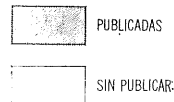
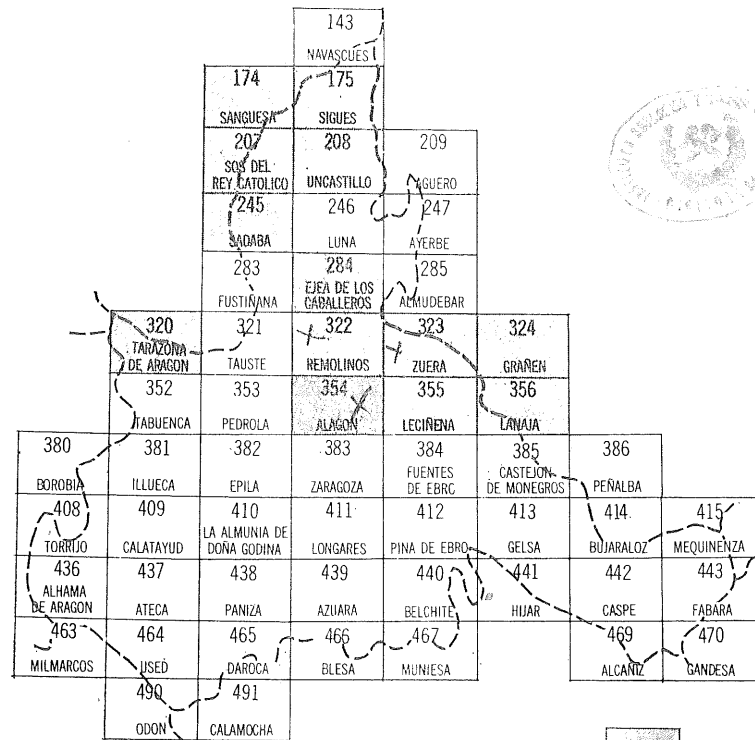


19 JUN. 1972

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA 1:50.000

REMOLINOS



1.ª EDICION

283	284	285
321	322	323
353	354	355



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

Rios Rosas, 23

MADRID - 3

INTRODUCCION

En esta memoria se estudia la Hoja de Remolinos (núm. 322), situada en la parte central de la Depresión Terciaria del Ebro; depresión enmarcada geológicamente por los Pirineos, Cordillera Costero-Catalana y Cadena Ibérica, formados por terrenos más antiguos, paleozoicos y mesozoicos. Queda comprendida entre el Arba y el Gállego, cerca de la confluencia de ambos con el Ebro, formando parte de la comarca de los Montes de Castejón.

Su constitución litológica es la misma de los Monegros: arcillas, calizas y yesos; pero a diferencia de aquéllos, no se encuentran los materiales formando amplias llanuras, sino que aparecen en pequeñas plataformas que, en graderío, van adquiriendo altura hasta llegar a las mesas calcáreas que coronan los Montes de Castejón. Los materiales están recortados por una profusa red de vales especialmente en los tramos evaporíticos.

El *clima* es netamente continental, muy influenciado por su poca altitud y por el relieve de las montañas marginales. Templado, pero con oscilaciones térmicas anuales muy marcadas y con tendencia a extremado. Las precipitaciones son escasas y con nieves poco frecuentes, siendo, por lo tanto, el clima seco. Ventoso, con predominio de cielos despejados y mucha insolación, fuertemente iluminado en verano y brumoso en invierno.

Las dos características principales del clima son, pues, la extremada sequedad y su carácter de continentalidad.

Los *suelos* son, en su mayoría, desérticos, con predominio de tonalidades claras. Pertenecen al grupo Yerma o suelos desérticos de polvo: de estructura suelta y pobres en humus, aunque no tanto como los suelos de polvo salino de los Monegros. El horizonte A es rico en raíces, y en la superficie aparecen cortezas de pocos milímetros de espesor con restos orgánicos deleznable. El lavado vertical ascendente lleva a la superficie las sustancias y sales existentes, depositándolas en la capa superior.

En los glacia que rodean los Montes de Castejón pueden desarrollarse xerorrelandsinas de mull más aptas para los cultivos.

