



IGME

174

26-09

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

SANGÜESA

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

SANGÜESA

Segunda serie - Primera edición

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A., dentro del programa MAGNA, con normas, dirección y supervisión del I.G.M.E., habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

Cartografía. Secciones estratigráficas y Memoria: A. Hernández (C.G.S.) (Jefe de Equipo).

Cartografía y secciones estratigráficas del Terciario Marino. Memoria: A. Simó (Univ. de Barcelona).

Micropaleontología y Memoria: J. Ramírez del Pozo (C.G.S.).

Petrología y Sedimentología de Laboratorio: M.J. Aguilar (C.G.S.).

Cartografía y Secciones estratigráficas previas: C. Puigdefábregas (Dip. Foral de Navarra).

Tectónica: M. Alvaro (C.G.S.).

Geomorfología: A. Olivé (C.G.S.).

Estudio de las muestras de roedores: G. Cuenca (Univ. de Zaragoza).

Dirección y Supervisión: V. Gabaldón (IGME).

La presente memoria ha sido redactada por A. Hernández, J. Ramírez del Pozo, A. Simó y A. Olivé, con la colaboración de M.J. Aguilar.

Se pone en conocimiento del lector que en el I.G.M.E. existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, micropaleontológicos y sedimentológicos de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle.
- Fichas bibliográficas, álbum fotográfico y demás información varia.

Depósito Legal: M. 23.812 - 1987
NIPO: 232 - 87 - 007 - 3

Imprime Gráficas Topacio, S.A. - Príncipe de Vergara 210 - 28002 Madrid

INTRODUCCION

La hoja de Sangüesa comprende, desde el punto de vista administrativo, parte de las provincias de Navarra y de Aragón, esta última solamente ocupa el sector suroriental de la hoja.

Desde el punto de vista geográfico se encuadra en la Navarra Media, separada del Pirineo por la Depresión media pirenaica (zona de Pamplona-Aoiz), y de las llanuras del Ebro por los relieves de las Sierras de Ujué y de Sos. La zona perteneciente a la provincia de Aragón está encuadrada en el valle del río Onsella.

Desde el punto de vista orográfico se diferencian dos zonas, una situada al Norte con las alineaciones montañosas pertenecientes a las Sierras exteriores del Pirineo, con Sierra de Izco (con cotas ligeramente superiores a los 1.000 m) y la Sierra de Leyre (con el vértice de Aragoiti, 1.355 m), separada de la anterior por el valle del Irati.

Al Sur de estas alineaciones el relieve pierde altura, aunque continúa accidentado por las disecciones que producen en el terreno los afluentes y arroyos que vierten sus aguas al Aragón. En el borde meridional de la hoja destacan los relieves de orientación E-O de la Sierra de Ujué y de S. Pedro con cotas ligeramente inferiores a los 1.000 m.

La red fluvial, responsable del modelado actual, está formada por el curso del río Aragón que atraviesa la hoja por su zona central con dirección NE-SO, y por sus afluentes principales el Irati y el Onsella. Toda el área es distributaria hidrográficamente de la Cuenca del Ebro. Es importante destacar la presencia en esta hoja de dos elementos hidrográficos, uno de control y otro de distribución por el interés que representan para el riego en la comarca. Uno es el embalse de Yesa, cuya presa está situada en el borde oriental de la hoja, que regula las aguas del Río Aragón, y otro es el Canal de las Bárdenas que reparte las aguas procedentes del Embalse hacia la comarca de la Ribera.

Desde el punto de vista geológico en la hoja de Sangüesa se diferencia dos complejos estructurales y sedimentológicos distintos, separados por la Falla de Liédena.

Al Norte de esta alineación afloran los materiales del Paleoceno y Eoceno de origen marino intensamente plegados formando varios anticlinales paralelos, de dirección E-O, y ligeramente cabalgados hacia el Sur.

Al Sur de la alineación se sitúan las unidades de origen continental de edades comprendidas entre parte del Eoceno superior y Mioceno medio, pertenecientes a la Depresión del Ebro, afectados por una serie de pliegues de orientación aproximada E-O. Regionalmente el tránsito Eoceno-Oligoceno marca un cambio de signo en la sedimentación del Surco Pirenaico. Las primeras fases de plegamiento de la Cordillera transforma progresivamente el surco marino eoceno, en una serie de cuencas de menor tamaño, de dirección general E-O, donde se inicia la sedimentación, en régimen continental endorreico con fuerte subsidencia que durará hasta el Mioceno.

En este período se individualizan regionalmente cuatro unidades tectosedimentarias (U.T.S.), que se corresponden cada una con una forma determinada de la cuenca sedimentaria y con una distribución geográfica de las facies de ella. Ambas han evolucionado en el tiempo mediante el desplazamiento progresivo hacia el sur tanto del eje principal de la cuenca como el de las distintas unidades sedimentarias. Así, las facies más groseras procedentes de una unidad tectosedimentaria se encuentran apoyándose directamente sobre los materiales representativos del centro de la cuenca de la unidad tectosedimentaria anterior.

Desde el punto de vista estructural lo que caracteriza a esta zona es su relativa movilidad tectónica, que ha ido acompañada de variaciones de cierta importancia en el espesor de las series detríticas. Los materiales afectados por las principales estructuras (Falla de Liédena, Aibar-Sangüesa y de Eslava) presentan con frecuencia buzamientos subverticales y localmente invertidos; sin embargo el aspecto general que destaca en la hoja son los pliegues de

amplio radio (sinclinales de Sangüesa y de Ayesa-Olleta). Solamente en el sector suroccidental, zona de Ujué, los buzamientos son horizontales o sub-horizontales.

La evolución tectónica global de la zona debe enmarcarse en el contexto de la apertura del Golfo de Vizcaya en relación con las fases alpinas que estructuraron la cadena Pirenaica.

Para la realización de la cartografía y la redacción de la presente memoria ha sido de gran utilidad la documentación aportada por la Diputación Foral de Navarra, cuyo autor es el Dr. Cayo Puigdefábregas.

1 ESTRATIGRAFIA

En la estratigrafía de la hoja de Sangüesa se diferencian dos grupos sedimentarios diferentes. Por una parte el "complejo marino" de la Sierra de Leyre y zona de Lumbier, que comprende distintas litofacies de calizas, areniscas y margas, de edades comprendidas entre el Paleoceno y Eoceno superior. Por otra, el "complejo continental", que ocupa el resto de la hoja, está constituido por litofacies de areniscas, limos, margas y calizas, de edades comprendidas entre el Priaboniense (Eoceno superior) y el Astaraciense (Mioceno medio).

Dentro del denominado "complejo continental", se han diferenciado a su vez cuatro unidades tectosedimentarias (en el sentido de MEJIAS, A. 1982) separadas unas de otras por discontinuidades sedimentarias. En unos casos éstas son claramente discordancias y en otros sus correlativas paraconformidades, deducibles éstas no a nivel de afloramiento sino por el comportamiento regional que presentan los cuerpos sedimentarios considerados a gran escala.

La similitud de facies que presentan en ocasiones unidades muy separadas tanto en el espacio como en el tiempo, da pie a correlacionar como depósitos equivalentes aquellos que no obedecen a un mismo proceso y viceversa.

Con el fin de poder tener un esquema gráfico que ayude a comprender la posición y correlación de las distintas unidades, dentro de cada U.T.S., así como los nombres asignados en zonas próximas a la del área de estudio, se han representado en el cuadro resumen de la fig. 1. En él queda reflejado que durante el Oligoceno y Mioceno tienen lugar en la zona, una serie de procesos que dan lugar a la diferenciación de cuatro U.T.S., que a su vez se corresponden con una geometría de la cuenca y una distribución de facies dentro de ella característica.

1.1 TERCIARIO MARINO

Aflora en el sector Nororiental de la hoja, estando limitado al Sur por la falla de Liedena.

