

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA 1:50.000

LANAJA

1ª EDICION

322	324	325
355	356	357
384	385	386





INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO
DE ESPAÑA

Rios Rosas, 23

MADRID - 3

	118 ZURIZA				
143 NAVASCUES	144 ANSO	145 SALLENT	146 BUJARUELO	147 LIENA	148 BOSOST
175 SIGUES	176 JACA	177 BIESCAS	178 BROTO	179 BIELSA	180 BENASQUE
208 UNCASTILLO	209 LAGUERO	210 YEBRA DE BASA	211 BOLTAÑA	212 CAMPO	213 BISAURRI
246 LUNA	247 AYERBE	248 APIES	249 ALQUEZAR	250 GRAUS	251 AREN
284 EJEA DE LOS CABALLEROS	285 ALMUDEBAR	286 HUESCA	287 BARBASTRO	288 FONZ	289 BENABARRE
322 REMOLINOS	323 ZUBERA	324 GARAEN	325 PERALTA DE ALCOFEA	326 MONZON	327 OS DE BALAGUER
		356 LANAJA	357 SARIÑENA	358 ALMACELLAS	359 BALAGUER
	385 CASTEJON DE MONEGROS	386 PÉNALBA	387 FRAGA		
		414 BUJARALOE	415 MEQUINENZA		

 PUBLICADAS
 SIN PUBLICAR



INTRODUCCION

En la Depresión Terciaria del Ebro y, precisamente, en su parte central, se sitúa la hoja de Lanaja (núm. 356). Sus características generales son similares a las descritas en las memorias correspondientes a las hojas: 322, Remolinos; 323, Zueira; 354, Alagón; 355, Leciñena, por lo cual remitimos a las mismas.

Puede subdividirse en tres zonas determinadas por diferencias litológicas importantes. El cuadrante NE está formado, esencialmente, por areniscas y margas; en el ángulo SW hay predominio de yesos, limos yesíferos y arcillas; el resto de la hoja es fundamentalmente calcáreo, aunque con intercalaciones margosas y pequeñas pasadas yesíferas.

Las precipitaciones son poco frecuentes y dan como resultado un *clima seco*. La insolación es elevada, el viento sopla con frecuencia y hay predominio de cielos despejados, y como consecuencia de todos estos factores, el clima puede considerarse como netamente continental.

La vegetación viene condicionada por estos rasgos climáticos y por el tipo de suelos sobre los que se asienta. Los rendimientos agrícolas son pequeños y problemáticos, a excepción del ángulo nororiental sobre el que paulatinamente van asentándose regadíos; otro tanto le ocurre a las zonas regadas por el canal de los Monegros.

I.—GEOMORFOLOGIA

En la hoja de Lanaja, prescindiendo de cómo se ha producido el modelado de la región (QUIRANTES, 1969 y 71), pueden distinguirse las siguientes unidades morfológicas:

a) *Plataformas calcáreas culminantes* (centrales): están formadas por bancos potentes de calizas con algunas margas y yesos, que se sitúan en el techo de las formaciones de la depresión; así ocurre en la sierra de Alcubierre.

b) *Cuestas intermedias* (orientales): son cuevas calcáreas y yesíferas parcialmente recubiertas y cortadas en bisel por glacia. Se caracterizan, principalmente, en la falda N de la sierra de Alcubierre.

c) *Depresiones periféricas*. Se trata de depresiones marginales con perfil disimétrico, vertiente externa suave y vertiente interna abrupta. Todas estas unidades vienen explicadas por *depresiones de cambio lateral de facies* y por *abruptos de cambio de facies*. El paso de la formación calcárea a la detrítica es un ejemplo (Fm. Alcubierre-Fm. Sariñena).

d) *Terrazas y glacia cuaternarios*. Los colectores principales de la región vienen orlados por una serie de *terrazas de acumulación*, con graveras que proceden de materiales de origen longitudinal. Los *glacia* constituyen "una topografía de pendiente longitudinal neta constante o ligeramente cóncava, pero sin pendiente lateral", suelen presentar relieves invertidos. El contacto glacia-terrazza es impreciso, pues no suele haber solución de continuidad entre ambos. Con frecuencia los depósitos de glacia se superponen a los de terraza.