La *vegetación* es típicamente mediterránea, y el clima, que la impone, determina la presencia de plantas que presentan una acusada semejanza con las de las estepas mauritanicas. La aridez, temperaturas extremas y volumen exiguo de precipitaciones hace que las condiciones ecológicas de las di-

versas comunidades vegetales concuerden perfectamente con sus semejantes de las zonas mauritanas.

La agricultura cimenta sus bases en el cultivo de los cereales de secano y en pequeña proporción en el olivar y el viñedo; pero con rendimientos bajos y muy problemáticos.

G E O M O R F O L O G I A

En la parte central de la cubeta terciaria del Ebro se pueden distinguir las siguientes unidades morfológicas:

- 1.—Plataformas calcáreas culminantes.
- 2.—Cuestas intermedias.
- 3.—Depresiones periféricas.
- 4.—Terrazas y glacis cuaternarios.

Todas estas unidades aparecen representadas en esta Hoja 1:50.000.

1.—PLATAFORMAS CALCAREAS CULMINANTES (centrales)

Fueron denominadas por FERRER y MENSUA (1956) "plataformas pontienses". Aunque es muy probable que dichas plataformas sean pontienses, aún no se ha demostrado la existencia de dicho piso en el Ebro. Estas plataformas están formadas por potentes bancos de calizas con algunas margas y yesos; el paso de las plataformas calcáreas culminantes a las cuestas intermedias se realiza precisamente en zonas donde hay pasos laterales de facies.

Los Montes de Castejón están separados de la Sierra de Alcubierre por el Gállego, y forman un graderío de relieves tabulares coronados por una amplia plataforma calcárea. Pueden distinguirse dos niveles: uno desde los 400 a los 600 m., formado por calizas, yesos y margas, y otro superior que se inicia a partir de los 600 m., y que forma una plataforma con ligeras ondulaciones, integrada esencialmente por calizas que destacan por su relieve tabular muy bien desarrollado. FERRER y MENSUA (1956) llaman a esta plataforma "Plana de Zuera", y según ellos, "se encuentra mucho menos disecada y tiene un aspecto bastante más definido de plataforma estructural".

2.—CUESTAS INTERMEDIAS (orientales)

Las cuestas calcáreas y yesíferas, estratigráficamente más antiguas que las plataformas culminantes, están parcialmente recubiertas por glacis y cortadas en bisel por los mismos.

Una de estas cuestas es la formada por los yesos de Alfocea que enlazan hacia el O. con la cuesta intermedia de la formación Remolinos. En estas cuestas los yesos presentan una gran disección y están muy recortados por un gran número de vales.

Los glacis de erosión ocupan las vertientes de esta segunda unidad morfológica. Debido a su antigüedad se presentan en general muy disecados por una amplia red de vales y barrancos que los recortan, constituyendo un fenómeno morfológico

muy característico; estas disecciones determinan que no sea muy frecuente encontrarlos ocupando amplias superficies, sino más bien formando interfluvios planos y más largos que anchos; así ocurre en la zona suroccidental de la presente Hoja.

3.—DEPRESIONES PERIFERICAS

Las cuestas intermedias se sitúan en zonas en las cuales hay indentación o paso de unas formaciones a otras; hecho observado por COMBE (1956) en la depresión de Calatayud. Al N. del área estudiada en esta memoria se observa el paso de las formaciones detríticas septentrionales a la formación calcárea de Castejón; dicho paso se realiza mediante niveles margosos y marco-calcáreos, que forman *depresiones de cambio lateral de facies*, en los cuales se sitúan depresiones morfológicas tránsito de las terrazas y glacis a las plataformas calcáreas intermedias. Depresiones que se denominan de *cambio lateral de facies*.

La aparición de un talud en estos pasos laterales de facies va ligado al paso de facies margosas o margo-calcáreas a calizas en bancos potentes. La presencia de estos relieves calcáreos frena el retroceso del talud, al cual se le puede llamar *abrupto de cambio de facies*. Por lo tanto, la presencia de escalones en los graderíos calcáreos y yesíferos, viene explicada por las depresiones de cambio lateral de facies y por los abruptos de cambio de facies.