A nivel regional cabe destacar los trabajos de MANGIN (1959, 1960 y 1965), SOLER y PUIGDEFABREGAS (1970), PUIGDEFABREGAS (1972) y PUIGDEFABREGAS (1975). En el área de estudio, los trabajos de MANGIN y PUIGDEFABREGAS (op. cit.) son las monografías que aportan más datos.

1.1.1 Calizas, dolomías, margas y conglomerados. (1).— Paleoceno

Es el terreno más antiguo que se encuentra en la hoja. Forma un pequeño afloramiento en el Pico de Arangoiti, aunque la parte inferior del tramo ha tenido que ser estudiada en la vecina hoja de Sigües, en la Foz de Arbayún.

De base a techo se distinguen los siguientes tramos:

- 10 m de arcillas de color rojo y gris en la base y rojo-vino en el techo. Su límite inferior es brusco sobre las calcarenitas del Maastrichtiense (Gres de Marbore) y a techo, están erosionados por el tramo dolomítico que se le superpone. Presenta 40 cm de calizas lacustres nodulosas de color gris intercaladas en la parte baja del tramo.

- 15 m de dolmicroesparita con algunos fragmentos de púas de equínido y trazos de bioturbación, presentan laminación y hacia techo aparecen intercalaciones de arenas con estratificación cruzada. La estratificación es neta ondulada de 35 cm de potencia, con interbankos de limolita y nódulos de hierro, color ocre.

Al microscopio son dolomías cristalinas arenosas con núcleos de microdolomía, careciendo de fósiles.

- 17 m de cuarzoarenitas y conglomerados. Presenta un tramo inferior de 10 m con alternancia de microconglomerados y cuarzoarenitas con estratificación cruzada, y un tramo superior que es erosivo sobre el anterior con una base de conglomerados que en vertical pasan a ser una alternancia de conglomerados y cuarzoarenitas. Los cantos están bien redondeados y son esféricos a subesféricos, con marcas de impacto, y con diámetros que oscilan entre 6 cm (tramo superior) y 2-3 cm. Litológicamente corresponden a cuarzozos blancos, y muy localmente a filitas y areniscas. El tamaño de grano de las cuarzoarenitas oscila de arena muy gruesa a fina, localmente son limos. Se organizan en secuencias granodecrecientes. Todo el conjunto corresponde a una amalgamación de canales con bases conglomeráticas y secuencias granodecrecientes.

EDAD	UTS	ALLO (172)	TAFALLA (173)	SANGUESA (174)	PERALTA (206)
MIOCENO	4	Margas de Miranda Arcillas de Olite Arenisc. de Artajona Conglom. Montejurra	Arcillas de Olite Arenisc. de Artajona Conglom. de Olleta	Arenisca de Ujué Arenisc. de Artajona Conglom. de Gallipienzo	Arenisca de Ujué Calizas de Portillo Margas de Miranda Arcillas de Olite Arenisc. de Artajona
	3	Yesos de los Arcos Margas de Lerín Margas de Larraga Arenisc. de Allo Arenisc. de Leoz Conglom. de Muniain	Yesos de los Arcos Margas de Larraga Arenisc. de Allo Arenisc. de Leoz Arenisc. de Rocaforte	Arenisc. de Allo Arenisc. de Leoz Margas de Sangüesa Arenisc. de Rocaforte	Yesos de los Arcos Margas de Larraga
	2	Yesos de Desojo Margas de Mués Arenisc. de Mués	Yesos de Desojo Margas de Mués Arenisc. de Mués	Margas y Cal. Eslava Areniscas y margas de Javier	Yesos de Desojo-Falces Margas de Mués
	1	Yesos de Añorbe	Yesos de Añorbe	Arenisca. de Liedena	
OLIGOCENO					
HEADONIENSE					
SUEVIENSE					
ARVERNIENSE					
AGENIENSE					
ORLANIENSE-ASTRACIENSE					

Fig. 1. — Cuadro de la posición estratigráfica de las distintas unidades, y su relación con las existentes en las hojas próximas.

– 21 de calizas y dolomías con interbankos de cuarzoarenitas. Entre el tramo anterior y éste hay unos 7 m de dolomicritas de color gris claro en bancos de 10 cm de potencia con intercalaciones de arcillas y limos. Por encima se desarrolla una secuencia de *Mudstone* – *wackstone* grises con Miliólidos, Corales, Algas, oncolitos y fragmentos esqueléticos en general. En la base son frecuentes las entradas de cuarzoarenitas de tamaño arena fina a media con estratificación cruzada, hacia techo disminuye la fracción detrítica. Todo el conjunto está dolomitizado de forma parcheada, siendo el resultado un aspecto de brecha con niveles de calizas y doloesparita. Se han reconocido intrabiomicritas con *Rotalia* cf. *trochidiiformis* LAM., *Denticleoplax biserialis* (DIETR.) *Litheothamnium*, Miliólidos, Cebícides y Algas sole-noporáceas. También hay niveles que son biolititas constituidas por Coralaris exclusivamente.

– 2,5 m de limolitas amarillentas en bancos de 30 cm. Su límite inferior es muy brusco sobre el tramo anterior y su techo está limitado por 10 cm de arcillas gris-azulado.

El tramo arcilloso inferior pertenecería a la etapa regresiva del Maas-trichtiense con depósitos lagunares y continentales. Una rápida subida relativa del nivel del mar permite el desarrollo de una plataforma carbonatada interna que está truncada por la entrada de un sistema de canales amagamados fluviales. Una nueva pulsación permite la instalación de una nueva plataforma con retrabajamiento de las facies detríticas.

1.1.2 Calizas arenosas con Alveolinas (2). Herdiense

Unidad constituida por 45 m aproximados de calcarenitas con intercalaciones detríticas. Su límite inferior aflora en el repetidor de TV en el Pico de Aragoiti, y forma una superficie estructural hasta la Foz de Arbayún, en donde el límite superior corresponde a un hiato sedimentario que abarca todo el Cuisiense. La textura dominante es *packstone* bioclástico con niveles de *grainstone*, siendo el componente dominante las Alveolinas, y en menor proporción Algas y fragmentos esqueléticos. Intercalado en la serie hay niveles de cuarzoarenitas con estratificación cruzada. Las arenas son de tamaño medio a fino y localmente microconglomeráticas.

Se interpretan como sedimentos de plataforma carbonatada en ciclos granocrecientes hacia techo, indicando un incremento de energía en el mismo sentido. Es transgresiva sobre los materiales anteriores e incorpora siliciclastos debido al retrabajamiento del substrato.

En la parte inferior contienen *Alveolina aragonensis* HOTT., *A. subpyrenaica* LEYM., *Alveolina moussoulensis* HOTT., *Alveolina* cf. *pisiformis*

HOTT., *Glomalveolina lepidula* (SCHWAG.) y *Opertorbitolites biplanus* LEHM, en la parte alta se encuentran *Alveolina leupoldi* MOTT., *Alveolina rotundaba* HOTT., *Nummulites* sp. *Operculina canalifera* D'ARH. y *Operculina subgranulosa* D'ORB.

La microfaua del tramo inferior caracteriza a la parte baja del Ilerdiense medio, mientras que la del tramo alto es típica de la parte superior del Ilerdiense medio.

1.1.3 Calizas y margas. (3). Luteciense

Regionalmente reciben los nombres de calizas de Guara y Grupo Arro (PUIGDEFABREGAS, 1975). Afloran en las proximidades de la Foz de Arbayún, Romastaca y con espectacularidad en la Foz de Lumbier. La potencia total es de 140 m.

