa es la regla. A años de copiosas lluvias con medias de 700 mm. suceden otros terriblemente secos, en que la media de precipitaciones desciende por debajo de 250 mm. Las lluvias se concentran en escaso número de días, que pueden ser sólo 30 ó 40 en los años de sequía; en los lluviosos sobrepasan los 100. No hay tampoco ley fija para la localización de los días de lluvia, aunque de ordinario los máximos de precipitaciones se presentan en primavera y otoño; pero con frecuencia, sobre todo en años de abundantes precipitaciones, los días de lluvia se desplazan al invierno o al verano.

No se dispone de datos muy precisos por lo que toca a los vientos, por falta de observaciones sistemáticas. Señalaremos, sin embargo, que los dominantes en la comarca son dos: el *cierzo*, seco, violento y frío, que sopla desde el N. o NW., principalmente en invierno o primavera, y cuyo origen parece

deberse a una depresión ciclónica en el Mediterráneo que atrae el aire del Atlántico; y el *bochorno* que viene del S. o del SE., muy seco y abrasador en verano. El número de días en que estos vientos barren las rasas llanuras del país es muy grande, pues durante 40 años la media observada es de 130 días anuales. Sus efectos son funestos y contribuyen a agudizar penosamente la gran aspereza climática de este sector del valle del Ebro; el *cierzo* rebaja extraordinariamente la temperatura en invierno, provocando devastadoras heladas, mientras el *bochorno*, con sus sofocantes ráfagas, agosta la cosecha antes de su sazón. A esto se une el que ambos limpian el cielo de nubes y desecan intensamente la tierra, secundando las duras consecuencias de la escasez de precipitaciones.

La comarca cuenta con una estación pluviométrica-termométrica-psicrométrica en Ejea de los Caballeros y con estaciones pluviométricas en «El Bayo» (término de Biota), Sierra de Luna, Valpalmas y Sádaba, de cuyas observaciones proceden, en parte, los datos anteriores. Otros han sido tomados de la citada obra de Floristán Samanes (8) y del estudio sobre la climatología de las Bárdenas y Cinco Villas, por Liso Puente (13). Finalmente, hemos entresacado otros, así como algunos pormenores tocantes a la hidrografía de la comarca, del trabajo geográfico e histórico sobre las Cinco Villas, de Escagüés Javierre (5). De esta última obra extraemos los cuadros siguientes que contribuirán a precisar la fisonomía climatológica de la región:

PARTIDO DE EJEA

Pueblo de Ejea de los Caballeros.—Año 1942.

M E S E S	Días de lluvia	Nieve	Tormentas	Niebla	Agua medida
Enero	15	2	0	5	42,7 mm.
Febrero	15	1	0	0	60,9 —
Marzo	12	0	0	1	76,4 —
Abril	14	0	1	0	66,7 —
Mayo	13	0	2	0	83,0 —
Junio	16	0	6	0	33,5 —
Julio	6	0	5	0	38,2 —
Agosto	3	0	2	0	15,8 —
Septiembre	3	0	2	0	22,1 —
Octubre	2	0	1	0	8,6 —
Noviembre	12	0	1	0	34,5 —
Diciembre	3	1	0	9	7,2 —
Totales	114	4	20	15	489,6 mm.

Temperaturas medias de máxima, mínima y media, correspondientes al Partido de Ejea, estación de Ejea de los Caballeros, en los años y meses que se indican

MESES	TEMPERATURAS MEDIAS DE					
	Máxima		Mínima		Media	
	1941	1942	1941	1942	1941	1942
Enero	5,7	10,9	2,1	2,8	1,8	1,2
Febrero	10,4	10,9	2,6	3,5	3,9	7,2
Marzo	15,9	13,7	4,4	4,8	10,1	9,2
Abril	17,8	15,6	6,9	6,2	12,3	10,9
Mayo	22,5	18,7	9,9	8,7	16,2	13,7
Junio	28,5	23,2	12,8	11,2	20,6	17,1
Julio	31,9	27,2	15,0	13,8	23,4	20,5
Agosto	30,4	29,5	14,9	14,1	22,0	21,8
Septiembre	22,5	25,2	13,3	13,2	19,4	19,2
Octubre	22,1	16,0	11,1	5,6	16,6	10,8
Noviembre	13,3	12,8	2,3	3,3	7,8	8,0
Diciembre	6,0	6,9	0,5	1,0	3,1	3,9

Media anual. Máxima en 1941: 18,9. En 1942: 17,5.

Mínima en 1941: 6,3. En 1942: 7,3.

Máxima absoluta el año 1941: día 29 de julio con 39,2.

— el año 1942: día 17 de julio con 35,0.

Mínima absoluta el año 1941: día 7 de febrero con 7,4.

— el año 1942: día 26 de diciembre con 8,1.

Datos de geografía humana

La pobreza de los cursos de agua superficiales y, sobre todo, las adversas circunstancias climáticas a que antes nos hemos referido, bastan a aclarar que la comarca de nuestra Hoja entra de lleno en la categoría de país estepario, aunque no revista propiamente los caracteres de la estepa aragonesa, tal como se ofrecen en los llanos de la Violada o en ciertos sectores de Los Monnegros. El paisaje es, sin embargo, muy semejante al de esos modelos de regiones desérticas; no hemos de insistir en la descripción de las peladas e interminables llanuras y de las adustas lomas que constantemente azota el cruel cierzo. Consignemos solamente que, como corresponde a su carácter estepario, sobre el suelo de esta región se instala una rala vegetación espontánea capaz de resistir la dureza del clima: cardos, abrojos, espartos, aliagas, etcétera. Allí donde abunda el salitre, tan extendido en estos suelos arcillosos, surge un conjunto de especies halófitas, tales como tamarices, sisallos,

etcétera; las vaguadas húmedas o los cauces de los arroyos acogen una vegetación palustre compuesta de juncos, carrizos, espadañas, etc. Caracteriza también a este paisaje vegetal la falta completa de arbolado; solamente en los sotos de las riberas hay pequeños grupos de chopos, álamos, etc., y en el Monte de Sora y Sierra de las Pedrosas un extenso pinar, en el que aparecen al lado de los pinos otras especies, como sabinas y coscojas.

El cultivo de mayor importancia es el de los cereales, al cual sólo en el término de Ejea se dedican unas 22.000 hectáreas. La producción es muy variable, según los años. En un año de buena cosecha — 1950 — se han recolectado en Ejea 20.000 quintales métricos de trigo, 15.500 de cebada y 1.000 de centeno y avena. El cultivo de segundo orden está representado por la remolacha, de la que se recogieron 16.000 toneladas en la citada campaña de 1950. Allí donde la tierra se hace más hueca y floja — por ejemplo, donde las arenas suceden a las arcillas o en los terrenos de «saso» — se da bien la vid, como en el término de Sierra de Luna y en La Marcuera; recientemente se han hecho con éxito extensas plantaciones de viñedo en Esparteta y Trillar, al NO. de Ejea. El olivo apenas cuenta entre los cultivos del país, aunque no deja de haber una amplia y cuidada zona de olivar en Sierra de Luna. Los cultivos de regadío alcanzan también escaso volumen, teniendo en cuenta la poca extensión de los sectores irrigados: en ellos se dan algunos frutales, alfalfa, maíz, garbanzos, habas y patatas, principalmente.