Las depresiones periféricas tienen un perfil disimétrico: la vertiente externa es suave, recubierta por un graderío de extensos glacis de erosión; mientras que la vertiente interna es abrupta y presenta superficies de erosión recubiertas por glacis de breve extensión, gran inclinación y elementos calcáreos y yesíferos.

4.—TERRAZAS Y GLACIS CUATERNARIOS

Sólo aparecen las terrazas en el ángulo suroccidental de la Hoja de Remolinos, pertenecen al Ebro medio. No creemos que se trate de terrazas glacio-eustáticas, dado que la conexión, tanto hacia la cabecera, con las áreas morrénicas y fluvio-nivales, como hacia abajo, con las terrazas y playas eustáticas, es muy difícil, por no decir imposible, a través de las gargantas y cañones que recorre el Ebro y sus afluentes.

En este sector el Ebro presenta tres niveles principales de terrazas con frecuentes deformaciones, debidas al importante papel que han jugado los yesos sobre los cuales se asientan.

Una característica morfológica de los glacis de la región es la abundancia de relieves residuales, invertidos (los sasos de la región) y rodeados por otros glacis más modernos que se encajan en los primitivos de los cuales se nutren, al menos parcialmente, en elementos detríticos. El cemento que traba los cantos suele ser arcilloso o calcáreo y poco consistente, lo cual hace que los cantos se presenten bastante sueltos (ej., Val-depuyolbil).

5.—VALES

En las estribaciones de los montes de Castejón y Castellar se dibuja uno de los relieves más característicos de la depresión del Ebro. Se trata de una tupida red de barrancos de lecho plano, que disecan intensamente los materiales sobre los cuales se asientan: son *las vales*. Presentan forma de artesa, fondo plano y anchuras que oscilan entre los 5 y 25 m., generalmente.

Las vales se asientan normalmente sobre terrenos yesíferos; sobre ellos adquieren su máximo desarrollo, ya que se prestan a una erosión rápida y progresiva. Los interfluvios con divisorias planas prácticamente no existen, y están representados por aristas agudas, que dan al paisaje una característica de tierras malas o "bad lands", descarnadas y sin suelo. Aparecen rellenas las vales de materiales blandos: limos yesíferos, limos y cantos de yeso. Materiales bastante permeables en los cuales no hay circulación superficial de las aguas, pues las pocas que caen de las lluvias se infiltran y tienen su escorrentía sobre el contacto limos-yeso del relleno del lecho.

Los suelos formados en el fondo de las vales tienen caracteres propios, los agricultores los conocen con el nombre de *tierras fuertes*.

I. ANALISIS LITOESTRATIGRAFICO

Pueden distinguirse cuatro formaciones en la Hoja de Remolinos: dos yesíferas, Alfocea y Remolinos, y dos calcáreas, Castellar y Castejón.

A.—FORMACIONES YESIFERAS

Formación ALFOCEA.—Está constituida por unos 100 metros de yesos que en su base son alabastrinos principalmente, presentándose en forma de bolos de hasta 50 cm. de diámetro. Sobre los yesos en bolos se apoyan margas y limos yesíferos de colores claros; sobre ellos, bancos de yeso de poca potencia, en general alabastrinos, en bolos pequeños y también yesos hojosos en capas delgadas. En el techo de la formación cada vez son más abundantes las margas y arcillas, pero frecuentemente son yesíferas y de tonalidades blanco-azuladas.

La parte occidental de la formación Alfocea es rica en sales, principalmente CINA, que han sido y son objeto de explotación; así, al NE. de Torres de Berrellén existe la Mina Real, hoy abandonada. En su parte oriental las manifestaciones salinas son poco frecuentes.

La formación Alfocea es equivalente a las de Retuerta y Mediana, situadas fuera de la Hoja, de las cuales queda separada geográficamente por los ríos Gállego y Ebro. Son, pues, tres formaciones iguales y con la misma litología.