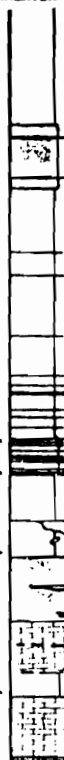
En esta unidad se han agrupado dos tramos (Fig. 2), que evolucionan N-S y que han sido cartografiados conjuntamente por uniformidad con la hoja de Aoiz (142). Se diferencia un tramo inferior común para toda la hoja, formado por calcarenitas bioclásticas en secuencias somerizantes hacia techo. Los componentes dominantes son Algas, Nummulites, Corales, Equínidos y Briozoos; la textura es *wackestone* - *packstone* bioturbados en la base de la secuencia, evolucionando en vertical a *grainstones* de Nummulites. Localmente presentan intercalaciones detríticas. El tramo superior está bien desarrollado en la Foz de Arbayún y hacia el Sur pierde potencia, desapareciendo en el flanco Sur de la Foz de Lumbier. Está formado por margocalizas gris-oscuro, con estratificación nodulosa con *slumps* y canales de Nummulites en el Norte, y Nummulites con glauconita y margocalizas gris-oscuras en Lumbier. El tramo superior se pone sobre el inferior del Norte a Sur y presenta un buzamiento de algunos grados mayor que los materiales del tramo inferior. Esta geometría sugiere un *onlap* de N a S de facies de talud superior sobre las calizas de plataforma, retrocediendo ésta hasta la altura de la Foz de Lumbier y con sedimentación condensada. Estas facies de la plataforma superior presentan glauconita y se observan resedimentadas en las facies de talud de las unidades (4) y (5).

En los dos tercios inferiores, que corresponden al Luteciense inferior, las calcarenitas, que son biomicritas con pellets e intraclastos, contienen *Alveolina frumentiformis* SCHWAG, *Alveolina levantina* HOTT., *Alveolina gigantea* CHECC.-RISP., *Nummulites* cf. *batalleri* R. GAONA, *Nummulites* gr. *laevigatus* BRUG., *Nummulites* cf. *planulatus* LAM., *Nummulites* cf. *tavertetensis* CLAVEL y REGUANT., *Nummulites* cf. *millecaput* BOUBEE, *Asterodiscus stallarisi* (BRUNN), *Discocyclusa sella* (D'ARCH), *Fabiania ca-*

F. LUMIERE - TABAR



F. ARBATUN - USUN



ARANGOITI



11

9

8

6

7

6

4

3

2

1

Fig. 2.— Columna estratigráfica de las unidades del Terciario marino.

sis (OPPENH.), *Eorupertia magna* LE CALV, *Orbulolites complanatus* LAM., Miliólidos, Lithothamnium y Briozoos. En la parte alta de las calizas, se encuentran *Nummulites* cf. *aturicus* JULY y LEYM., *Discocyclusa sella* (D'ARCH) y *Discocyclusa nummulitica* (CUMB.) que caracteriza al Luteciense superior.

1.1.4 Margas, (4). Margocalizas, (5). Margas, (6). Margas y areniscas, (7). Luteciense - Bartonense

En el flanco N del anticlinal de Romastaca, en la Foz de Arbayún y Usun, aflora una potente serie de margas y turbiditas (460 m) que se acuñan hacia el Sur, con una potencia de una docena de metros (Fig. 2), formando un abanico de capas en ligera discordancia progresiva. Están limitadas en la base por las calizas y margocalizas de la unidad (3) y en el techo por un nivel de limos y glauconita de la unidad (8).

Dentro de este conjunto de facies se diferencian de base a techo la unidad (4) constituida por margas con abundantes cicatrices de *slump* y bloques de 30 m de largo, su potencia es de 50 m. Lateralmente, hacia el N pasan a turbiditas. A techo está limitado por un nivel de margocalizas caóticas, unidad (5), con bloques de los términos inferiores. Se acuña en el borde norte de la hoja donde alcanza una potencia de 10 m.

Por encima y en *onlap* sobre la plataforma Luteciense (Unidad 3) se desarrolla un término arcilloso, unidad (6) de potencia máxima 460 m con una intercalación de facies turbidíticas (flysh de Irurozqui, PUIGDEFABREGAS, 1975) de 60 m de potencia, unidad (7), acuñándose todo el conjunto hacia el Sur, desapareciendo totalmente las facies de flysh y reduciéndose la potencia de las margas a 15 m. Las "turbiditas de Irurozqui" presentan capas de 25-30 cm de potencia, siendo muy común observar estratificación cruzada tipo *ripple-orift* de 5-7 cm de altura, con paleocorrientes hacia el NW, estas capas se disponen en paquetes de 10 m de potencia, y separadas por arcillas de 17 m de potencia. Hacia el Sur se incrementan los niveles de *slumps*. Las margas tienen un color azul-amarillento en la base y presentan *slumps*, y por encima de las turbiditas presentan un color gris-azul con capas de areniscas de 5-10 cm de potencia, esparcidas en toda la serie. En la zona de Lumbier corresponden a arcillas y margocalizas.

En conjunto, las cuatro unidades cartográficas descritas, son muy fosilíferas, conteniendo una asociación de Foraminíferos planctónicos y bentónicos muy rica en especies, entre las que citamos: *Vulvulina nummulina* (GUMB.), *Marginulina fragaria* GUMB, *Gyroidina guayabalensis* (COLE), *Cibicides carrascalensis* COLOM, *Cibicides* cf. *pseudonuggerianus* CUSHM.,

Textularia speyeri REUSS, *Textularia adalta* CUSHM., *Ungerina coacaena* BUMB., *Ellipsonodosaria verneuili* (D'ORB.) *Thitaxilina pupa* (GUMB.), *Bulimina truncana* GUMB., *Bolivina nobilis* HANTK., *Plectina cocenica* CUSHM., *Globigerina senni* (BECKM.), *G. yeguaensis* WINZ. y APPLIN, *G. cf. trilocularis* d'ORB *G. venezuelana* HEDBERG., *G. parva* BOLLI (en tramos altos) *Hastigerina micra* (COLE), *Globigerapsis kugleri* BOLLI, LOEBL. y TAPPAN., *Globorotalia bullbrook* BOLLI, *G. spinulosa* (BANDY), *G. centralis* CUSHM y BERM, *Truncorotaloides rohri* BRONN y BERM., *Globorotaloides suteri* BOLLI, *Catapsidrax echinatus* BOLLI.

El conjunto de las unidades cartográficas tienen una edad Luteciense superior a Bartonense inferior (equivalente de Biarritziense). En los niveles que se incluyen en el Luteciense se encuentran, a veces, *Nummulites* cf. *aturicus* y *Discocyclus* cf. *nummulitica* (GUMB).

1.1.5 Margas y limolitas con glauconita. (8). Bartonense inferior - superior

A techo de los tramos anteriores se observa el nivel guía de Lumbier - Urroz, nivel equivalente a las areniscas de Sabiñánigo (PUIGDEFABREGAS, 1975). Su potencia es de 70 m, resalta en el paisaje arcilloso de la zona y su extensión es de 150 km. Litológicamente corresponde a margas con niveles bioturbados de limolita rica en glauconita, en Lumbier corresponde a capas decimétricas de areniscas de granos de glauconita de color verde intenso. Lateralmente presenta acumulación de *Nummulites* resedimentados junto con cantos de calizas de *Alveolina*.

Este nivel poco potente y representado en toda la cuenca, recubre una topografía en pliegues N-S, poniéndose discordantemente en los anticlinales como ocurre en Lumbier. La presencia de glauconita sugiere una tasa de sedimentación baja asociable a la transgresión del Bartonense medio ("transgresión Biarritziense" PUIGDEFABREGAS, 1975).

La microfauna de este tramo es muy semejante a la mencionada en el apartado anterior, pero destacaremos la presencia de *Vulvulina pectinata mexicana* NUTT., *Cebicides carrascalensis* COLOM., *C. granosus* (REUSS), *C. sassei* COLE., *Karrerella halkyardi* CUSHM., *Tritaxilina pupa* (COLE), *Marginulina fragaria* GUMB., *Ungerina* cf. *hautkeni* CUSHM. y EDW., *Eponides ovachitaensis* HOWE y WALL., *Ammobaculites hockleyensis* CUSHM, y APPLIN, *Globigerina parra* BOLLI, *G. venezuelana* HEDBERG, *G. senni* (BECKM.), *Hastigerina micra* (COLE), *Globorotalia centralis* CUSHM y BERM., *Catapsidrax unicavus* BOLLI, LOEBL. y TAPPAN y *Globigerapsis index* (FINLAY).