El riego se realiza, en los reducidos sectores donde alcanza el agua, a favor de obras primitivas, si es que el agua no se conserva en depresiones naturales como las lagunas o charcas citadas anteriormente. Sólo un embalse de importancia dedicado al riego se ha construido en la comarca: el pantano de San Bartolomé de Ejea, emplazado al norte de Ejea, entre los ríos Arba de Luesia y Farasdués, y situado dentro de la hoja colindante con la nuestra por el Norte (Luna). Su capacidad es de seis millones y medio de metros cúbicos y riega una zona de 4.000 hectáreas. Obra muy importante para el riego de la región y decisiva para su porvenir agrícola y económico será el canal de las Bardenas, ya en construcción, y al que últimamente se le ha dado fuerte impulso. Arrancará del pantano de Yesa, al que se le calcula una capacidad de 430 millones de metros cúbicos, y desembocará en el pantano de la Sotonera. Su longitud será de 139 kilómetros, con caudal en el origen de 60 metros cúbicos por segundo y con un área regable de 132.738 hectáreas. Se piensa utilizar primeramente para el riego el trozo comprendido entre el pantano de Yesa y el Arba de Luesia, que beneficiará a unas 70.000 hectáreas. En el área de nuestra Hoja queda afectada por el riego del canal toda la parte llana de la misma, es decir, toda su extensión, exceptuando la zona montañosa de Sora (D-3), Sierra de Luna (C-5), Las Pedrosas (D-5) y Valpalmus (A-5).

La ganadería de la comarca se reduce casi exclusivamente a la cría del ganado lanar y cabrío, del cual existen en el término de Ejeja unas 45.000 cabezas. No es ganado trashumante, pues puede sustentarse durante todo el año en los extensos montes del término, especialmente en los de las Bárdenas. Parece ser que el número de rebaños se ha reducido grandemente, a consecuencia de la roturación de prados para el cultivo de cereales.

Antaño tuvo gran fama e importancia en la comarca de Ejeja la ganadería de reses de lidia, pero hoy está prácticamente extinguida.

La escasa industria del país está relacionada con su principal actividad, que es la agrícola; así, en Ejeja existen tres fábricas de harina y otras tres de maquinaria agrícola.

Las vías de comunicación principales son: la carretera de Sádaba (A-1), en mal estado de conservación, que cruza por el extremo occidental de la Hoja; la de Ejeja a Erla (A, B-1, 2, 3, 4), y la de Zuera a Luna (A, B, C, D-4, 5), que pasa por Las Pedrosas y Sierra de Luna, con un ramal a Valpalmas. Estas dos últimas están algo mejor conservadas. El pueblo de Paúles está incomunicado y asimismo lo están las fincas de la comarca, pues los caminos que a ellas conducen son impracticables para el automóvil.

Sólo una línea de ferrocarril cruza por el área de la Hoja: el ramal de vía estrecha Gallur-Sádaba (A, B, C-1), con estación en Ejeja y apeadero en Escorón, ya en el borde de la hoja inmediata.

El pueblo más importante de la comarca es Ejeja de los Caballeros, cuya población asciende, según censo de 1940, a 8.599 habitantes. Le siguen Luna y Erla, con 2.607 y 1.179 habitantes, respectivamente. Los restantes pueblos son aldeas que no alcanzan el millar de habitantes.

Guardan todos estos pueblos, incluyendo en ellos a Ejeja, escasos vestigios de su pasado histórico o dignos de mención por su valor artístico. En este último aspecto, hay que citar en Ejeja el notable monumento de la iglesia parroquial del Salvador, de estilo románico de transición, edificada en los siglos XII y XIII y declarada monumento nacional en 1931.

III

ESTRATIGRAFÍA

OLIGOCENO

Los sedimentos del área de nuestra Hoja se incluyen en el Terciario continental que rellena la cuenca del Ebro y, dada su carencia de fósiles característicos, resulta muy difícil su identificación. Ya desde la época de Mallada (15) se viene insistiendo sobre la dificultad de deslindar el Oligoceno y el Mioceno, y no solamente por la falta de fósiles, sino porque en ambos períodos el ámbito sedimentario tiene los mismos caracteres y las formaciones depositadas son, por tanto, muy semejantes. Existe, pues, una falta de datos paleontológicos y de diferencias litológicas, que harían imposible en una pequeña extensión como la de nuestra Hoja intentar la distinción de niveles. Se hace preciso, en consecuencia, tener en cuenta otros cortes trazados en la cuenca sobre una base paleontológica más o menos firme y establecer una correlación de nuestras facies con sus pisos para adquirir una idea aproximada de su edad. No negamos que este procedimiento está sujeto a muchos errores, porque la sucesión observada en puntos lejanos puede no ser válida para la región central en que nos situamos. Pero, además, conservamos las deficiencias o errores que pueden existir en aquellas series, acentuándolos al aventurarnos a fijar un paralelismo de formaciones sólo por sus caracteres litológicos. Nos consta, en efecto, que en el amplio teatro de sedimentación que es el valle del Ebro, desde la mitad al final del Terciario hay cambios laterales de facies coetáneas y que, por el contrario, la misma formación se repite en distintas épocas. Pero, pese a los inconvenientes apuntados, el único camino de que disponemos para determinar de algún modo la edad de los terrenos de nuestra Hoja es cotejarlos con los de los esquemas estratigráficos prece-

dentes. En consecuencia, trazaremos primeramente un cuadro comparativo de los cortes observados en la cuenca del Ebro y, después, describiremos las facies de nuestra zona e intentaremos su correlación con los términos de aquéllos.

Series estratigráficas observadas en la cuenca del Ebro

De ellas da idea el cuadro que adjuntamos, que es en todo semejante al publicado en las memorias del Mapa Geológico de las hojas de Sádaba y Sos, con ligeras adiciones y modificaciones. En él se consignan las síntesis estratigráficas de la cuenca debidas a Dépéret y Vidal (30), Royo Gómez (25), Marín (16, 18), Sáenz García (27, 28) y los ingenieros de Minas que estudiaron las hojas de Navarra, Sres. del Valle, Mendizábal y Cincúnegui (12). La coincidencia entre sus términos, es manifiesta, hasta el extremo de presentar todas ellas casi la misma sucesión con pequeñas variantes. La única excepción la constituyen los conglomerados, que en las series de Dépéret y Vidal y Marín aparecen (horizonte núm. 8) infrapuestos a los yesos oligocenos, mientras que en la de Mendizábal, del Valle y Cincúnegui se consideran (horizonte número 5) superiores a los mismos y de edad estampiense. Esta falta de coincidencia no tiene, sin embargo, gran valor, pues, como se hizo notar en la memoria de la hoja de Sos del Rey Católico, los conglomerados son términos muy inseguros al establecer un paralelismo de series, ya que se presentan en todos los niveles desde el Eoceno medio al Oligoceno superior. El desacuerdo, sin embargo, se hace patente en lo que se refiere a las edades atribuidas a los distintos pisos. La discrepancia se inicia a partir del nivel de las masas salinas de la base del Oligoceno; así, las «pudingas supranummulíticas» (de Palassou) y las areniscas del horizonte núm. 8, eocenas para Dépéret y Vidal, pertenecen según Marín al Sanoisiense. Los yesos oligocenos, estudiados por Sáenz (27), representan para Dépéret y Vidal el piso más alto del Eoceno, el Ludiense, mientras que para Marín (16), que los considera identificables con el horizonte 6 b, no son sino un nivel superior del Sanoisiense. En cuanto a Royo Gómez, sus niveles 6 b, 7 y 9 se sitúan, sin localización cronológica precisa, en el tránsito Auversense-Bartonense-Ludiense, inclinándose así hacia la opinión de Dépéret y Vidal de extender hacia arriba el Eoceno.