Formación REMOLINOS.—Se distinguen dos miembros principales en la formación yesífera de Remolinos: a) *miembro superior*, que se indenta con la formación Castejón, y b) *miembro inferior*, que lo hace con la de Castellar a la cual también le sirve de base.

a) *Miembro superior o Yesos de la Atalaya*.—Este miembro superior tiene un desarrollo muy irregular, con frecuentes variaciones de espesor y cambios laterales en su composición. Mientras que al S. de la Plana de Muses su potencia se reduce a un par de decenas de metros, en la Caseta de Serafín alcanza de 50 a 80 metros alternando con calizas y margas de Castejón; hacia el N. se extingue casi por completo, pasando a calizas y quedando sólo algunos pequeños bancos de yeso que en total suman sólo dos o tres metros. En la Atalaya se indentan con niveles calcáreos de Castejón y se pasa insensiblemente al miembro inferior. (Yesos de la Predicadera). En esta zona el buzamiento general es de unos 6° al SW., aunque es frecuente la presencia de deformaciones tectónicas que afectan tanto a los yesos como a las calizas, pero son estructuras de poco radio y sin ninguna importancia regional, así, por ejemplo, en El Caldero (al NE. de Remolinos, cota 626) se localiza un pequeño sinclinal de dirección NW.-SE., y con un buzamiento en sus flancos de 4° a 6°.

La potencia de las diversas capas de yeso varía entre unos pocos centímetros y el metro, afectando a estas últimas algunas fallas de hasta metro y medio de salto. Son yesos blancos, en general no fibrosos, y con estructuras zonales que recuerdan el turrón, nombre que adoptaremos para distinguirlos del resto de los yesos. Se trata de yesos alabastrinos aparentemente constituidos por bolillas de uno a dos centímetros de diámetro que destacan por sus tonalidades más blancas, dentro de la masa general de yeso.

Interestratificadas entre las margas hay pequeñas capas de yeso fibroso con espesores de sólo unos cuantos centímetros, pero no son muy frecuentes, y sólo se encuentran cuando las capas de arcillas tienen potencias superiores a los 20 centímetros.

b) *Miembro inferior o Yesos de la Predicadera*.—Se extiende por el S. y SW. de la Hoja de Remolinos y amplios sectores del N. de la Hoja de Alagón (354). Llega a tener un espesor de 170 metros, pero intercalándose la formación calcárea de Castellar, con 100 metros de potencia en algunos puntos (Viñas), aunque generalmente no pasa de los 50 metros; se trata, pues, de dos niveles yesíferos, uno *inferior*, de 65 metros, y otro *superior*, de casi 80 metros.

En el *nivel superior* los yesos pueden estar acompañados por sílex que destaca dentro de la masa de yeso por su color más oscuro y porque presenta una mayor resistencia a la erosión, dando formas redondeadas que sobresalen del yeso. Todos los yesos del nivel superior suelen ser alabastrinos, y se presentan las capas con estructuras en forma de bolos de 5 a 26 centímetros de diámetro; el yeso fibroso es muy poco abundante. Dicho nivel pasa hacia el NW. al nivel de La Atalaya, con el cual se indenta. La base del nivel superior es más arcillosa, y los bancos de yeso reducen su espesor, dejan de ser alabastrinos, pasando a fibrosos; en conjunto, ya no hay individualidad entre capas de arcillas y de yeso, se trata más bien de margas y arcillas yesíferas rojizas y verdosas. El buzamiento general es hacia el S. y SW., con numerosas ondulaciones que llegan a formar en ocasiones estructuras de radio mayor; así, al N. de Remolinos, los yesos que hay sobre las minas forman un domo. El *nivel inferior* también presenta

estas deformaciones, siendo más frecuentes al N. de Alagón (Barranco de la Cañada), y afectan a los bancos calcáreos que hay sobre los yesos, en general su pendiente no rebasa los 10°, y sus direcciones principales son al E. y SE.

Los yesos de este nivel inferior ofrecen una gran variedad en su presentación y cristalización, pudiéndose distinguir tres tipos principales: yesos alabastrinos en bolos, limos yesíferos y yesos transparentes muy bien cristalizados.