Las principales terrazas se encuentran al NE, orlando el río Flumen. Los glacia tienen un gran desarrollo dentro de la hoja, y en especial sobre la formación de Sariñena.

e) *Las vales*. Están poco representadas, a excepción del ángulo SW de la cartografía, precisamente sobre los yesos y arcillas de la formación Zaragoza (Yesos de Retuerta).

f) *Endorreísmo*. Queda poco patente y se circunscribe a pequeñas cuencas, situadas en los alrededores de Pallaruelo y Lanaja.

II.—LITOLOGIA

CALIZAS

Los sedimentos carbonatados tienen su mayor desarrollo en la sierra de Alcubierre y en sus estribaciones. En la base, las calizas alternan en bancos delgados con margas y algunos yesos, pero al subir estratigráfica y topográficamente se hacen masivas, mientras que las margas y los pocos yesos van desapareciendo. El techo es un paquete de areniscas de unos 15 metros de potencia, y la base, la formación yesífera de Zaragoza y la detrítica de Sariñena.

La serie litológica calcárea está integrada a base de micritas, micritas fosilíferas, biomicitas y biolíticos; sólo en los bancos superiores se presentan microesparitas y esparitas.

Las *micritas* no suelen ser puras, ya que casi siempre engloban granos de cuarzo de 20 a 100 micras de diámetro, pero

en proporciones inferiores al 2 por 100 de la masa total de roca. Es frecuente la presencia de pirita limonitizada en forma de pequeñas bolillas. La porosidad es secundaria y del orden del 5 por 100, aunque puede llegar al 10 por 100 y descender a sólo un 1 por 100; además de una porosidad de tipo vacuolar no es rara la presencia de fisuras, vacías o rellenas de yeso junto con algo de dolomía.

No suelen tener intraclastos, salvo las muestras tomadas en bancos próximos a niveles detríticos.

Las *micritas fosilíferas* constituyen el término petrográfico más difundido en la sierra de Alcubierre. Igual que las micritas, tienen cuarzo y yeso, además de restos de algas y materia orgánica abundante, pero con predominio de los últimos y con proporciones próximas al 10 por 100. En las *biomicritas* los restos orgánicos más frecuentes son de Gasterópodos, Lamelibranquios, Ostrácodos y Algas.

Las Algas no se han podido clasificar, aunque parece ser que son Clorofíceas (*Chaetophora*). Se conservan muy bien los ogonios y las secciones de los tallos; dichas secciones, cuando son longitudinales, presentan un aspecto arrosariado, y si son normales su estructura es circular. También es frecuente la presencia de unas formas bacilares que pueden ser Caráceas o moldes de Diatomeas, que se han disuelto por el fuerte pH y la elevada concentración de cal de las aguas. Los restos animales y vegetales suelen estar muy rotos y esparitizados, aunque dicha recristalización es más frecuente en los paquetes calcáreos del techo de la formación.

El término *biolítico* no es muy frecuente y los que hay están formados por Algas; su matriz es micrítica y casi siempre está en vías de recristalización.

Sólo en los 60 m superiores de Alcubierre empiezan las *microesparitas* y *esparitas*. Precisamente su presencia marca un hecho decisivo en la evolución de la cubeta sedimentaria: el paso del endorreísmo al exorreísmo.

En las microesparitas los granos son casi siempre equidimensionales y con tamaños que oscilan entre 5 y 15 micras. La importancia de las microesparitas es sólo local, y, normalmente, se reduce a determinados horizontes litoestratigráficos, que representan un volumen pequeño dentro de esta formación carbonatada. Las recristalizaciones afectan principalmente a los fósiles, intraclastos, pelets, etc.

Las esparitas tienen una porosidad bastante elevada, originada por la forma irregular de los intraclastos y de los fósiles.

La sedimentación calcárea de los términos micríticos se realizó en un régimen endorreico de aguas tranquilas y poco profundas, muy salinas y con un pH elevado; serían cuencas cerradas y sin comunicación marina. Las esparitas, por el contrario, se formaron en aguas más agitadas, con corrientes persistentes o, por lo menos, lo suficientemente considerables como para arrastrar el limo microcristalino.

ARENISCAS

En general, se trata de areniscas de grano fino a muy fino, con cemento calcáreo-ferruginoso y granos fundamentalmente de cuarzo; la textura preferente es microbechoide.