Es una asociación característica del Biarritziense que es, en parte, equivalente del Bartonense.

1.1.6 Margas grises, (9). Margas y areniscas, (10). Areniscas y margas (11). Bartonense superior-Priabonense

Este conjunto comprende las unidades conocidas como Margas de Pamplona (9), turbiditas de Yesa (10) y canales de Gongolaz (11), (PUIGDEFABREGAS, 1975). La potencia calculada de todo el conjunto es de 700 m en secuencias granocrecientes y somerizantes hacia techo. Lateralmente equivalen a la Fm deltaica de Belsuen-Atares (PUIGDEFABREGAS, 1975).

La unidad margas de Pamplona (550 m de potencia calculada) es litológicamente muy uniforme, presentando hacia la Sierra de Tabar algunas pasadas centimétricas de areniscas con estructuras tipo turbidita. A techo se observa una alternancia de margas y canales de arena de gran amplitud y baja potencia, unidad (11), amalgamándose en diferentes horizontes. Presentan cantos blandos de arcilla, estructuras tractivas tipo duna, y fuerte bioturbación por *Thalassinoides*. En la zona del cierre de la presa de Yesa, afloran intercalados en las margas de Pamplona y limitados al Sur por la falla de Liédena-puerto de Loiti, un nivel con alternancia de capas de areniscas de 10 cm a 1 m de potencia, *slumps* canales, con margas, etc.

Las margas de Pamplona se interpretan como depósitos de cuenca de los deltas de Belsuen-Atares, homogeneizando una cuenca con pendiente hacia el WNW, presentando turbiditas intercaladas con dirección de aporte del NW.

Las margas de la unidad 9 y las turbiditas de la 10 son muy fosilíferas, conteniendo una asociación de microforaminíferos riquísima en especies, particularmente bentónicas, aunque las planctónicas pueden llegar al 20% en algunas muestras. Destacamos las siguientes especies: *Clavulinoides szabo* (HANTK.), NUTT., *Ammobaculites tuba* GUMB., *Vulvulina pectinata mexicana* NUTT., *V. nummulina* (GUMB), *Cibicides carrascalensis* COLOM., *C. pseudo-ungerianus* CUSHM., *C. sassey* COLE., *C. mauricensis* HOWE. y ROB., *Heterolepa perlucida* (NUTTALL), *Noviru hallyardi* CUSHM., *Ayroldina guayabalensis* COLE., *Marginulina fragaria* GUMB., *M. behmi* (REUSS), *Textularia recba* CUSHM *T. speyeri* REUSS, *Saracenaria arcuata* D'ORB., *Virgulina dibollensis* CUSHM y APPLIN, *Ungerina eocaena* GUMB., *U. curka* CUSHM y JARY, *Ellipsonoclosapia verneuili* (D'ORB) *Gaudoyina quadrilatera* CUSHM. *Pseudoglaudulina abbreviata* NEUGEB, *Eponides carolinensis navarraensis* R. GAONA y COLOM, *Hallyardia minima* LLEBUS, *Ammobaculites pyrenaicus* R. GAONA y COLOM., *Truncotaloides rohri* BROWN. y BERM., *Globigerina venezuelana* HEDBERG, *G. parva* BOLLI., *G. Senni* (BECKM.), *G. yeguaensis* WEYNZ y APPLIN, *G. ampliapertura* BOLLI, *G. rohri* BOLLI, *G. ciperoensis angustiumbilicate* BOLLI., *Catapsidrax unicavus* BOLLI, LOEBL, y TAPPAN., *Globiguapsis se-*

miinvoluta (KEIJZER), *G. index* (FINLAY), *Globorotalia centralis* CUSHM y BERM, *G. cerroazulensis* (COLE), *Mastigerina micra* (COLE) y *Globorotaloides luteri* BOLLI.

La edad es Biarritziense y Priaboniense. De este último piso son típicos *G. cerroazulensis*, *G. ceperoensis angustiumbilicata* y *G. rohri*.

Los niveles correspondientes a la unidad 11 son más pobres en microfósiles, destacándose *Rotalia rimosa* REUSS, *Karrerella halkyardi* CUSHM., *Globigenia ampliapertura* BOLLI, *G. ciperensis angustiumbilicata* BOLLI y *Nummulites* aff. *inerassatus* DE LA HARPE, que caracterizan el Eoceno superior (Priaboniense).

1.2 Terciario Continental

Durante el Eoceno superior (Priaboniense) se producen una serie de fenómenos tectónicos de índole regional que invierten el carácter sedimentario de la cuenca en esta zona. Así, se inicia un nuevo ciclo sedimentario de carácter continental, que va a sufrir una serie de modificaciones durante el Oligoceno y parte del Mioceno. Estas modificaciones quedan reflejadas en la cuenca en una serie de discordancias y sus relativas paraconformidades. Estas nos han permitido definir 4 unidades tectosedimentarias (U.T.S.) que se corresponden con una geometría de la cuenca y una distribución de facies dentro de ella característica (Fig. 3, 4 y 5).

1.2.1 Priaboniense — Headoniense. Unidades litológicas de la 1ª U.T.S.

Las unidades de la 1ª U.T.S. afloran de forma muy incompleta en diversos puntos de la región, generalmente asociados a fracturas de importancia regional.

El estilo de estos afloramientos, reducidos a pequeñas superficies muy separadas unas de otras, en ocasiones por decenas de kilómetros, dificulta la interpretación sedimentológica del conjunto así como su representación espacial.

Los materiales de las unidades (12) y (13) han sido estudiados en detalle en la columna de Javier (04).

1.2.1.1 Margas y areniscas de ripples. (12). Priaboniense Headoniense

Esta unidad está constituida por margas grises y rosadas con capas centimétricas de areniscas de grano fino y muy fino con abundantes láminas de mica. Hacia la parte superior del tramo se hacen más frecuentes, y a la

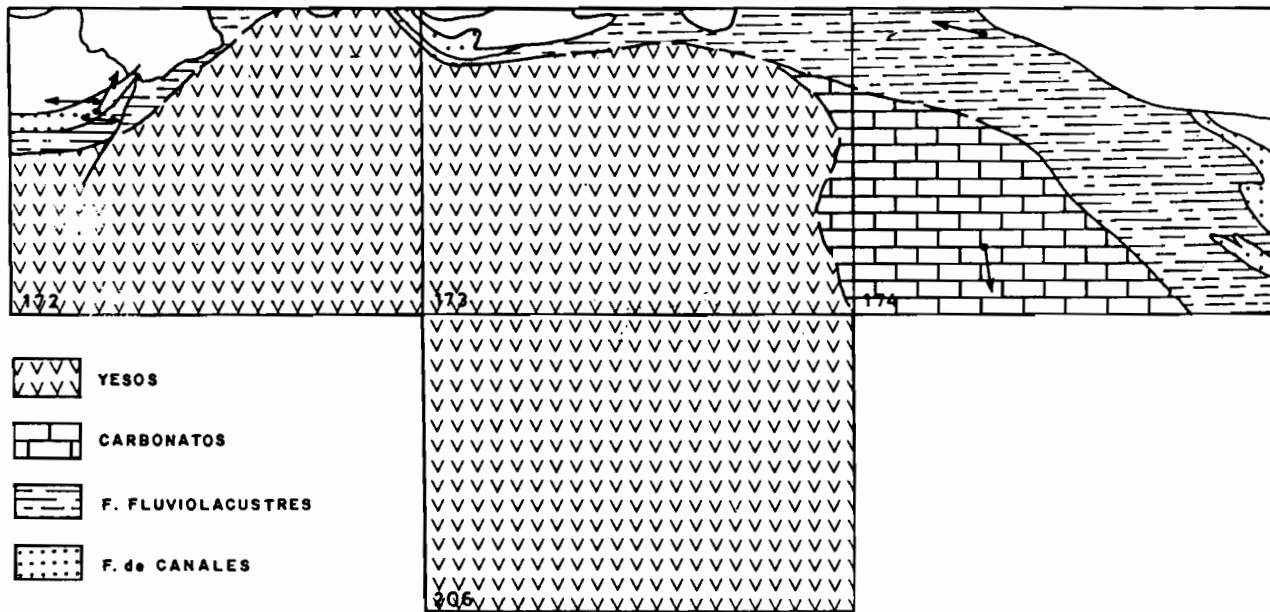


Fig. 3.— distribución de las facies durante la 2^a UTS.