Los yesos alabastrinos se sitúan normalmente dentro de bancos característicos, pero no están constituidos estos bancos por los yesos en bolos solamente, sino que vienen acompañados por limos yesíferos. Indudablemente hay una relación genética estrecha entre los limos y los yesos alabastrinos en bolos. Sospechamos que los limos por diagénesis originan los mencionados bolos.

Una de las características diferenciales, propias de este nivel yesífero, es la elevada proporción de sales solubles que hay en sus diversas capas y la existencia de grandes bancos de sal. El número de capas salinas se acrecienta al descender estratigráficamente, y al movimiento de ellas atribuimos la mayor parte de las deformaciones existentes que se acusan en superficie. Las calizas interestratificadas entre los yesos son micritas o micritas fosilíferas que localmente tienen zonas espartizadas; en general se presentan en bancos que no rebasan los 15 centímetros de potencia cada uno.

E.—FORMACIONES CALCAREAS

Formación CASTEJON.—Situada estratigráficamente encima de la formación Castellar, sobre la cual parcialmente descansa, hacia el W. se coloca encima de la formación yesífera de Remolinos. Su potencia es de 210 a 230 metros, y está constituida de arriba abajo, al E. de La Predicadera (Cuesta de Morana), por los siguientes miembros:

4. *Calizas masivas* de tonos blancos y azulados con intercalación de alguna capa de margas claras. Su espesor es de unos 20 metros, pero en Plana de Muses y Pioliva —S. de Castejón— alcanza casi 40 metros.

3. *Margas y calizas* alternando en bancos potentes: ambas de tonalidades claras, aunque no es rara la presencia de alguna capa calcárea oscura, rica en restos de gasterópodos y vegetales. La potencia total es de unos 30 metros, pero hacia el E. alcanza los 140 metros; hacia el N. es de 90 a 100 metros, y en la Barrera de Luciano, 130 metros.

2. *Margas* con algunos bancos de yesos y calizas, de una potencia de 60 metros. Hacia el NE. se hace más calcárea, desapareciendo los yesos, mientras que al W. es más yesífera, llegando a subdividirse en dos niveles: uno *superior*, margoso, alternando con algunas calizas (espesor 60 m.); y otro *inferior*, en el que además hay yesos (40 m.). Este nivel inferior se indenta hacia el NW. con los yesos de Remolinos.

1. Casi 50 metros de *margas y calizas* en bancos potentes, que pasan hacia el E. a la formación calcárea de Castellar, y hacia el W. a margas con algunos bancos de yesos y calizas.

Formación CASTELLAR.—Situada bajo la formación Castejón y encima de la formación yesífera de Alcocea. Su espesor es muy variable, pues mientras que al S. de la Caseta de Serafin se extingue, pasando a los yesos y limos yesíferos de Remolinos, entre el Vedado Bajo y el Lentiscar llega a tener casi 180 metros de potencia. Aunque es arriesgado delimitar los diversos miembros de esta formación, por sus fuertes variaciones de espesor y constitución se puede precisar —en principio— los siguientes, entre las Carreterazas y el Vedado Bajo.

4. Unos 70 metros de margas y calizas alternando en bancos potentes, que al O. pasan a los yesos superiores de la formación de Remolinos, y hacia el E. reducen su espesor a sólo 20 metros, pasando los 50 metros restantes a margas, alternando con calizas poco potentes.
3. Inmediatamente debajo, en Tres Royetes, hay casi 30 metros de yesos y limos yesíferos; pero no son otra cosa que una indentación de la formación Remolinos que desaparece a la altura de la Hoya de García.
2. Margas y calizas alternando en bancos potentes junto con alguna yesífera. Su espesor aparente es de 40 metros, pero hacia el NW. (Venta del Coccón) desaparecen, extinguiéndose.
1. Margas con algunos bancos de yesos y calizas, que hacia el NW. pasan a margas y calizas, alternando en bancos delgados sin casi nada de yeso. El espesor varía entre 80 y 40 metros.