La riqueza en carbonatos viene dada por el cemento, aunque no es raro encontrar granos de idéntica composición; la proporción de carbonatos oscila entre el 10 y el 30 por 100 del total de la roca, pero puede alcanzar hasta un 65 por 100. El cemento aparece con relativa frecuencia recristalizado en forma de microsparita y esparita, impregnado de material ferruginoso y, en ocasiones, de arcilla.

La composición mineralógica de los granos presenta al cuarzo como elemento dominante, aunque también hay hidróxidos de hierro limoníticos o goethíticos. Con frecuencia, estos granos, aparentemente ferruginosos, no son otra cosa que cuarzo recubierto por una película opaca de compuestos de hierro. Hay también granos de calcita, laminillas de biotita y clorita, en general muy alteradas; feldespatos poco abundantes y no alterados (plagioclasas). Se encuentran, además, granos de circón, turmalina, rutilo, granate, estauroilita y epidota; siendo los más abundantes los de circón y turmalina.

La forma de los granos suele ser irregular y angulosa, e incluso subangulosa. Su calibrado es moderado y el tamaño máximo casi no llega al milímetro y sólo es muy pocos granos.

Todas estas areniscas pertenecen a la Formación Sariñena, pero hay diferencias entre las que encontramos cerca de la sierra de Alcubierre y las existentes más al N de la hoja aquí descrita. Estas últimas tienen una abundancia mayor de carbonatos en su cemento (entre un 40 y un 68 por 100), lo cual les da una mayor coherencia; por el contrario, en las areniscas de Lanaja el cemento calcáreo es casi siempre inferior al 30 por 100.

También hay diferencias en los granos: al N son más heterométricos y de mayor tamaño que en el sector S, y con una fracción limo-arcilla muy pequeña; los granos continúan siendo angulosos y subangulosos, la clasificación es deficiente o moderada y la biotita es poco frecuente y degradada.

Los materiales detríticos de la Fm. Sariñena tienen procedencia pirenaica. La red fluvial que vertía sus aguas a la cubeta del Ebro tuvo, forzosamente, un recorrido algo corto, y drenaba un conjunto montañoso aún en fase de surrección. En el momento en que los cursos fluviales desembocaban en la cuenca endorreica del Ebro, gran parte de su carga sólida queda abandonada por efecto de la brusca disminución de la pendiente; la potencia útil de los ríos se hace negativa y da origen al depósito de fanglomerados, especialmente conglomeráticos, que forman la orla casi continua que rodea la depresión.

En cuanto a la serie estratigráfica destaca como característica fundamental su gran homogeneidad vertical. No hay diferencias sustanciales en las asociaciones minerales, ni en los

minerales pesados ni ligeros, y como consecuencia no han podido establecerse subdivisiones litoestratigráficas basadas en criterios mineralógicos. Las arcillas tampoco presentan diferencias. (QUIRANTES, 1969.)

No habrán ocurrido, pues, variaciones litológicas en las áreas distributivas, ya que de ocurrir se varían reflejadas en las formaciones detríticas de la cubeta del Ebro. A lo largo del Oligoceno inferior y Mioceno dichas áreas tendrían fundamentalmente la misma composición.

En S. Caorasio (811 m) hay un paquete de areniscas coronando las formaciones calcáreas: sus características son muy parecidas a las descritas para las areniscas de Sariñena.

MARGAS Y ARCILLAS

El cuadrante NE es el que presenta un predominio mayor de materiales arcillosos intercalados entre las areniscas. Esta presencia se traduce en el relieve con formas muy características: abarrancamientos, interfluvios reducidos en ocasiones a simples aristas y, como consecuencia, paisajes típicos de badlands o tierras malas.

En la formación calcárea de la sierra de Alcubierre (Miembro Castejón) los minerales más abundantes de las arcillas son la *ilita* y la *mica*, que aparecen en todas las muestras estudiadas. La calcita está siempre con algo de yeso y con minerales ferruginosos del tipo de la goethita. La clorita aparece en pocas ocasiones, pero la montmorillonita, atapulgita, etc., tan abundantes en los montes de Castejón, aquí no están presentes.