El acuerdo de opiniones se produce al llegar al nivel de las calizas de Tárrrega (núm. 6) gracias a su fauna de vertebrados estudiada por Dépéret y Vidal. Ese mismo horizonte queda identificado por los gasterópodos encontrados en las cercanías de Tudela y en otros lugares de Navarra por Mendi-

zábal, Del Valle y Cincúnegui (12). El nivel que le sigue, el Estampiense, si queda bien situado cronológicamente, no se distingue de él netamente en cuanto a su facies. Asimismo resulta incierta su distinción del piso siguiente, el Aquitaniense; en la columna estratigráfica de Royo y Gómez se funda tan sólo en el hallazgo de un gasterópodo — el *Helix* aff. *Ramondi*— que Dépéret y Vidal clasificaron como procedente de Vera (Zaragoza). Para Marín, el horizonte núm. 4, integrado por las margas blanquecinas y las molasas del Castillo de Mequinenza, puede situarse tanto en el Aquitaniense como en el Estampiense. Si a esto se une el carácter litológico anodino y variable de esta formación, su delimitación resulta evidentemente poco rigurosa.

Los pisos del Mioceno quedan bastante bien definidos, mas no entramos en su discusión, pues, a nuestro entender, se salen de su dominio los terrenos de nuestra Hoja. En la zona cercana a nuestro sector de estudio, la arenisca de Ribaforada, de la base del Mioceno, y los yesos sarmatienses de Tauste son, sin duda, buenos puntos de referencia; la serie de Del Valle, Mendizábal y Cincúnegui podría completarse con las calizas fosilíferas de Sancho Abarca, en la terminación meridional de las Bârdenas, en las que el Pontiense se puede reconocer con certeza.

Facies de nuestra zona

Señalemos ahora las facies del ámbito de nuestra Hoja para, después de su descripción, intentar su encuadre cronológico. Éstas pueden reducirse a dos, distinguibles entre sí con precisión: las areniscas o molasas, que alternan con arcillas amarillas, y las calizas grisáceas, alternantes con margas blanquecinas.

Los sedimentos de la primera clase — molasas y arcillas — se extienden ampliamente por la mitad septentrional de la Hoja, cubriendo grandes extensiones entre Valpalmas y Ejea, para desaparecer inmediatamente al oeste de ésta bajo una gran mancha de canturral cuaternario que llega hasta el río Riguel. Por el extremo oriental de la Hoja descienden hasta Las Pedrosas y Sierra de Luna y por el occidente se continúan al sur de Ejea, penetrando con alargados entrantes en el dominio de las calizas, a favor de las «vales» o barrancos abiertos en éstas por los arroyos. El resto — si se exceptúan los grandes retazos de Cuaternario que después mencionaremos — está ocupado por las calizas y las margas que a éstas acompañan, creando un relieve — y muchas veces un cuadro de paisaje — que difiere netamente del debido a las molasas y las arcillas.

Las molasas, predominantes en el sector septentrional y oriental de la Hoja, son areniscas bastas, de grano generalmente pequeño y a veces bastante deleznable. Tienen color amarillento o pardoamarillento, que presta al paisaje un tono ocre. Rara vez muestran estratificación; excepcionalmente alternan con arcillas en estratificación entrecruzada o se presentan en hiladas horizontales. Pueden formar moles que cubren el terreno en gran extensión, como entre Luna y Erla (A, B-4), al oeste del río Arba de Biel, pero más generalmente constituyen montículos aislados en las arcillas amarillas o lomas más o menos extensas, de cumbres planas, recortadas por los barrancos o «vales» arcillosos. Es imposible deslindar, por tanto, este material de las arcillas amarillentas, con las que alternan continuamente. Dichas arcillas son muy finas, compactas y duras al secarse; se hacen a veces algo arenosas, llegando en contadas ocasiones a convertirse en arenas sueltas y finísimas. Su color es constantemente amarillo, más o menos blanquecino y con gran frecuencia presentan manchas de eflorescencias salitrosas. Los naturales de la comarca la denominan «tierra fuerte» o «tierra del cuerpo»; dada su dureza e impermeabilidad necesitan de fuertes lluvias para proporcionar buenas cosechas. No puede, naturalmente, precisarse su espesor; el de las molasas alcanza un máximo, dentro del área de nuestra Hoja, de unos 100 m. al SO. de Luna y en las proximidades de dicho pueblo (A-4).

En cuanto a las calizas, ofrecen generalmente una gran monotonía de facies; son casi siempre finas, compactas y margosas, pero a veces son bastas y sabulosas en las proximidades del contacto con las molasas, como por ejemplo al sur de Las Pedrosas (D-5). Son, en ocasiones, duras, pero acostumbran ser muy blandas cuando se hacen finamente arenosas o muy margosas. Su color es grisáceo o, con menos frecuencia, blanco, y se disponen ya en hiladas continuas, siempre horizontales, de poco espesor (20-30 cm.), que alternan con las margas o bien en lajas; a veces son astillosas o su presencia se reduce a cantos menudos desparramados en las margas (llamados «calcinilla» en el país). Siempre van acompañadas por las margas, que ostentan un color blanquecino, amarillento o rosado; en el Monte de Sora (C, D-3) y en la Planaza (D-2) estas margas son a veces rojizas y arenosas y contienen fragmentos de arenisca grisverdosa.

Una disposición corriente de la alternancia de margas y calizas es la que representa el corte adjunto (fig. 1), al sur de Las Pedrosas (D-5), en el que bancos delgados de calizas de 20 a 30 cm. alternan con lechos margosos de un metro de espesor.

Pocas veces acompaña el yeso a estas calizas. Lo hemos registrado, sin embargo, en capitas unidas a margas yesíferas al norte de Sierra de Luna, entre los kilómetros 25 y 26 de la carretera de Luna (C-5), al pie del castillo