La casi totalidad de la formación Castejón se encuentra dentro de la Hoja de Remolinos, aunque se adentra en la Hoja vecina del N. (284). La formación Castellar ocupa el E. y SE., penetrando por el S. en la Hoja de Alagón (354), y por el E. en la de Zuera (323). La formación yesífera de Remolinos se sitúa al O. y S. de la Hoja, mientras que la de Alcocea aparece solamente en un pequeño sector del ángulo suroccidental, en el que se encuentran los términos litológicos superiores de la formación (margas y arcillas yesíferas).

II. CRONOESTRATIGRAFIA DEL TERCIARIO CONTINENTAL

El estudio cronoestratigráfico del Terciario Continental plantea tres tipos de problemas: paleontológicos, de correlación y de límites.

Las formaciones ubicadas dentro de la Hoja de Remolinos no son totalmente estériles en cuanto a contenido paleontológico, pero dicho contenido no siempre posee valor para las dataciones. Así, las faunas de moluscos no dan resultados alentadores, y su valor cronológico ha sido muy criticado; otro tanto podíamos decir de los sedimentos carbonosos, huellas de plantas, etc. Sólo las dataciones basadas en faunas de vertebrados podrán proporcionarnos hiatos de interés.

En la Hoja aquí estudiada el único yacimiento conocido es el de Remolinos. Fue localizado por LLAMAS (1959), y en él se encontró una mandíbula de *Caenotherium*, posiblemente

C. miocaenicum Crus. y Vill. De edad *Burdigaliense* a *Vindoboniense inferior*.

Las correlaciones estratigráficas se han basado en estudios cartográficos y sedimentológicos de horizontes-guía, líneas de capa apoyadas en fotogeología, delimitación de facies y sus pasos laterales y también en las discordancias angulares, disconformidades y relieves fosilizados.

El trazado de límites estratigráficos entre sistemas o pisos en facies continentales es un problema de aproximaciones sucesivas (RIBA, 1966). Los límites que aquí se proponen no se dan como definitivos, sino que esperamos se vayan mejorando al mismo tiempo que se descubren nuevos criterios de datación o se encuentran yacimientos de vertebrados que la permitan.

La base de las formaciones calcáreo-margasas de Castejón y Castellar constituye una superficie isócrona que sirve para separar una unidad miocena superior de otra inferior. El nivel de Remolinos, datado como *Burdigaliense* a *Vindoboniense inferior*, pertenecería a la unidad *miocena inferior*; la unidad *miocena superior* es de edad imprecisa, aunque haciendo correlación con unidades similares de la cubeta de Calatayud comprendería el *Vindoboniense medio* y el *Pontiense*. El *Pontiense* (s. l.) aún no se ha podido identificar paleontológicamente en toda la depresión del Ebro.

Así, pues, con las reservas ya mencionadas, se proponen las siguientes dataciones:

- a) Las formaciones yesíferas de Alfocea y Remolinos pueden ser datadas como *Burdigaliense* a *Vindoboniense inferior*.
- b) Las formaciones calcáreas de Castellar y Castejón corresponderán a un Mioceno superior (*Vindoboniense superior*, *Pontiense*, s. i.).

ESTRUCTURA

Aunque se ha admitido que la parte central de la depresión del Ebro es de relieve tabular, estructuras inexistentes y terrenos esencialmente planos, un análisis detallado nos demuestra la existencia de unas estructuras de plegamiento y fractura que, si bien poco energéticas, no han dejado de tener gran trascendencia geomorfológica. A la vez, revelan que el substrato meso y paleozoico ha tenido repetidos movimientos durante y después del depósito de las formaciones de las series terciarias.

En el *Sector Norte* de los Montes de Castejón el buzamiento general es hacia el S. con valores que oscilan entre 1° y 2° 30'. Al E. la inclinación más corriente de los materiales es hacia el río Gállego, dibujando el flanco occidental de un amplio sinclinal a lo largo de todo el río —sinclinal del Gállego—. Al S., la tónica general es de buzamientos hacia el S., salvo en las proximidades de Remolinos.

Las principales estructuras que se pueden distinguir son:

1. *Sinclinal de la Plana de Castejón*: Su dirección es de NE-SW., y su longitud no llega a los 5 kilómetros; se

extiende sobre el último escalón calcáreo de los montes de Castejón.