La Formación Sariñena difiere notablemente del resto de las formaciones del Ebro en cuanto a sus margas y arcillas. Sus tonalidades son rojizas y son ricas en mica e ilita; la mica está casi siempre alterada, pero en algunas muestras aparece bastante fresca. Tanto la sepiolita como la atapulgita faltan, pero hay abundancia de calcita, yeso, goethita y geles de sílice (PINILLA, 1966).

Lo mismo que ocurría en las areniscas en su desarrollo vertical sucede en las arcillas: no hay variaciones notables a lo largo del Oligoceno superior y Mioceno. Este paralelismo es muy significativo y nos muestra una uniformidad y constancia notables en la composición de las áreas distributivas, como antes decíamos.

III.—ANÁLISIS LITOSTRATIGRÁFICO

Al principio de la memoria se diferenciaban tres unidades litológicas importantes: una detrítica, otra calcárea y la terce-

ra yesífera. Estas tres unidades se corresponden con tres formaciones litoestratigráficas: Sariñena, Alcubierre y Zaragoza.

En las memorias correspondientes a las hojas de Remolinos, Zuera, Alagón y Lecíñena se describían una serie de formaciones que, posteriormente, han sido objeto de una minuciosa revisión; esta revisión viene justificada por las normas del último "Código de Nomenclatura Estratigráfica". Teniendo en cuenta dichas normas, la subdivisión en formaciones, miembros, etc., de la Depresión del Ebro aquí estudiada, queda de la forma siguiente:

Formación ZARAGOZA.—En superficie no tiene miembros, aunque geográficamente se divide en tres sectores: Yesos de Alcofea-Remolinos, Yesos de Mediana y Yesos de Retuerta.

Formación ALCUBIERRE.—Comprende todas las asociaciones calcáreas de los Monegros y se subdivide en tres miembros:

- *Miembro Castejón:* Calizas de Castejón, La Plana, La Muela, Alcubierre y Sigena.
- *Miembro Castellar:* Calizas de Castellar.
- *Miembro Bujaraloz:* Calizas de Bujaraloz, Sástago, Peñalba-Pallaruelo y Calizas de Cardiel.

Formación SARIÑENA.—Se mantiene igual que la describíamos anteriormente (QUIRANTES, 1966 a 1970).

FORMACION SARIÑENA

Litológicamente está formada por un conjunto alternante de areniscas y margas de tonalidades pardo-amarillentas y rojizas, y por la presencia de intercalaciones delgadas de calizas margosas y margas pizarreñas. Dentro de que la distribución de sus materiales es bastante irregular, podemos distinguir:

3. *Areniscas de Alberuela de Tubo.*—Margas y areniscas alternando en bancos potentes. El conjunto tiene un tono rojizo y se pueden medir bancos de areniscas de hasta cinco metros de potencia. Geográficamente, se sitúan al NE del río Flumen y no afloran en la hoja de Lanaja.

2. *Areniscas de Sariñena.*—Hay predominio de margas sobre areniscas, pues la proporción de bancos detríticos es menor. Entre Lanaja y Alcubierre se intercalan paquetes calcáreos de la Fm. Alcubierre (Mb. Castejón); hacia el E y NE los bancos de areniscas son más frecuentes y se pasa insensiblemente a las areniscas de Alberuela de Tubo.

1. *Areniscas y margas de Alcolea.*—Se trata de margas alternando con bancos de areniscas y calizas. Al S de Sariñena,

fuera de la hoja de Lanaja, los bancos calcáreos alcanzan de 20 a 30 cm de espesor cada uno y, normalmente, están recubiertos por glaciares y terrazas.

FORMACION ZARAGOZA

Sólo el ángulo SW pertenece a esta formación, precisamente al sector denominado Yesos de Retuerta. Se extienden los yesos por los alrededores de Farlete y se adentran en las hojas vecinas.

En la hoja de Lanaja están presentes los Yesos de Monegrillo, que alcanzan una potencia próxima a los 150 m y que pueden subdividirse en: margas y yesos de Farlete, en la base, y yesos de La Tripas, en el techo.

Las *margas y yesos de Farlete* tienen un espesor de 80 m. Litológicamente están formados, en su base, por margas con pasadas finas de yesos y margas yesíferas de coloraciones blanco-grisáceas; hacia la mitad los yesos son más abundantes, pero siempre se presentan en capas delgadas; el tercio superior ya es francamente yesífero, aunque todavía hay margas grises con algunos bancos de calizas.