DEL VALLE, MENDIZÁBAL Y CINCÚNEGUI	DÉPÉRET Y VIDAL	ROYO GÓMEZ	MARÍN	SÁENZ
1.	1.	1. a) Areniscas amarillentas y rojizas que en Monteagudo (Navarra) contienen <i>Hipparion gracile</i> . b) Calizas de los páramos con moluscos.	1. Calizas con intercalaciones margosas de los páramos (Pon-tiense).	1. Calizas y margas del Mioceno superior.
2. Yesos, margas y arcillas horizontales de Tauste (Sarmatiense).	2.	2. a) Margas con <i>Potamides tricinctum</i> de Arnedillo (Logroño) y Moneva (Zaragoza). b) Capas con <i>Potamides</i> de Tosos y Fuentetodos (Zaragoza).	2. Margas y arcillas yesosas de los Monegros con <i>Planorbis</i> , <i>Limnaea Paludina</i> , <i>Helix</i> , etc. (Sarmatiense).	2. Yesos, arcillas, margas blancas y grises del Mioceno medio.
3. Areniscas arcillosas de colores rojos y amarillentos de Ribaforada (Tortonien-se).	3.	3. Conglomerados, areniscas y arcillas rojas (Tortonien-se).	3. Areniscas predominantes de Caspe, conglomerados y arcillas rojas (Tortonien-se).	3. Arcillas sabulosas, rojas y multicolores sin yesos (Tortonien-se).
4. Alternancia de arcillas, margas y calizas margosas, con gasterópodos en Cabeza del Moro, en Tudela (Aquitaniense).	4.	4. Margas con <i>Helix</i> aff. <i>Ramondi</i> de Vera (Zaragoza). (Aquitaniense).	4. Margas blanquecinas y amarillentas con molasas, del Castillo de Mequinenza (Aquitaniense).	4. Calizas en lechos delgados.
5. Molasas pardoamarillentas que en el borde de la cuenca se transforman en pudingas, alternantes con arcillas amarillas (Estampiense).	5. Molasas gruesas de Lérida y de la provincia de Huesca (Estampiense).	5. Molasas y margas superiores de Calaf y Tárrega (Estampiense).	5.	5. Maciños y molasas, horizontales en el centro de la cuenca y plegados en el borde.
6. Margas rojas y calizas margosas de Larraga, Venta de San Miguel y Cerro de San Nicolás de Traibuenas con <i>Helix</i> aff. <i>Heberti</i> , <i>H. voltzii</i> , <i>Planorbis Boissyi</i> , <i>P. rouvillei</i> y <i>P. cornu</i> .	6. a) Calizas de Tárrega con <i>Brachiodus Cluui</i> , <i>Theridomys</i> , <i>Plesictus</i> , vegetales y peces; como <i>gasterópodos</i> , contiene <i>Limnaea longiscata</i> y <i>Planorbis cornu</i> (Sanoisiense superior). b) Calizas lignitíferas de Calaf con <i>Ancodus Aymardi</i> , <i>Melanoides albigensis</i> , etc. c) Calizas tabulares con <i>Cyrenas</i> de Cubells y Fontjls (Sanoisiense medio.)	6. a) Calizas de Tárrega con <i>Brachiodus cluui</i> y de Calaf con <i>Ancodus Aymardi</i> (Sanoisiense). b) Horizonte de <i>Cyrena</i> .	6. a) Calizas y molasas de Tárrega con osamentas (<i>Brachiodus cluui</i> y <i>Limnaea pyramidalis</i>). b) Margas grises y rojas con calizas fosilíferas (<i>Ancodus Aymardi</i>) y lignitos de Calaf con <i>Planorbis</i> .	6. Margas rojas y calizas.
7. Serie de yesos inferiores en lentejones aislados en el borde de la cuenca (Sierra del Perdón).	7. Yesos del torrente del Ars y de Cubells (Ludiense superior).	7. Margas grises con yesos.	7. Yesos superiores con margas, calizas, areniscas y algún banco de lignito.	7. Yesos plegados.
8. Areniscas pardoamarillentas de Biurun-Subiza.	8. Conglomerados altos de Montserrat o molasas rojizas y maciños con intercalaciones margosas (pudingas de Palassou).	8.	8. Margas rojas predominantes con calizas, conglomerados y areniscas con <i>Melanoides albigensis</i> .	
9. Criadero salino.	9.	9. Horizonte salífero de Cardona y Remonos.	9. a) Margas grises y rojas, yesosas y saladas, con bancos de calizas, areniscas y yesos. b) Margas, sal común y anhídrita en lechos delgados. c) Criadero salino.	
10. Margas grises del Luteciense (Eoceno marino).	10. Margas azules con <i>Nummulites</i> (Luteciense a Bartonien-se).	10. Eoceno marino en toda la parte septentrional (Luteciense).	10. Eoceno.	

de Sora (C-5) y en el extremo sudoccidental de la Hoja, en la cota 334, al sur del barranco Español (D-1).

El espesor de este conjunto calizo-margoso es muy considerable y se puede apreciar, para el territorio de nuestra Hoja, en más de 300 metros.

Se podría pensar que estas calizas representan una formación de la misma edad que las molasas y arcillas situadas más al Norte y que entre aquéllas y éstas no existe otra relación que la de un cambio de facies, fenómeno tan fre-

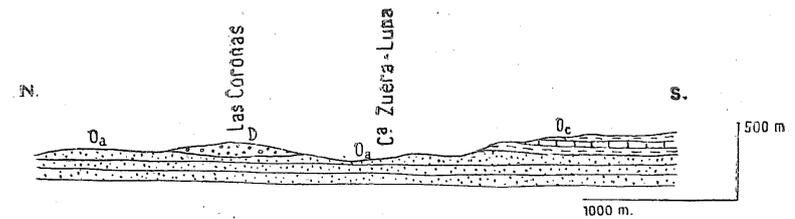


Fig. 1.—Corte por el contacto de calizas y molasas del Oligoceno, al sur de Las Pedrosas.

O_a Oligoceno arenoso (molasas).—*O_c* Calizas alternantes con margas.—*D* Cantural diluvial.

cuento entre las regiones marginales y centrales de la cuenca. Sabido es, en efecto, que materiales detríticos groseros, como conglomerados y areniscas, se convierten en otros de elementos finos, como margas o calizas, cuando se camina del borde al centro de la depresión. En este caso, sin embargo, creemos que las calizas alternantes con margas constituyen un tramo distinto y superior a las arcillas y molasas. Para esto nos fundamos en dos razones: en primer lugar, no se observa en ningún lugar tránsito gradual entre ambas clases de sedimentos, sino que el paso de uno a otro en el contacto es brusco. Por otro lado, es dable confirmar en muchos sitios la superposición de las calizas a las arcillas amarillas o a las molasas — así lo hizo notar ya Martín Donayre (19) en la zona de Las Pedrosas (D-5) —, como al norte de la Planaza (D-2), en la mancha de Abejares (C-1), en el oeste de la Hoja, o en los prolongados barrancos de Vilate, Valdecarro (C, D-1, 2) u otros debidos a la erosión de arroyos que hienden la masa caliza. Nos encontramos, por tanto, con una sucesión como la que expresa el corte de la figura 2, trazado en el descenso de la Planaza al barranco de los Boarales.

En resumen, nos encontramos en el área de nuestra Hoja, la que se viene llamando (por Almela, Ríos y memorias de Navarra) «facies típica oligocena», consistente en una monótona sucesión de arcillas, calizas, margas y areniscas. Estas formaciones se sitúan siempre por encima de los yesos oligocenos

y de ordinario no permiten en ellas distinción de pisos. Nosotros hemos hecho ver, sin embargo, que en el ámbito de nuestra Hoja se podían diferenciar bien el horizonte de las molasas y las arcillas y el de las calizas alternantes con las margas. Ambos tramos se corresponden con los términos núms. 5 y 4 de la serie de Del Valle, Mendizábal y Cincúnegui, en cuyo caso pertenecerían, con algunas reservas, al Estampienense y al Aquitaniense. En todo caso, si no se

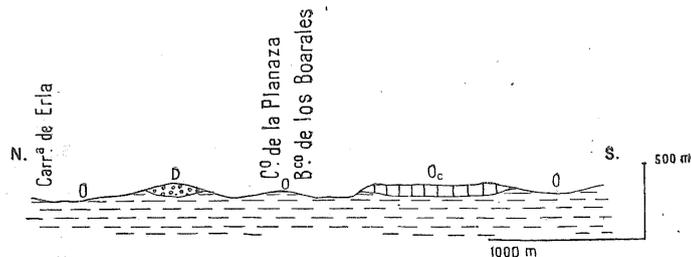


Fig. 2.—Corte desde La Planaza al barranco de los Boarales.

O Arcillas amarillas del Oligoceno.—Oc Calizas y margas alternantes.—
D Margas arenosas con canto rodado del Diluvial.

puede pretender una identificación tan precisa de nuestras formaciones, si cabe atribuirles, sin duda, al Oligoceno superior.

Desgraciadamente, no hemos hallado en toda la zona de nuestra Hoja fósiles que confirmen esta clasificación; solamente descubrimos moldes de moluscos indeterminables (probablemente *Limnaeus* y *Planorbis*) en algunas calizas del Monte de Sora (C-4).