2. *Sinclinal de los Montes de Zuera*: Su dirección es casi normal al anterior (NW-SE.), y sus buzamientos algo más elevados, pero sin sobrepasar los 3°. Longitud, 11 ó 12 kilómetros, adentrándose en la Hoja 323 (Zuera).
3. *Sinclinal de Torres*: Ocupa el N. de la Hoja de Alagón (354), adentrándose en la de Remolinos en su extremo suroccidental. De dirección WNW-ESE., y con una longitud próxima a los 10 kilómetros. Localmente presenta buzamientos de 5° a 10°, debido esencialmente a la tectónica salina de los materiales infrayacentes.
4. *Domo de Remolinos*: Situado sobre las minas de sal de Remolinos, es de radio relativamente pequeño, y se puede atribuir a las deformaciones originadas por migraciones salinas.

En el resto de la hoja hay otras deformaciones que se pueden atribuir a movimientos de las masas salinas, y que dibujan estructuras muy localizadas, sin trascendencia regional, y difíciles de sistematizar en cuanto a orientación de ejes.

El basamento o substrato terciario se encuentra en esta zona a unos 2.000 metros de profundidad —1.600 bajo el nivel del mar—, hundiéndose progresivamente hacia el N.; a la altura de Castejón de Valdejasa posiblemente la potencia total del Terciario Continental exceda de los 3.000 metros. Hay una gran similitud, en cuanto a la tectónica, entre el terciario y su basamento y las manifestaciones externas de la tectónica terciaria; dichas manifestaciones no son otra cosa que movimientos de reajuste —o póstumos— de una tectónica preexistente. Gracias a un rejuvenecimiento de la misma se dejan sentir sus efectos sobre el terciario horizontal o subhorizontal; dicho rejuvenecimiento afecta por igual al secundario y terciario, aunque en este último quedaría menos patente por la plasticidad de parte de sus componentes.

Esta Memoria explicativa ha sido redactada por
J. Quirantes Puertas

BIBLIOGRAFIA

- ALASTRUE, E., 1954.—Las formaciones del Terciario continental entre Egea de los Caballeros y Tauste (Zaragoza). *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp.*, núm. 33, pp. 71-80. Madrid.
- ALASTRUE, E., ALMELA, A. y RÍOS, J. M., 1957.—Explicación del Mapa geológico de la provincia de Huesca. *Inst. Geol. y Min. de Esp.* Madrid.
- ALASTRUE, E., 1958.—Nota sobre la estratigrafía de las Bárdenas en su extremo meridional. *Not. y Com. Inst. Geol. y Min. de Esp.*, núm. 50, pp. 229-240. Madrid.