Los *yesos de Las Tripas* tienen una potencia de 60 m y se diferencian de los de Farlete por la disminución de bancos arcillosos y el aumento de capas yesíferas. Sólo en el techo presentan algún pequeño banco de calizas.

Los yesos, en general, son alabastrinos en nódulos; intercalados entre margas grises en el sector oriental, mientras que en el occidental son margas blancas o, por lo menos, de tonalidades más claras. Con estas características litológicas cabe destacar la erosión continuada de los yesos y limos yesíferos, que da como resultado la formación de badlands en toda esta zona de transición de las estribaciones inferiores de la sierra de Alcubierre a la plataforma de los Monegros.

FORMACION ALCUBIERRE

La Formación Alcubierre está representada por el Miembro Castejón, que se extiende en forma de relieve tabular alargado en dirección NNW-ESE. Un corte realizado entre Farlete y S. Caprasio nos dará, en orden descendente, la siguiente sucesión litológica:

5. *Areniscas de S. Caprasio.*—Son unos 15 m formados por un gran paquete de areniscas coronadas por algunas capas delgadas de calizas. Lateralmente estas areniscas no aparecen, posiblemente, porque la erosión las ha denudado; no es lógico pensar que no se depositaran, porque en casi todas las masas calcáreas superiores —en sus niveles más altos— suelen presentarse pasadas detríticas, aunque de sólo unos centímetros.

4. *Calizas de Loma Sorda*.—En este sector tienen unos 100 metros de potencia, pero hacia el SE llegan a los 125, y en los Montes de Castejón se reducen a sólo 40 m. Basándonos en estas variaciones de espesor, podemos pensar que las calizas de Loma Sorda se sedimentan con mayor potencia hacia el SE y NE, y que hacia el NW y W sufren una fuerte reducción de espesor; debe tratarse de una *lengua* que se adelgaza al NW y W de la depresión del Ebro.

Son bancos potentes de calizas entre los que se intercalan pequeñas pasadas margosas.

3. *Calizas de Valdelsyeguas*.—Su litología son 65 m de calizas y margas blancas alternando en bancos potentes. Hacia el SE llegan a tener 90 m de potencia con un predominio calcáreo mayor; al NE la potencia total es de 100 m; los 40 del techo son calizas y margas alternando en bancos potentes, y los 60 inferiores, margas y calizas en bancos delgados.

En la vertiente N de la sierra las calizas de Valdelsyeguas tienen 130 m de potencia, y, al igual que ocurre entre La Artica y Lecifena, los 20 m superiores tienen alguna intercalación yesífera. En Sierra Alta el espesor total observable es de casi 140 m, apareciendo con más frecuencia capas de yeso.

2. *Calizas de La Torra*.—Son sólo 20 m de calizas en bancos potentes, entre los que se intercalan algunas capas de margas blancas. Estos 20 m hacia el SE tienen una abundancia algo mayor de yesos; pero hacia el NE son calizas y margas alternando en bancos potentes con un espesor total de 40 m.

Al NW, entre las calizas, se intercalan además de margas pequeñas, pasadas yesíferas. En la vertiente N de la sierra hay una disminución progresiva, acunándose en forma de lengua en las calizas de Valdelsyeguas. En Corona de la Reina puede decirse que se han extinguido.

1. *Calizas y margas de los Acampamentos*.—Constituyen el escalón inferior de la Sierra de Alcubierre. Son 15 m de calizas y margas blancas en banco delgados, que se intercalan entre los yesos de Retuerta de la Fm. Zaragoza.

Hacia el SE aumentan considerablemente de espesor, alcanzando por encima de Castejón de Monegros 60 m, y en La Cartuja, 50 m; aunque en estos sectores hay interdigitaciones con las calizas de Sigena. Al SW hay también aumento de potencia (40 m), predominando las margas sobre las intercalaciones calcáreas y yesíferas.

Estas mismas calizas y margas en los montes de Castejón (hoja núm. 322) alcanzan los 70 m de potencia; aunque pasan a ser el término superior del Mb Castellar en lugar de ser el inferior del Mb. Castejón.