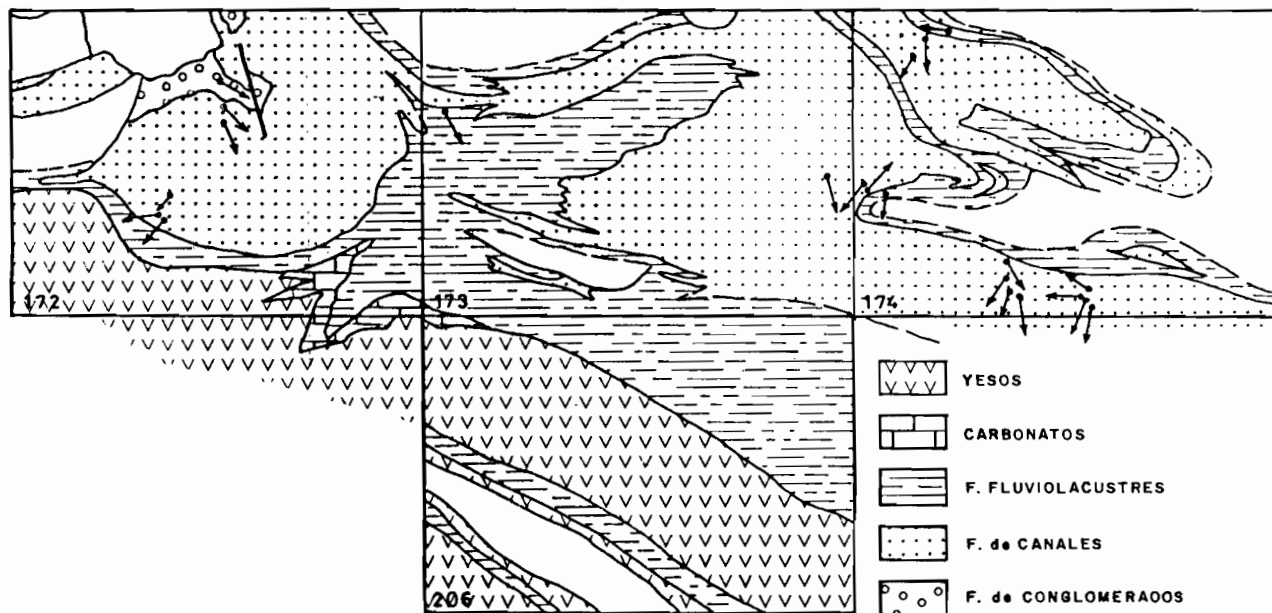


Fig. 4.— Distribución de las facies durante la 3ª UTS

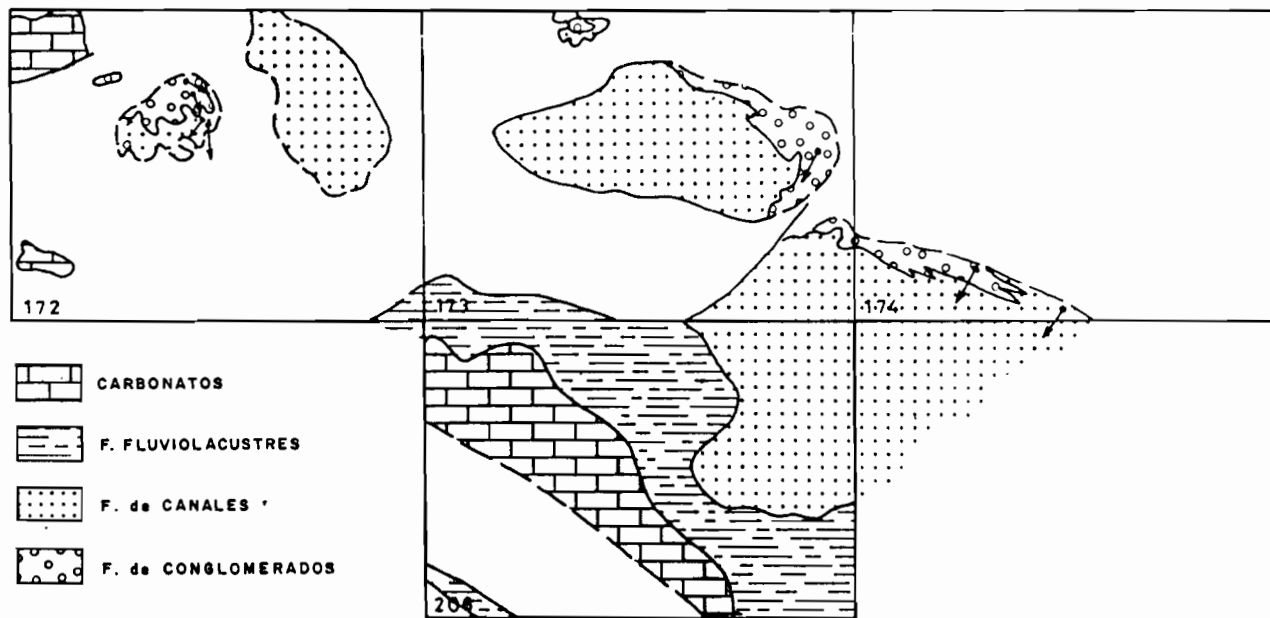


Fig. 5.— Distribución de las facies durante la 4ª UTS.

vez más potentes, las capas de areniscas, siendo gradual el paso a la unidad suprayacente (13). En la columna de Javier (04) esta unidad tiene una potencia de 100 m sin que sea visible la base.

Las estructuras más frecuentes son *ripples* de oscilación, costras ferruginosas y moldes de sal. Son abundantes los pequeños restos vegetales. Estos materiales corresponden a un ambiente de laguna costera, que ocuparía esta zona y que posiblemente estaría relacionado de algún modo con el mar abierto (situado al N y NO). Así, en la hoja de Aoiz (142) los tramos equivalentes son de origen marino (PUIGDEFABREGAS, 1972).

1.2.1.2 *Areniscas y margas. (Areniscas de Liédena). (13). Priaboniense — Headoniense*

Afloran a lo largo de una franja de dirección E-O, que se extiende desde Liédena hasta el borde oriental, continuando en la hoja vecina de Sigües (175). En ésta, en los escarpes existentes al pie de la localidad de Ruesta, se observa cómo se indentan los materiales de esta unidad con los de la infrayacente (12).

En la columna de Javier (04) está constituida por 300 m en los que alternan capas de areniscas y margas grises y rosadas.

Las areniscas se disponen unas veces en capas de 5 a 30 cm de potencia, suelen ser de grano fino, y presentan abundantes estructuras como laminación paralela, *ripples* de oleaje (en ocasiones truncados), *lensen*, estructuras de escape de agua, *parting-lineation*, etc. En ocasiones se agrupan formando secuencias granodecrecientes formadas en la base por un cuerpo arenoso con huellas de corrientes en la superficie inferior, y laminación convoluta por escape de fluidos y *ripples* o laminación paralela, en el resto de la capa. El techo de la secuencia la forma un tramo margoso en el que en ocasiones se observa laminación paralela.