- ALMELA, A., 1962.—Tectónica yesífera de la Cuenca del Ebro. Tema 6.º, I Col. Intern. de las O. P. en los terrenos yesíferos.
- BOMER, B., 1957.—Vallées du Gallego et de l'Ebre. Liv-guide Exc. Pyrénées, V Congrés. Int. Inqua., pp. 90-107. Madrid-Barcelona.
- BOMER, B., 1960.—Aspectos morfológicos de la Cuenca de Catalunya y de sus zonas marginales. *Est. Geogr.* Año 21, núm. 80, pp. 893-402, 3 figs. Traducción por O. Riba.
- CASAS TORRES, J. M., 1952.—Unidad y variedad geográfica del Valle del Ebro. *Pub. Univ. Intern. Menéndez Pelayo*. Santander.
- CASAS TORRES, J. M., 1964.—El Valle Medio del Ebro, región geográfica. *Información Comercial Española*, núm. 373, pp. 48-53. Madrid.
- CASAS, LLOBET y LÓPEZ GÓMEZ, 1966.—Geografía de España y Portugal. *España, geografía regional*, t. IV, 2.ª parte, pp. 461. Ed. Montaner y Simón, S. A. Barcelona.
- FERRER, M., MENSUA, S., 1953.—Las formas de relieve del centro de la Depresión del Ebro. *Geographica*, núms. 9 a 12, páginas 167-169.
- GARCÍA SAINZ, L., 1939.—Los principales rasgos morfológicos del Ebro Medio. *Las Ciencias* (An. para el Prog. de las Ciencias), año IV, núm. 3, pp. 528-538, 3 fotos, 1 mapa. Madrid.
- GAIBAR PUERTAS, C., 1965.—Variaciones de profundidad del zócalo paleozoico en la región central del Prepirineo y la depresión del Ebro. *Actes du Quatrième Congr. Inter. d'Etud. Pyrénéennes*. T. I, section I, pp. 61-68. Pau-Lourdes. Toulouse.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F., 1949.—Las Bárdenas Reales. Rasgos fisiográficos y geológicos. *Príncipe de Viana*, núm. 37, pp. 427-440. Pamplona.
- LLAMAS MADURGA, M. R., 1959.—Las minas de sal gema de Remolinos (Zaragoza) y la geología de sus proximidades. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. LVII, pp. 33-48. Madrid.
- LLAMAS MADURGA, M. R., 1959.—Estudio geológico-técnico de los terrenos yesíferos de la cuenca del Ebro y de los problemas que plantean en los canales. *Min. Obras Públicas, Serv. Geol.*, Bol. núm. 12, pp. 9-192. Madrid.
- LLOPIS LLADÓ, N., 1952.—Génesis de la cuenca sedimentaria pirenaica. *Actas del Primer Congr. Intern. de Estudios Pirenaicos*.
- MALLADA, L., 1878.—Descripción física y geológica de la provincia de Huesca. *Mem. Com. Mapa Geol. Esp.*, t. VI, pp. 439. Madrid.
- MALLADA, L., 1882.—Descripción general de la provincia de Huesca. (Hecha en la discusión acerca de su conferencia sobre las causas físicas y naturales de la pobreza de nuestro suelo.) *B. R. Soc. Geogr.*, XIII, pp. 22-49.
- MARÍN, A., 1926.—Algunas notas estratigráficas sobre la cuenca terciaria del Ebro (entre Caspe y Fayón). *Bol. Inst. Geol. de Esp.*, t. XLVII (2.ª parte), pp. 113. Madrid.
- MENSUA, S., 1962.—Sobre la génesis de los glaciares del Valle del Ebro y su posterior evolución morfológica. *Ap. Esp. al XX Congreso Geográf. Intern. C. S. I. C. Inst. Elcano*, pp. 191-195. Madrid-Zaragoza-Barcelona.
- PINILLA NAVARRO, A., 1966.—Estudio sedimentológico de la zona aragonesa de la cuenca terciaria del Ebro. *Mem. doct. Univ. Madrid. In litt.*
- QUIRANTES, J., 1966.—Calizas continentales, criterios genéticos de clasificación. *Act. Geol. Hisp.* Año I, núm. 2, pp. 15-18. Barcelona.
- QUIRANTES, J., 1968.—Estudio sedimentológico de las calizas del Terciario Continental del Ebro. *Inst. Est. Asturianos*, pp. 1-7. Oviedo.
- RIBA ARDERÍU, O., 1955.—Sur le type de sédimentation du Tertiaire continentale de la partie Ouest du bassin de l'Ebre. *Geol. Rundschau*, t. XLV, núm. 2, pp. 363-371, 1 fig. Stuttgart.
- RIBA ARDERÍU, O., y PÉREZ MATEOS, J., 1961.—Sobre una inversión de aportes sedimentarios en el borde Norte de la cuenca terciaria del Ebro (Navarra). *C. S. I. C. II Reunión de Sedim.*, pp. 201-221, 3 figs., 4 tab. Madrid.
- RUIZ ORDÓÑEZ, J., 1851.—Salinas de Castellar, cerca del Ebro. *Rev. Minera*, t. II, pp. 627-632. Madrid.
- SAVIRÓN, P., 1912.—Saponita de Tauste (Zaragoza). *Bol. R. S. E. de Hist. Nat.*, t. XII, pp. 353.
- SOLÉ SABARIS, L., 1953.—Terrazas cuaternarias deformadas en la cuenca del Ebro. *Mem. R. Ac. Cienc.* Barcelona, t. XXXI, número 7, pp. 239-259, 2 figs.