CUATERNARIO

Hemos tratado en un reciente trabajo (*) acerca de este terreno y de los problemas que plantea en nuestra zona, y como las observaciones allí consignadas conciernen de lleno a las manchas de nuestra Hoja, las resumiremos aquí brevemente.

Es de notar, primeramente, la gran expansión que adquieren estos sedimentos en el área de nuestra Hoja y en regiones vecinas. No sólo en la comarca de las Cinco Villas, sino en otros muchos puntos de las provincias de

(*) Alastrué (E.): «El Cuaternario de la comarca de Ejea de los Caballeros». (En curso de publicación.)

Lérida, Zaragoza, Navarra y Huesca forman extensísimos depósitos, que vienen a ser, por su frecuencia, uno de los rasgos fisiográficos más típicos de estas zonas del valle del Ebro. Es muy posible, sin embargo, que estos mantos sedimentarios difieran bastante en cuanto a su constitución y que no sean cronológicamente semejantes.

Por lo que hace a nuestra Hoja, cuatro manchas principales de este terreno cabe distinguir:

1.^a La del oeste del Arba de Luesia (A, B-1), que se enlaza con un amplísimo retazo de esta formación, que a ambos lados del río Riguel asciende hacia el Norte, hasta Sádaba y Biota.

2.^a La del Sasillo (A, B-1, 2, 3, 4), extendida de Este a Oeste entre Erla y Ejea, al norte del río Arba de Biel.

3.^a La de Laverné-Romerales (B, C-2, 3, 4), que desde el sur del Arba de Biel se prolonga hasta las estribaciones septentrionales del Monte de Sora y de la Sierra de las Pedrosas; y

4.^a La de las lomas al sur de Ejea (B-1, 2), constituida por varias mesetas pequeñas, distanciadas por la erosión y cuyas cumbres planas quedan cubiertas por un manto detrítico.

Estas dilatadas manchas muestran siempre la misma facies: margas sabulosas, pocas veces calizas, de un tono rojizo o pardo, con gran cantidad de canto rodado. Estos cantos son generalmente pequeños (de 3 a 5 cm.), bien rodados y alisados, y atestiguan el origen más distinto: en ellos hay areniscas rojas, calizas negras, a veces con vetas blancas, calizas blancas y rosadas, compactas y duras, areniscas amarillas, pedernal, etc. Están formados, por tanto, por los materiales integrantes de la cuenca oligocena del Ebro, situada más al Norte, y de las sierras mesozoicas y terciarias septentrionales. Es poco frecuente que los cantos se cemen en lastrones duros de conglomerados, aunque hay algún ejemplo notable de esta formación, como el de Valdeferrín (A-1), al oeste de Ejea, donde el conglomerado presenta bastante extensión y espesor. Estos conglomerados son, por lo general, poco coherentes, y el cemento que los traba es margoso-arenoso y, por tanto, bastante deleznable. A veces se intercala en ellos algún banco de arenisca basta grisamarillenta y muestran, cuando tienen mayor potencia, elementos gruesos en la base, que pueden llegar a 10 ó 12 centímetros de diámetro.

La génesis de estos depósitos detríticos es poco clara, pues por su gran extensión y su alejamiento de los cursos de agua actuales —pobres de caudal, como es sabido—, es aventurado referir a ellos su origen. En nuestro mencionado trabajo (*) opinamos que pueden deberse a los aportes de corrientes

(*) «El Cuaternario...», op. cit.

procedentes del Norte durante un período de intensa erosión, desencadenada por una elevación del país septentrional o por un movimiento de subsidencia de la parte central de la cuenca del Ebro. Esa denudación se acentuó, probablemente, por una abundante pluviosidad que pudo originar una red de arroyos o corrientes subsidiarias mucho más densa que la actual. Una vez formado el manto detrítico, probablemente por coalescencia de las pequeñas planicies aluviales creadas por las diversas corrientes, se desarrolla sobre él una red fluvial de escaso caudal. Así parece probarlo la reducida erosión lateral que han sufrido los depósitos de derrubios y la superficial incisión de los cauces. Esas corrientes, por otra parte, no han formado terrazas más bajas o recientes que la capa detrítica que nos ocupa.

Resulta verosímil que la disección del manto sedimentario por dicha red fluvial coincidiera con un período seco y cálido que cooperara a la pobreza de los cursos de agua; el color rojo de los sedimentos puede ser una comprobación de esta hipótesis.

Al encajarse el río Ebro y sus afluentes, los cursos de la citada red ahondan sus cauces y recortan el manto aluvial en terrazas de escasa altura. Estos cortes naturales revelan su poco espesor, de uno a dos metros como término medio, aunque circunstancialmente, en las costras de conglomerado trabado, llegue a tres metros.

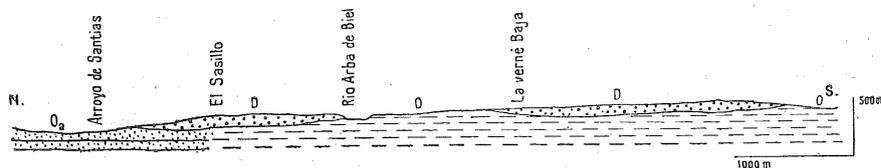


Fig. 3.—Corte a través del Sasillo y el río Arba de Biel.

O_a Molasas del Oligoceno.—*O* Arcillas amarillas (tramo inferior del Oligoceno).—*D* Cascajo diluvial.

Es difícil fijar la edad de este horizonte con el estudio de un área tan reducida como la que corresponde a nuestra Hoja. Desde luego, no contiene restos de mamíferos, de industrias humanas, etc., que nos den la clave de su edad. La solución —imposible de intentar en la extensión de la Hoja— está en un estudio de conjunto de estos sedimentos que dé a conocer los varios posibles niveles existentes en ellos y que permita su correlación con horizontes de cronología conocida. Un buen punto de comparación para estos mantos de derrubios podría ser el Plioceno de Villarroya (Logroño), bien identificado

por Villalta con una fauna de mamíferos (31) y junto al cual se extiende (al sur de Arnedo) una mancha de Diluvial. Asimismo, ese estudio podría establecer conexión entre las terrazas del Ebro y sus afluentes con dichos niveles detríticos. Este último camino hemos seguido en nuestro citado trabajo, aunque las relaciones que fijamos, fundadas principalmente en datos cartográficos, son sólo hipotéticas. Podemos aseverar, sin embargo, que las diversas manchas de nuestra Hoja pertenecen al mismo manto sedimentario, extendido entre los 300 y 400 metros de altitud, que da sobre los ríos Arba de Biel y Riguel terrazas de 10-15 metros. En nuestro trabajo asimilamos dicho manto a otros de la misma altitud y característicos, comparables ya, por su inmediata proximidad, a terrazas del Ebro y del Aragón. Establecemos estas comparaciones en el Ebro, al SO. de Tauste y junto a Tudela, y encontramos que los depósitos en cuestión pueden relacionarse con terrazas bajas del Ebro (las de 10 m.), que Panzer, en su estudio de las terrazas de la cuenca ibérica (22), identificó como pertenecientes al Diluvial sewente. Otras correlaciones pueden intentarse en el curso del Aragón, en puntos como Carcastillo, Sangüesa y Marcilla, cuyas terrazas son conocidas por la citada obra de Panzer (22) y el también mencionado estudio de Floristán Samanes (8). En esos lugares se presentan mantos detríticos, asimilables al nuestro, de altitud variable entre los 300 y 400 metros y cuya situación nos han dado a conocer las hojas del mapa geológico de Alfaro, Sangüesa y Sos (12). También en estos puntos se pueden enrasar estos niveles detríticos con terrazas modernas de 10 m., relacionadas con el último período glaciario. Estas comparaciones nos permiten, por tanto, deducir, aunque con reservas, que los mantos de conglomerados de nuestra zona son homólogos de terrazas del Diluvial reciente, sin descartar que en comarcas vecinas existan otros niveles más antiguos que lleguen incluso al Plioceno.