Constituye la continuación suroriental de la Sierra de Alcubierre, de la cual queda separada por un pequeño relieve yesífero. Los términos superiores de la Sierra de Sigena se indentan con los de la Sierra de Alcubierre, y ambos pertenecen al Mb. Castejón. Litológicamente hay diferencias, siendo su composición, de arriba abajo, la siguiente:

5. *Calizas de Sigena*.—Son la continuación oriental de las "Calizas de La Torra"; su potencia oscila entre 10 y 15 m en bancos potentes.

4. *Calizas de Piedrafita*.—Hacia el W pasan a las "calizas y margas de los Acampamentos". Su potencia es próxima a los 80 m y son calizas y margas alternando en bancos potentes.

3. *Calizas de Colasico*.—Calizas masivas con algunas margas; su potencia total es de 75 a 80 m.

2. *Margas de Subeta*.—Son 30 m de margas alternando con algunos bancos calcáreos de poco espesor.

1. *Calizas de Pilano*.—Calizas masivas en bancos potentes alternando con pequeñas pasadas margosas, siendo su potencia de 45 m.

IV.—CRONOESTRATIGRAFIA

Igual que en las hojas vecinas las correlaciones cronoestratigráficas se han establecido siguiendo criterios diferentes a los normalmente utilizados en Estratigrafía.

Los estudios cartográficos de horizontes-guía, las delimitaciones de facies, las líneas de capa fotogeológicas y las discordancias han sido las bases empleadas para establecer los límites cronoestratigráficos.

El límite Oligoceno-Mioceno se fijó en un estudio regional de la Depresión Terciaria del Ebro (QUIRANTES, 1969), por lo cual omitimos su descripción. En la cartografía el Oligoceno no aflora, sólo puede verse en los perfiles que acompañan a esta memoria. Su establecimiento fue posible gracias a los datos que nos han suministrado los sondeos petrolíferos (ENPASA, VALDEBRO), y a las investigaciones geofísicas realizadas en esta zona por las compañías citadas.

Los límites intramiocenos han resultado más difíciles de establecer, principalmente por la falta de yacimientos fosilíferos que pudieran jalonar dichos límites. Dentro de la hoja aquí estudiada se delimitan perfectamente dos grandes conjuntos litológicos: uno superior calcáreo (Sierra de Alcubierre-

Sigena) y otro inferior detrítico-yesífero (Formaciones Sariñena y Zaragoza). La base de las formaciones que coronan el depósito del Terciario de los Monegros y zonas vecinas constituye para nosotros una superficie isócrona que puede servirnos para separar una *unidad miocena superior* de otra *inferior*.

El nivel de Remolinos pertenecería a la unidad inferior y se data como *Burdigaliense a Vindoboniense*. Sobre él descansa la formación calcárea Alcubierre, que pertenece a la unidad miocena superior; su datación es algo imprecisa, pero puede considerarse como *Vindoboniense medio y Pontiense*; correlacionándola con formaciones similares de la Cubeta de Calatayud datadas con dicha edad. Aunque debe consignarse el hecho de que el Pontiense (s. l.) aún no ha podido ser identificado paleontológicamente en toda la depresión del Ebro.

Con estos datos y basándonos en el estudio regional antes citado, las formaciones en la hoja de Lanaja quedarían datadas de la siguiente forma:

Formaciones Sariñena y Zaragoza: *Aquitaniense-Burdigaliense-Vindoboniense inferior*. Comprende toda la masa detrítica y yesífera de la hoja.

Formación Alcubierre: *Vindoboniense superior-Pontiense* (s. l.). Abarca el conjunto de calizas y margo-calizas de las Sierras de Alcubierre y Sigena.

Estos límites estratigráficos es factible mejorarlos a la vez que se vayan descubriendo nuevos criterios de datación, o se encuentren yacimientos de vertebrados que permitan una delimitación más exacta. En la cartografía que acompaña a esta memoria se han establecido una serie de conjuntos litoestratigráficos que permiten intercalar cualquier yacimiento fosilífero nuevo, quedando automáticamente establecidos y dibujados los límites estratigráficos.