Otras veces los bancos alcanzan hasta 2 m de potencia. Están formados por areniscas de grano medío, a veces de aspecto masivo y otras con estructuras de alta energía, como estratificaciones cruzadas en surco y planar, con cantos blandos en la base de las capas, *ripples* tanto de oscilación como de corriente en la parte superior de la capa. Localmente se encuentran huellas de aves, moldes de cristales de sal así como *mud-craks*.

En la parte inferior de la unidad predominan las secuencias de tipo turbidítico, mientras que en la parte superior predominan las secuencias fluviales.

Las areniscas estudiadas son litarenitas, de granos subangulosos a subangulosos-subredondeados de clastos silíceos y carbonatados, estos últimos en mayor proporción, con textura de esqueleto densa, con contactos

tangenciales y apretados y marcada orientación paralela de los granos, cementados por carbonatos más o menos sucios e impregnados de OxFe , haciéndose difícil la distinción cuantitativa entre cemento y clastos. Por el grado de compacidad del esqueleto se estima que la proporción de cemento varía entre 20 y 30% del total de la roca. El porcentaje de siliciclastos se distribuye en: 20-30% de cuarzo, 0-5% de feldespato, 5-10% de clastos de sílex, 0-10% de fragmentos de cuarcitas, esquistos y pizarras, y 0-10% de granos ferruginosos. Los clastos carbonáticos corresponden a fragmentos de calizas y fragmentos de bioclastos. Su porcentaje varía entre el 25 y 50% del total de la roca.

No se observa una variación significativa respecto a la composición de las areniscas de otras unidades litológicas.

1.2.2 Headoniense - Sueviense - Arverniense. Unidades litológicas de la 2ª U. T.S.

Como puede observarse en la fig. 3, durante la 2ª U.T.S. se estarían depositando en la mitad nororiental de la hoja de Sangüesa, los materiales de origen fluvial (14) y fluviolacustre (15), mientras que en la mitad suroccidental se depositarían las facies carbonatadas (16). Las unidades evaporíticas (U. Yesos de Desojo) estarían representadas en las hojas de Allo (172), Tafalla (175) y Peralta (206).

Han sido estudiadas con detalle en las columnas de Javier (04), Gallipienzo (02), Eslava (08) y Sabaiza (01).

1.2.2.1 Areniscas con pasadas margosas. (14). Headoniense-Sueviense. Margas, limos y areniscas (15). Headoniense-Arverniense

En la zona de Javier estas dos unidades constituyen una alternancia de tramos con predominio de capas de areniscas (unidad 14) y tramos con predominio de margas (unidad 15), que se indentan unos con otros repetidas veces. En general las facies arenosas predominan hacia el E y las margosas hacia el O.

Estos materiales se encuentran fuertemente plegados formando las estructuras de Undués-Pintano (hoja de Sigües 175). Hacia el Oeste, en la zona de Aibar-Sangüesa-Liédena, estas estructuras están fosilizadas discordantemente por las unidades de la 3ª U.T.S.

En la columna de Javier ambas unidades suman una potencia de unos 1.250 m.

Los materiales de la unidad (14) son principalmente las areniscas, que alternan con limos margosos y margas de tonos rojizos, amarillentos y grises, y localmente limos carbonatados grises.

Las areniscas son generalmente de grano medio a grueso, a veces con pequeñas gravillas, en la base de los canales. Las capas de menor potencia presentan laminaciones debidas a *ripples*, rara vez laminación paralela. Suelen estar bioturbadas, de moderada a elevada, habiendo borrado en ocasiones las estructuras primarias. Las capas de mayor potencia llegan a veces a alcanzar 7 m de potencia, por amalgamación de canales, aunque las más frecuentes oscilan entre 1 y 3 m.

Estos materiales se disponen formando secuencias granodecipientes (*fining-upwards*) de unos 10 a 30 m de potencia formados en la base por un cuerpo arenoso, con la base canalizada y estructuras de barras y canales superficie de acreción lateral, *ripples*, etc. Suelen estar bioturbados y son frecuentes las inclusiones de cantos blandos y restos vegetales. El techo de las secuencias está formado por un tramo de limos y margas con huellas de raíces en posición de vida. Algunas terminan en un tramo carbonatado por lo general muy bioturbado.

Estos materiales se describen como depósitos de meandros producidos por canales no muy profundos. Representan el paso de unos depósitos formados en un ambiente fluvial de gran energía, con cursos de agua anastomados y regímenes de *sheet-flood*, con presencia de abanicos aluviales, a unos depósitos de régimen fluvial meandriforme de energía decreciente.

La unidad (15) está formada por margas grises y violáceas, con capas centimétricas de areniscas, limos carbonatados y calizas grises. Estas últimas más abundantes cuanto más al Oeste. Así, en la columna de Sabaiza 01, donde esta unidad alcanza unos 600 m, los tramos carbonatados son más frecuentes y potentes, del orden de 1 m.

Las areniscas suelen presentar laminación paralela y *ripples* de corriente, siendo la bioturbación de moderada a elevada, siendo ésta más frecuente en la parte superior de la unidad. También se encuentran en estos materiales costras y huellas de retracción (*mud-cracks*).

Las características sedimentarias mencionadas indican para estas zonas distales y de llanura lutítica, el predominio de la deposición de lutitas, a menudo como resultado de inundaciones generalizadas originadas por fenómenos de arroyada en manto (*sheet-floods*), aunque coexistiendo con esporádicos flujos canalizados. En estas zonas se formarían esporádicamente charcas efímeras con depósitos de carbonatos. Estas zonas conectarían lateralmente con áreas lacustres situadas más al interior.

Las areniscas estudiadas son literanitas, de granos subangulosos a subangulosos-subredondeados de clastos silíceos y carbonatados, estos últimos en mayor proporción, con textura de esqueleto denso, con contactos tangenciales y apretados y marcada orientación paralela de los granos, cementados

por carbonatos más o menos sucios e impregnados de $OxFe$, haciéndose difícil la distinción cuantitativa entre cemento y clastos. Por el grado de compacidad del esqueleto se estima que la proporción de cemento varía entre 20 y 30% del total de la roca. El porcentaje de siliciclastos se distribuye en: 20-30% de cuarzo, 0-5% de feldespato, 5-10% de clastos de sílex, 0-10% de fragmentos de cuarcitas, esquistos y pizarras, y 0-10% de granos ferruginosos. Los clastos carbonáticos corresponden a fragmentos de calizas y fragmentos de bioclastos. Su porcentaje varía entre el 25 y 50% del total de la roca.

No se observa una variación significativa respecto a la composición de las areniscas de otras unidades litológicas.

1.2.2.2 *Margas con niveles de calizas. (U. de Eslava). (16). Sueviense-Arverniense*

Esta unidad procede por cambio lateral de facies de las unidades (14) y (15).

Ha sido reconocida con detalle en las columnas de Gallipienzo —02 y de Eslava —08. En la primera alcanza una potencia de 1.100 m y está constituida por margas de tonalidades grises, rojizas y amarillentas con capas centimétricas de limos carbonatados y de 30 a 50 cm de calizas blanquecinas, generalmente bioturbadas. Hay intercalaciones de capas finas de areniscas de grano fino, con estructuras de *ripples* y laminación paralela, y a veces rellenando pequeños canales de base erosiva.

En la zona de Eslava esta unidad contiene nivelillos de yeso secundario.

Del conjunto de caracteres sedimentológicos se puede deducir que esta unidad se depositó en un ambiente lacustre somero, con influencias detríticas.

Muestras recogidas en esta unidad para micromamíferos han proporcionado dos molares que se han clasificado como *Issiodoromys* sp. (GERVAIS) y *Eucricetodon atavus* (MISONNI).

1.2.3 **Arverniense-Ageniense. Unidades litológicas de la 3ª U.T.S.**

La distribución regional de las unidades de la 3ª U.T.S. están representadas en la Fig. 4. Las facies detríticas se extienden por la mayor parte de la superficie de las hojas de Allo (172), Tafalla (173) y Sangüesa (174), mientras que las facies lacustres se distribuyen por la zona Sur de la hoja de Allo y por la mayor parte de la de Peralta (206). Estas últimas no están representadas en la hoja de Sangüesa, por el contrario las facies detríticas tienen un gran desarrollo.