IV

TECTÓNICA

Situada nuestra Hoja en la parte central del valle del Ebro, se deducirá en seguida que su tectónica es extremadamente sencilla. Efectivamente, los movimientos ante y post-oligocenos (plegamientos pirenaicos y sávicos) que fruncen los estratos terciarios más marginales y septentrionales no han alcanzado a este sector. Desde el nivel arcilloso más inferior señalado en nuestra Hoja, hasta el de los mantos detríticos cuaternarios, la tranquilidad orogénica es completa. Ninguna dislocación altera la disposición horizontal y uniforme de los estratos, que queda bien de manifiesto en la zona tabular del Sur, correspondiente al dominio de las calizas. No cabe siquiera señalar fenómenos de poca importancia y alcance local. Por otro lado, dada la escasez de yesos en el área de nuestra Hoja tampoco se presentan las típicas deformaciones a que éstos dan frecuentemente lugar. Las ligeras ondulaciones del final del Terciario (fases rodánica y waláquica) o intracuaternarias, señaladas en algún otro lugar de la cuenca del Ebro, no muestran aquí ninguna huella.

HISTORIA GEOLÓGICA

La historia geológica del ámbito abarcado por nuestra Hoja se reduce a las fases sedimentarias que desde el Estampiense (identificando con este nivel el de las arcillas amarillas que constituyen el tramo inferior de nuestra zona) han dado lugar a las formaciones que lo recubren. Ya sabemos que ningún trastorno orogénico ha actuado sobre estos sedimentos y que éstos no han sufrido otras vicisitudes que la de un probable e intenso arrasamiento post-mioceno. La deposición y posterior evolución de los mantos detríticos, atribuidos al Diluvial, y que son representantes del último período sedimentario del sector han sido discutidos en el capítulo dedicado a la Estratigrafía.

HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Tres son los tramos, de los descritos en el capítulo de Estratigrafía, capaces de albergar mantos freáticos en la comarca de nuestra Hoja; el de las molasas y arenas subordinadas a ellas, el de las calizas alternantes con margas y el de las gravas y margas sabulosas que forman las planicies de derrubios diluviales. Los tres cuentan, como base impermeable de los mantos acuíferos, el horizonte de las arcillas amarillas y compactas que hemos reconocido como el inferior del Oligoceno en nuestra zona.

Las dos primeras formaciones, la de las molasas y las calizas, cobijan un pobre nivel freático que aflora en escasos manantiales, en el contacto con las arcillas amarillas subyacentes, y que proporciona aguas de baja calidad, sólo utilizables para el ganado y para riegos. El caudal de estas fuentes suele quedar por debajo de los 4 ó 5 litros por segundo, y sufre frecuentes intermitencias de sequedad, pues en ellas se deja sentir en seguida cualquier ausencia prolongada de precipitaciones.

Los mantos detríticos del Diluvial, con su fondo impermeable de arcillas oligocenas, retienen fácilmente extensas capas acuíferas que salen a la luz en manantiales relativamente numerosos, distribuidos en los bordes de la formación. En estas planicies diluviales o en sus márgenes, que hacen contacto con las arcillas subyacentes, se sitúan, por tanto, la mayoría de las fuentes del país y algunas de las más importantes, como la de Bayas (A-1), junto a la casa del mismo nombre, al NO. de Ejea, y la de Valdeferrín (A-1), que brota al pie de una espesa costra de conglomerado, a un par de kilómetros al O. de Ejea. Los caudales de ambas son de 7 y 10 litros por segundo, respectivamente, más importantes, como puede apreciarse, que los de los manantiales de los tramos calizo y arenoso, pero también sujetos a intervalos de sequedad, dado el escaso espesor de la formación diluvial.

En este horizonte de los mantos de derrubios cuaternarios se han excavado numerosos pozos que encuentran el nivel hidrostático a una profundidad de sólo dos o tres metros y que se destinan a riegos y a consumo de hombres y ganados.

Como la pobreza y escaso número de manantiales, junto con la mezquindad, que ya hemos señalado, de los cursos de agua, hacen que las necesidades del campo queden desatendidas, se recurre para remediarlas a aljibes y balsas que almacenan las aguas de lluvia. Algunas de estas estancas, tan características, según antes hemos indicado, del régimen endorreico del país, no tienen otro alimento que las precipitaciones, pero otras retienen las aguas de alguna corriente afluente.

El cuadro siguiente dará idea de la calidad de las aguas de los manantiales de nuestra zona. Contiene los análisis de las aguas de la Fuente de la Bañera, de Ejea de los Caballeros (A, B-1), cuyo caudal es de 10 litros por segundo; de la Fuente de Erla (B-4), que suministra 1,5 litros por segundo; de la Fuente de los Caños, de Luna (A-4), de dos litros por segundo; de la Fuente de Casas de Rigor, de Sierra de Luna (C-5), que proporciona 1,5 litros por segundo; y de la Fuente de Valpalmas (A-5), de 10,5 litros por segundo. Todas ellas están destinadas al abastecimiento de la población.

Composición (en gramos por litro)	Ejea de los Caballeros	Erla	Luna	Sierra de Luna	Valpalmas
Cal.	0,1112	0,1936	0,1318	0,1359	0,0906
Magnesia	0,0507	0,0543	0,0652	0,0706	0,1122
Anhidrido sulfúrico	0,0617	0,1149	0,0480	0,0034	0,0617
Cloro	0,0639	0,0710	0,0781	0,0497	0,1818
Cloruro sódico	0,1053	0,1170	0,1287	0,0819	0,3101
Grado hidrotimétrico ..	29	41	32	37	38

VII

MINERÍA Y CANTERAS

Ninguna explotación minera se realiza en el área de la Hoja y ninguna concesión se halla tampoco denunciada en la misma. En cuanto a las canteras no hay ninguna de importancia explotada para usos industriales. Se benefician en cambio, pequeñas canteras en las zonas de las calizas, bien para la obtención de piedra de construcción o (a pesar de su deficiente dureza) para firme de carreteras; hay, asimismo, pequeñas graveras en explotación en alguna mancha de conglomerado, utilizadas para recebo de carreteras y de la línea del ferrocarril.

No citamos los nombres de estas canteras por su poca importancia y por lo eventual de su explotación. En el sector de las molasas hay que mencionar una importante cantera de arenisca para construcción, junto a la Ermita de San Gil, en las inmediaciones de Luna (A-4), y en el borde de nuestra Hoja, cuyos trabajos se hallan actualmente parados.