V.—ESTRUCTURA

El hecho de constituir la cubeta del Ebro una depresión y basándose en deducciones tectónicas y estratigráficas, hizo pensar a muchos autores alemanes de los años 30 que el substrato o basamento del Terciario era un bloque paleozoico desnudo de toda cobertera mesozoica. Fue el denominado "Macizo del Ebro", que actuó a modo de umbral durante gran parte del Paleozoico y Mesozoico. Los sondeos de investigación petrolífera modificaron estas ideas; RIOS (1959 y 64) y ALMELA y RIOS (1962) admiten la existencia de un bloque paleozoico hundido, pero recubierto de una cobertera mesozoica, deformada y erosionada, al menos en parte, que se hunde suavemente hacia el N (Pirineos).

El basamento del Terciario al sur de la hoja tiene una profundidad de 1.000 a 1.100 m; a la altura de S. Caprasio alcanza los 1.500 m, y en los alrededores de Alcubierre se superan los 2.000 m. Vemos, pues, cómo se va hundiendo paulatinamente hacia el Pirineo, aunque con mayor rapidez en la zona occidental que en la oriental.

Basándonos en datos aportados por ENPASA, VALDEBRO y ADARO ha podido realizarse, al menos parcialmente, un mapa de estructuras mesozoicas del centro de la depresión. En la hoja de Lanaja puede señalarse la existencia de una pequeña cubeta tectónica en su ángulo SE; una falla de dirección NW-SE a la altura de Pallaruelo, y un anticlinal paralelo a la falla dos kilómetros al N de ella.

En el esquema tectónico 1:200.000 que acompaña a la cartografía se han dibujado las dos estructuras terciarias más importantes de Lanaja: sinclinal Alcubierre-Ballobar y el anticlinal de Alcubierre.

El *sinclinal Alcubierre-Ballobar* parece continuar al SE con el denominado sinclinal del Ebro a través de las calizas de Cardiel (hojas de Peñalba y Bujaraloz). Tiene una longitud total de 50 km adentrándose en las hojas de Sariñena y Peñalba. Desde el pueblo de Alcubierre hasta Pallaruelo tiene una dirección N120E; pero en Pallaruelo se incurva y toma la dirección N100E, para después en Ballobar recuperar la dirección primitiva. El buzamiento de sus flancos es casi siempre inferior a los 3°.

El *anticlinal de Alcubierre* sigue la dirección de los relieves tabulares de la Sierra de Alcubierre: N115E. Se inicia en los montes de Perdiguera, continúa por S. Caprasio y Sierra de Lanaja, terminando en la Sierra de Sena (hoja 357) después de tener una longitud superior a los 25 km. Los materiales que forman esta suave estructura anticlinal son calizas y margas, junto con pequeñas pasadas yesíferas. Los buzamientos no exceden casi nunca de los 3°, siendo las más corrientes de 1° 30' y 2°.

VI.—SINTESIS EVOLUTIVA

La memoria correspondiente a la hoja de Alagón (354) incluye un capítulo en el cual se explica la evolución oligo-miocena de la depresión del Ebro; remitimos a dicha memoria (QUIRANTES, 1970), pues sus conclusiones son perfectamente válidas para la hoja de Lanaja. Sólo agregaremos algunas notas sobre la evolución paleoclimática, para lo cual nos basamos en los datos obtenidos en el capítulo de arcillas.

Parece demostrado que el clima peninsular durante el terciario, igual que en el resto de Europa, pasó progresivamente de tener un carácter intertropical-húmedo a un clima tropical rubeficante. En la época tropical la alteración de los materia-

les (silicatos específicamente) no avanzaría más allá de la formación de ilitas y los suelos no serían muy evolucionados, principalmente en áreas de carácter árido, como bien podría ser esta región endorreica de la cuenca del Ebro. Aunque no creemos que todas las áreas suministradoras de sedimentos sufrirían esas acciones rubeficantes de los suelos. Posiblemente las zonas pirenaicas, topográficamente más elevadas, se verían afectadas con una intensidad menor formándose suelos ocres o pardos.

Los materiales que se sedimentan en las áreas marginales de la cuenca son heredados y no sufrirían prácticamente ninguna alteración, pero al adentrarnos hacia el interior de la misma, los productos de la sedimentación estarán alterados y aparecerán materiales de neoformación.