En la Fig. 6 se ha representado las variaciones de potencia de la suma de espesores de las distintas unidades detríticas de la 3ª U.T.S. No se ha podido hacer individualizadamente para cada unidad debido a los cambios de facies que existen entre unas y otras. En esta figura se observa que el depocentro está situado en la mitad occidental de la hoja de Sangüesa, con 3.400 m de potencia, disminuyendo paulatinamente hacia el SO a la vez que son sustituidas por las unidades lacustres del mismo período considerado (U. de Los Arcos, U. de Lerín, etc.) que no afloran en la hoja.

1.2.3.1 *Areniscas, limos y arcillas (Areniscas de Rocaforte). (17). Arverniense*

Constituyen el primer episodio detrítico de la 3ª U.T.S. en la hoja de Sangüesa. Afloran en la zona Norte de Aibar donde forman los relieves de la Sierra de Izco, y por la zona de Sangüesa donde se acuñan repetidas veces dentro de la unidad (18) a la que pasan, en sentido SO, por cambio lateral de facies.

Ha sido reconocido en las columnas de Javier -04 y Sabaiza -01, con potencia de 700 m en la primera y en dos tramos de 400 y 900 m respectivamente en la de Sabaiza. Esta unidad pierde potencia rápidamente hacia el Sur, de manera que en la columna de Gallipienzo no aflora, siendo sustituida totalmente por la unidad de Sangüesa (18) de características fluvio-lacustres.

En la columna de Sabaiza el tramo inferior de 400 m de potencia está constituido por una alternancia de areniscas, limos y arcillas, de colores amarillentos y localmente rojizos. Las areniscas son de grano medio y fino, generalmente bioturbadas, distribuidas en capas o bien de forma canalizada, de 1 a 1,5 m de potencia, con estructuras de acreción lateral, y a techo *ripples* normalmente linguoides, o bien en capas de menor potencia y tamaño de grano también menor, que suelen presentar laminación de *ripples* y bioturbación moderada.

Estos materiales se interpretan como sedimentos depositados por corrientes divagantes que invaden una llanura lutítica.

El tramo superior de esta unidad en la columna de Sabaiza tiene una potencia de 900 m, y presenta unas características litológicas semejantes a las que presenta el tramo de la columna de Javier. Los materiales están formados por areniscas y limos en igual proporción. Las primeras son de grano grueso a muy grueso, mal seleccionados, a veces microconglomeráticas. Las capas cuyo espesor alcanza en ocasiones los 5 m (por amalgamación de canales), tienen una extensión lateral muy grande, dando un aspecto tabular a las mismas.

Las estructuras sedimentarias más frecuentes son: bases erosivas, cantos

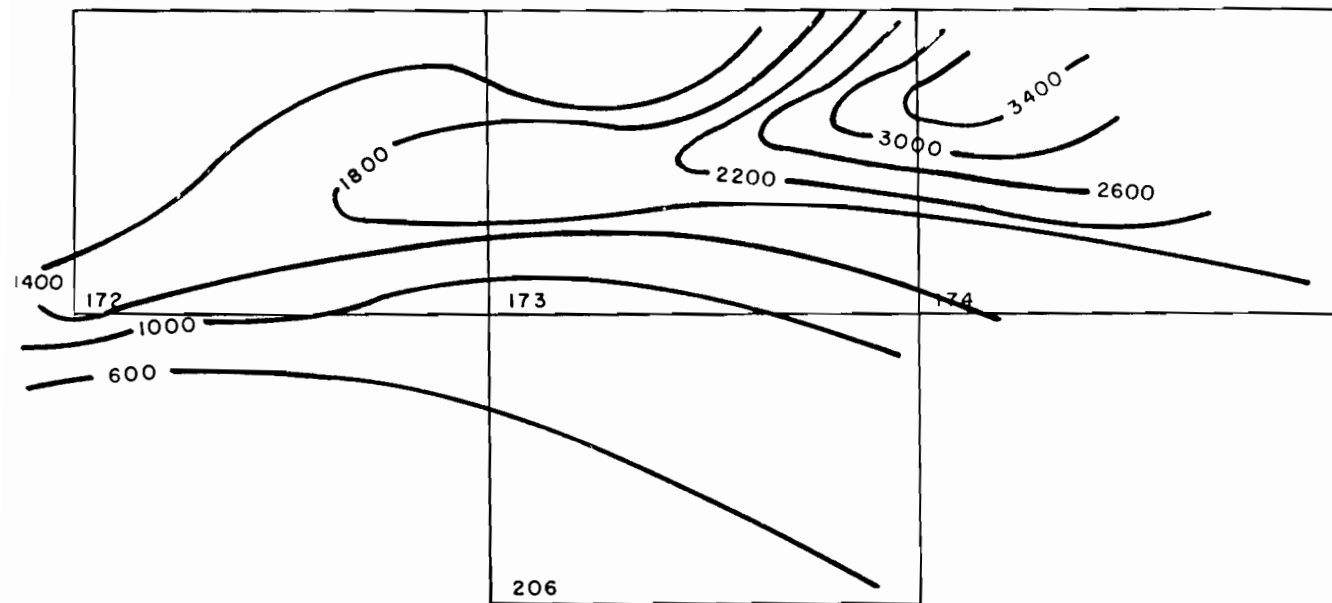


Fig. 6.— Mapa de isopacas de las unidades detríticas de la 3ª UTS (U. Rocaforte+ U. de Sangüesa+ U. de Leoz + U. de Allo+ U. de Larraga).

blandos dispersos en la masa arenosa o concentrados en la base del canal, estratificaciones cruzadas en surco y planar, *ripples*, por lo general linguoides y bioturbación de moderada a intensa. En los niveles fangosos, a veces se conservan las huellas de raíces en posición de vida. Los niveles arenosos de grano fino, suelen presentar laminación y *ripples*, con bioturbación de baja a moderada.

Estos materiales definen secuencias granodecrecientes (*fining-upward*), de unos 8 a 15 m de potencia, aunque generalmente se encuentran incompletas, constituidas por un cuerpo arenoso que presenta la base erosiva y estructuras tractivas de alta energía, por encima un nivel de potencia variable con laminación cruzada debido a *ripples* o paralela, y a techo de la secuencia un tramo fangoso.

Las características expuestas indican que la sedimentación se produciría por flujos acuosos canalizados, con fases erosivas debidas a episodios tractivos distintos y que producen el amalgamiento de canales, alternando con coladas de fango esporádicas.

Las areniscas estudiadas son litarenitas, de granos subangulosos a subangulosos-subredondeados de clastos silíceos y carbonatados, estos últimos en mayor proporción, con textura de esqueleto densa, con contactos tangenciales y apretados y marcada orientación paralela de los granos, cementados por carbonatos más o menos sucios e impregnados de OxFe , haciéndose difícil la distinción cuantitativa entre cemento y clastos. Por el grado de compacidad del esqueleto se estima que la proporción de cemento varía entre 20 y 30% del total de la roca. El porcentaje de siliciclastos se distribuye en: 20-30% de cuarzo, 0-5% de feldespatos, 5-10% de clastos de sílex, 0-10% de fragmentos de cuarcitas, esquistos y pizarras, y 0-10% de granos ferruginosos. Los clastos carbonáticos corresponden a fragmentos de calizas y fragmentos de bioclastos. Su porcentaje varía entre el 25 y 50% del total de la roca.

No se observa una variación significativa respecto a la composición de las areniscas de otras unidades litológicas.

1.2.3.2 *Margas, limos y areniscas. (U. de Sangüesa). (18). Arverniense*

La unidad de Sangüesa constituye en esta hoja una cuña de materiales predominantemente margosos que se indentan con las facies detríticas de la unidad (17). Regionalmente es equivalente a la U. de Larraga, aunque esta última esté estratigráficamente por encima.