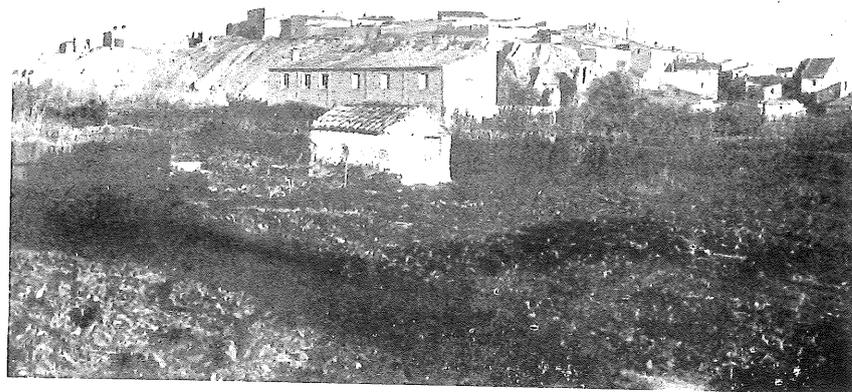
El yeso, que es objeto de un beneficio relativamente importante algo más al S. (en Tauste), no se explota en el territorio de nuestra Hoja. Hay una pequeña cantera de este material, creemos que parada, en el barranco Español, en el extremo SO. de nuestra Hoja (D-1).

BIBLIOGRAFÍA

1. ALDAMA (J.): *Apuntes geognóstico-mineros de la provincia de Huesca y parte de la de Zaragoza o el territorio designado con el título de Alto Aragón.*—Anales de Minas. T. IV, pp. 191-233. Madrid, 1846.
2. BORN (A.): *Das Ebrobecken. Eine Skizze seiner Entstehung und seines geologischen Aufbaues.*—Neues Jahrb. Min. Geol. Pal. Bd. XLII, pp. 610-727. Stuttgart, 1919.
3. CAREZ (L.): *Etude des terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*—Thèse Univ. Paris, 1881.
4. DANTÍN CERECEDA (J.): *Distribución y extensión del endorreísmo aragonés.*—Est. Geogr. Año III, pp. 505-595. Madrid, 1942.
5. ESCAGÜÉS JAVIERRE (I.): *Las Cinco Villas de Aragón.*—Imprenta Moderna. 238 pp. Vitoria, 1944.
6. FAURA Y SANS (M.): *Précision sur l'existence du Tongrien dans l'Oligocène de Catalogne.*—Bull. Soc. Géol. Fr., 4.^a serie, vol. XXIX, pp. 285-300. París, 1929.
7. FERRANDO (P.): *Fisiografía del Oligoceno de la cuenca del Ebro.*—Rev. Acad. Cienc. de Zaragoza. T. XVII, pp. 93-110. Zaragoza, 1934.
8. FLORISTÁN SAMANES (A.): *La Ribera Tudelana de Navarra.*—Inst. «Príncipe de Viana» y «Juan Sebastián Elcano». 316 pág. Zaragoza, 1951.
9. GARCÍA SAINZ (L.): *Los principales rasgos morfológicos del Ebro medio.*—An. Asoc. Esp. Progr. Cienc. Año IV, n.º 3. Madrid, 1939.
10. GÓMEZ DE LLARENA (J.): *Nuevos yacimientos fosilíferos del Terciario continental del valle del Jalón (Zaragoza).*—Libro Jubilar. Inst. Geol. y Minero de España. T. I, pp. 315-331. Madrid, 1950.
11. HERNÁNDEZ-PACHECO (F.): *Las Bardenas Reales.*—Rasgos fisiográficos y

- geológicos: «Príncipe de Viana», n.º 37, páginas 427-440. Pamplona, 1949.
12. INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA: Hojas del Mapa Geológico Nacional de España a 1:50.000.—Tafalla (1930), Peralta (1934), Tudela (1934), Alfaro (1935), Sádaba (1941), Sos del Rey Católico (1950), Sangüesa (1950), Puigreig (1950).
 13. LISO PUENTE (M.): *Notas para una climatología de las comarcas de Cinco Villas y las Bardenas*.—Anal. Est. Exp. Aula Dei. T. I, 132 páginas. Zaragoza, 1948.
 14. MALLADA (L.): *Descripción física y geológica de la provincia de Huesca*.—Mem. Com. Mapa Geol. Esp. T. VI, 439 pág. Madrid, 1878.
 15. — *Reconocimiento geológico de la provincia de Navarra*.—Bol. Com. Mapa Geol. Esp. T. IX, pp. 1-64. Madrid, 1882.
 16. MARÍN (A.): *Algunas notas estratigráficas sobre la cuenca terciaria del Ebro (entre Caspe y Fayón)*.—Bol. Inst. Geol. Esp. T. XLVII, 2.ª parte, páginas 113-129. Madrid, 1926.
 17. — *La Potasa*.—Bol. Inst. Geol. y Min. Esp. T. XLVIII (1.ª parte). Madrid, 1926.
 18. — *La depresión del Ebro. La tectónica y los yacimientos minerales*.—Boletín Inst. Geol. Min. Esp. T. LVII, primer fasc, pp. 1-59. Madrid, 1944.
 19. MARTÍN DONAYRE (F.): *Bosquejo de una descripción física y geológica de la provincia de Zaragoza*.—Mem. Com. Mapa Geol. Esp. T. I, 128 pág. Madrid, 1873.
 20. MENDIZÁBAL (J.) y CINCÚNEGUI (M.): *Nota acerca de la extensión del Oligoceno en Navarra*.—Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 4, pp. 140-142. Madrid, 1932.
 21. PALACIOS (P.): *Reseña geológica de la región meridional de la provincia de Zaragoza*.—Bol. Com. Mapa Geol. Esp. T. XIX, pp. 1-114. Madrid, 1892.
 22. PANZER (W.): *El desarrollo de los valles y el clima de la época cuaternaria en el NE. de España*.—Trad. esp. en Est. Geogr., n.º 30, año IX, pp. 79-130. Madrid, 1948.
 23. ROYO GÓMEZ (J.): *El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica*.—Junta Ampl. Est. e Inv. Cient. Mem. n.º 30, 230 pág. Madrid, 1922.
 24. — *Edad de las formaciones yesíferas del Terciario ibérico*.—Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. T. XXVI, pp. 259-279. Madrid, 1926.
 25. — *Tectónica del Terciario continental ibérico*.—Bol. Inst. Geol. Min. España. T. XLVII, 2.ª parte, pp. 131-168. Madrid, 1926.
 26. RUIZ DE GAONA (M.), VILLALTA (J.) y CRUSAFONT (M.): *El yacimiento de mamíferos fósiles de las yeseras de Monteagudo (Navarra)*.—Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n.º 16, pp. 157-182. Madrid, 1946.

27. SÁENZ (E.): *Acerca de la extensión superficial de los yesos en la cuenca del Ebro*.—Conferencia Mundial de la Energía. Sesión de Barcelona, 10 páginas. Barcelona, 1929.
28. SÁENZ (C.): *Notas acerca de la distribución estratigráfica del Terciario lacustre en la parte septentrional del territorio español*.—Publ. Conf. Sind. Hidr. Ebro. T. XXVI, pp. 1-29. Zaragoza, 1931.
29. — *Estructura general de la cuenca del Ebro*.—Est. Geogr., n.º 7, año II, pp. 249-270. Madrid, 1942.
30. VIDAL (L. M.) y DÉPÉRET (CH.): *Contribución al estudio del Oligoceno en Cataluña*.—Mem. Real Acad. Cienc. y Art. de Barcelona. T. V, pp. 311-347. Barcelona, 1906.
31. VILLALTA COMELLA (J. F.): *Contribución al conocimiento de la fauna de mamíferos fósiles del Plioceno de Villarroya (Logroño)*.—Bol. Inst. Geol. y Min. Esp. T. LXIV, pp. 1-205. Madrid, 1952.