VII.—AGUAS SUBTERRANEAS, CANTERAS Y MINERIA

Las posibilidades hidrogeológicas en la hoja de Lanaja quedan reducidas prácticamente a la formación detrítica de Sariñena. Dentro de esta amplia formación son muy pocos los pozos alumbrados, ubicándose la mayoría en las terrazas que jalonan el río Flumen o bien en fondos de valle donde el depósito de graveras es importante.

Las areniscas terciarias pueden constituir buenos acuíferos, pero presentan una seria dificultad: la alimentación. Recordemos el carácter impermeable de las margas y arcillas que impiden la infiltración de las aguas; sólo cabe pensar en una alimentación lateral procedente del NE, en donde esas capas de areniscas afloran. De todas formas los acuíferos serían bastante profundos y hasta ahora están prácticamente sin explotar.

Las canteras tampoco han sido explotadas y se limitan exclusivamente a las arcillas empleadas en la fabricación de ladrillos y tejas.

En cuanto a *minería* las posibilidades son mínimas; sólo puede pensarse en la problemática existencia de algún yacimiento salino en el ángulo SW, y quizá en el NE, pero a gran profundidad.

Esta memoria explicativa ha sido redactada por
José Quirantes Puertas,
Dpto. de Sedimentología y Suelos de Zaragoza
(C. S. I. S.)

BIBLIOGRAFIA

- ALAUSTRE, E.; ALMELA, A., y RÍOS, J. M.: Explicación del mapa geológico de la provincia de Huesca. *Inst. Geol. y Min. de España*. 1957.
- ALMELA, A.: "Tectónica yesífera de la Cuenca del Ebro". Tema 6.º, I Col. Intern. de las O. P. en los terrenos yesíferos. 1962.
- ALMELA, A., y RÍOS, J. M.: "Structure d'ensemble des Pyrénées Aragonaises et découvertes récentes dans cette région". Livre a la mémoire de P. Fallot. *Soc. Geol. Franc.*, t. I, pp. 313-331. París, 1960-62.
- CASAS TORRES, J. M.: "El Valle Medio del Ebro, región geográfica". *Información Comercial Española*, núm. 373, pp. 43-53. Madrid, 1964.
- FERRER, M., y MENSUA, S.: "Las formas de relieve del centro de la depresión del Ebro". *Geographica*, núms. 9 a 12, pp. 107-109. 1956.
- GAIBAR PUERTAS, C.: "Variaciones de profundidad del zócalo paleozoico en la región central del Prepirineo y la depresión del Ebro". *Actes du Quatrième Congr. Intern. d'Etud. Pyrenéennes*, t. I, section I, pp. 61-68. Pau-Lourdes. Toulouse, 1965.
- LLOPIS LLADÓ, N.: "Genesis de la cuenca sedimentaria pirenaica". *Actas del I Congr. Intern. de Estudios Pirenaicos*. 1952.
- MALLADA, L.: "Descripción física y geológica de la provincia de Huesca". *Mem. Com. Mapa Geol. Esp.*, t. VI, pp. 439. Madrid, 1878.
- PINILLA NAVARRO, A.: "Estudio sedimentológico de la zona aragonesa de la cuenca terciaria del Ebro". *Mem. Doct. Univ. Madrid*. In lit. 1966.
- QUIRANTES, J.: "Calizas continentales criterios genéticos de clasificación". *Act. Geol. Hisp.* Año I, núm. 2, pp. 15-18. Barcelona, 1966.
- QUIRANTES, J.: "Estudio sedimentológico de las calizas del Terciario Continental del Ebro". *Inst. Est. Asturianos*. Bol. Año 1968.
- QUIRANTES, J.: "Estudio sedimentológico y estratigráfico del Ter-

ciario Continental de los Monegros". *Mem. Doct. Univ. de Granada*. In litt. 1969.

QUIRANTES, J.: Cartografía y Memoria de las hojas geológicas 1:50.000 de Remolinos (322), Zuera (323), Alagón (354) y Leciñena (355). *I. G. M. E.* 1970-71.

RIBA ARDERIU, O.: "Sur le type de sédimentation du Tertiaire continentales de la partie Ouest du bassin de l'Ebre. *Geol. Rundschau*, t. 45, núm. 2, pp. 363-371. Stuttgart, 1955.