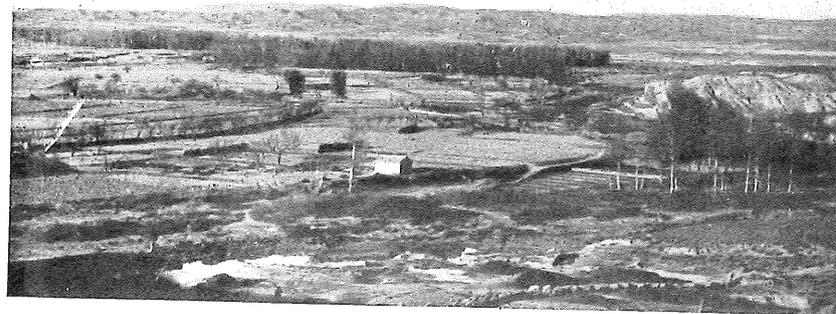
Fot. 1.—Aspecto de la parte alta de las edificaciones de Ejea (A-1), asentadas sobre una terraza de 25 m. sobre el río Arba de Luesia.



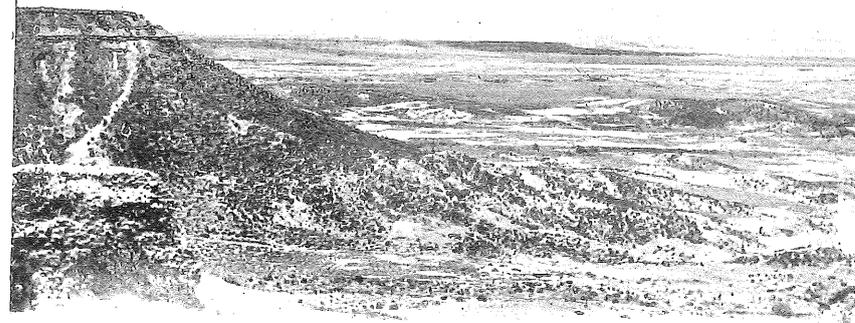
Fot. 2.—El Arba de Luesia, a su paso por Ejea (A-1). Cultivos de huerta sobre las arcillas oligocenas.



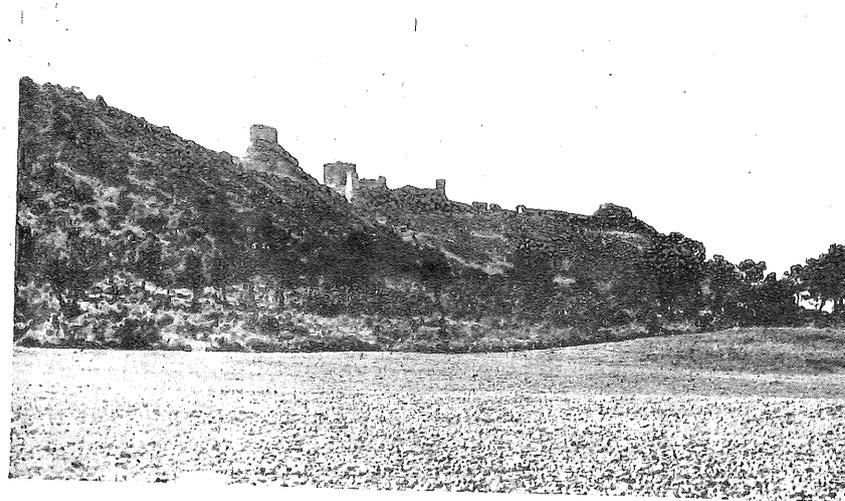
Fot. 3.—El cerro de Layana (B-1), al sur de Ejea, formado por arcillas oligocenas recubiertas por cascajo diluvial.



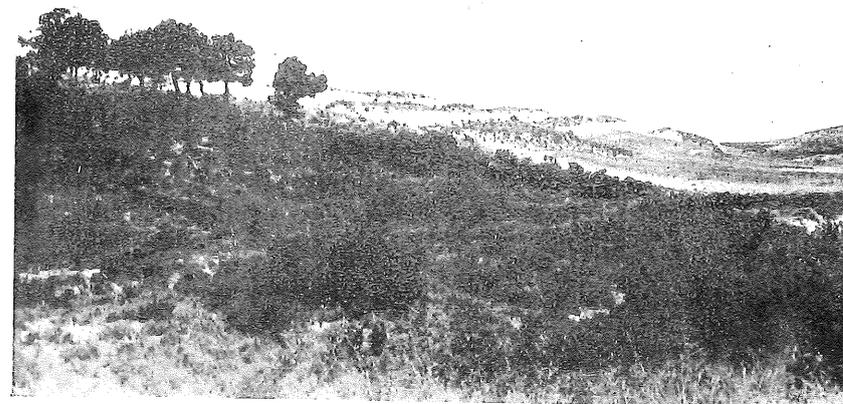
Fot. 4.—La vega del Arba de Luesia, en las inmediaciones de Ejea (A-1), extendida sobre las arcillas amarillas del Oligoceno superior. Al fondo, cerros de molasas pertenecientes al mismo nivel.



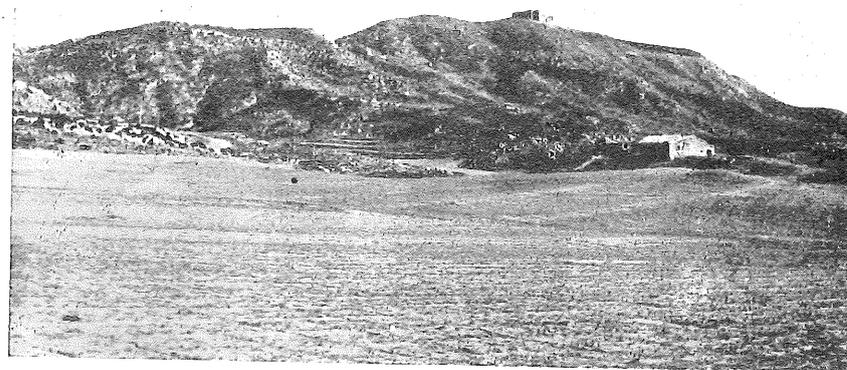
Fot. 5.—El paisaje de areniscas oligocenas del extremo NE. de la Hoja, visto desde el cerro de Monlora (A-5).



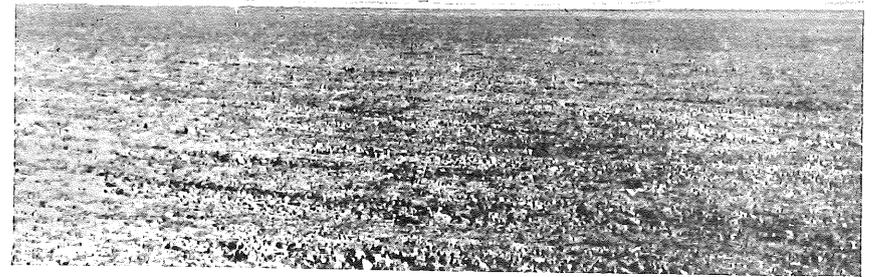
Fot. 6.—Vista del Castillo de Sora, en la zona de las calizas alternantes con margas del extremo sur de la Hoja (D-3).



Fot. 7.—Otro aspecto del Monte de Sora, en el descenso hacia la Planaza (D-2).



Fot. 8.—El cerro Monlora, integrado por molasas del Oligoceno superior; en primer plano, las arcillas amarillas del mismo tramo.



Fot. 9.—Llanada de margas arenosas y cascajo diluvial al SE. de Paúles.



Fot. 10.—Aspecto desértico de la parte este de la Hoja, en la comarca de Valpalmas; cerros areniscos que sobresalen en la llanada arcillosa del tramo más bajo del Oligoceno superior.