Se ha reconocido en las columnas de Sabaiza —01, Zabalza —06, Lerga-Olleta —07, Gallipienzo —02, Cáseda —03 y Navardún —05.

Está constituida por margas y arcillas grises y amarillentas, localmente

con tonos rojizos y violáceos con intercalaciones centrimétricas de areniscas y niveles de calizas y calizas arenosas.

Las potencias varían desde 425 m en la zona norte (columna de Sabaiza) a 600 m en la zona sur (columna de Cáseda y Navardún). También en este mismo sentido se aprecian variaciones litológicas en esta unidad. Así, mientras en la zona Norte se intercalan algunos canales, en la zona Sur estos son escasos o no existen, a la vez que se hacen más frecuentes los niveles carbonatados.

Las areniscas suelen ser de grano fino o muy fino en capas de 20 a 50 cm, con estructura interna de *ripples* o laminación paralela, generalmente presentan bioturbación de moderado a intensa. Las capas de mayor potencia, casi siempre inferiores a 1 m suelen presentar las bases ligeramente erosivas, y a veces esto no es visible a escala de afloramiento donde aparentan ser capas tabulares de arenisca.

Las características sedimentológicas mencionadas indican, para estas zonas distales y de llanura lutítica, el predominio de la deposición de lutitas, a menudo como resultado de inundaciones generalizadas originadas por fenómenos de arroyada en manto (*sheet floods*), aunque coexistiendo con esporádicos flujos canalizados. En estas zonas se formarían esporádicamente charcas efímeras con depósito de carbonatos. Estas zonas conectarían lateralmente con áreas lacustres situadas más al interior de la fosa.

1.2.3.3 *Margas y areniscas (U. de Leoz). (19). Arverniense-Ageniense*

La unidad de Leoz constituye en las zonas Oeste y Sur de la hoja, el tránsito entre las unidades (18) y (20), con las cuales se indenta y comparte ciertos aspectos litológicos. Por ello las potencias medidas en cada zona son muy variables.

Ha sido estudiada con detalle en las mismas columnas mencionadas en el apartado anterior, con espesores que oscilan entre los 500 m en la zona norte (columna de Sabaiza) y 1.000 m en la zona sur (columna de Navardún).

Está constituida por una alternancia de areniscas y margas amarillentas y rojizas, siendo característico el progresivo aumento de la fracción arenosa hacia el techo de la unidad. Las areniscas, por lo general de grano medio a excepción de los afloramientos situados en la zona Norte donde son de grano grueso, a veces microconglomeráticas, se distribuyen en canales de 1 a 3 m de potencia y con una extensión lateral decamétrica.

Forman secuencias granodecipientes (*fining-upward*) de unos 7 a 12 m de potencia, formadas en la base por un cuerpo arenoso, que presenta la base erosiva y estructuras tractivas. Hacia el techo del banco arenoso, el

tamaño del grano se hace menor y predominan las laminaciones cruzadas de pequeña escala y la laminación paralela. Encima se sitúa un tramo margoso, que puede finalizar en un nivel carbonatado, que se interpreta como de origen edáfico.

El ambiente de depósito de este conjunto corresponde a medios fluviales relacionados con abanicos aluviales, abarcando desde sistemas *braided* en la zona Norte hasta cursos meandriformes en la zona Sur.

Las areniscas estudiadas son litarenitas, de granos subangulosos a subangulosos-subredondeados de clastos silíceos y carbonatados, estos últimos en mayor proporción, con textura de esqueleto densa, con contactos tangenciales y apretados y marcada orientación paralela de los granos, cementados por carbonatos más o menos sucios e impregnados de OxFe , haciéndose difícil la distinción cuantitativa entre cemento y clastos. Por el grado de compacidad del esqueleto se estima que la proporción de cemento varía entre 20 y 30% del total de la roca. El porcentaje de siliciclastos se distribuye en: 20-30% de cuarzo, 0-5% de feldespatos, 5-10% de clastos de sílex, 0-10% de fragmentos de cuarcitas, esquistos y pizarras, y 0-10% de granos ferruginosos. Los clastos carbonáticos corresponden a fragmentos de calizas y fragmentos de bioclastos. Su porcentaje varía entre el 25 y el 50% del total de la roca.

No se observa una variación significativa respecto a la composición de las areniscas de otras unidades litológicas.

1.2.3.4 Areniscas, limos y arcillas (U. de Allo). (20). *Arverniense-Ageniense*

La unidad de Allo aflora en la zona Oeste de la hoja, donde rellena el sinclinal de Lerga-Olleta, y en la zona Sur según una franja que se extiende desde Lerga hasta Sos del Rey Católico, constituyendo la vertiente septentrional de la Sierra de S. Pedro.

Se ha reconocido con cierto detalle en las columnas de Sabaiza —01, Lerga-Olleta —07, Gallipienzo — 02, Cáseda — 03 y Navardún — 05, donde aflora con potencias que oscilan entre los 400 y 600 m.

Está constituida por una alternancia de areniscas, limos y arcillas de tonos amarillentos y rojizos. Las areniscas se disponen en capas de hasta 5 m de potencia de aspecto externo tabular con continuidad lateral hectométrica. En detalle estas capas están formadas por la incisión de varios canales amalgamados procedentes de varias fases erosivas, y que presentan individualmente estructuras tractivas del tipo de estratificaciones cruzadas de surco y planar, con cantos blandos dispersos en la masa arenosa y a veces concentrados en la base de los canales, y *ripples* en el techo de los bancos arenosos. En estas secuencias el tramo lutítico superior suele faltar por

erosión. Las areniscas suelen ser de grano grueso, a veces microconglomeráticas, aunque también se presentan areniscas de grano fino en capas decimétricas con estructura interna de *ripples* y con bioturbación de baja a moderada.

Las características expuestas indican que la sedimentación se produciría por flujos acuosos canalizados, con fases erosivas debidas a episodios tractivos distintos y que producen el amalgamiento de canales, alternando con coladas de fango esporádicas.

Las areniscas estudiadas son litarenitas de granos subangulosos a subangulosos-subredondeados de clastos silíceos y carbonatados, estos últimos en mayor proporción, con textura de esqueleto denso, con contactos tangenciales y apretados y marcada orientación paralela de los granos, cementados por carbonatos más o menos sucios e impregnados de OxFe , haciéndose difícil la distinción cuantitativa entre cemento y clastos. Por el grado de compacidad del esqueleto se estima que la proporción de cemento varía entre 20 y 30% del total de la roca. El porcentaje de siliciclastos se distribuye en: 20-30% de cuarzo, 0-5% de feldespato, 5-10% de clastos de sílex, 0-10% de fragmentos de cuarcitas, esquistos y pizarras, y 0-10% de granos ferruginosos. Los clastos carbonáticos corresponden a fragmentos de calizas y fragmentos de bioclastos. Su porcentaje varía entre el 25 y 50% del total de la roca.

No se observa una variación significativa respecto a la composición de las areniscas de otras unidades litológicas.

1.2.4 Orleaniense-Astaraciense. Unidades litológicas de la 4ª U.T.S.

La distribución regional de las unidades de la 4ª U.T.S. está representada en la Fig. 5. En la hoja de Sangüesa están representadas solamente las facies conglomeráticas (U. de Gallipienzo) y de canales (U. de Artajona y U. de Ujué) quedando las unidades fluviolacustres y lacustres restringidas al sector suroccidental de las hojas de Peralta (206) y Allo (172).

Debido a que estas unidades detríticas presentan frecuentes cambios laterales de facies entre ellas, así como por la escasa entidad de alguna de ellas, no ha sido posible la representación aislada, en un mapa de isopacas. En la Fig. 7 se ha representado las variaciones de espesores del conjunto de las unidades detríticas de la 4ª U.T.S. En ella se observa cómo se produce una disminución de potencias en sentido SO, que coincide con un aumento de espesores de las unidades de centro de cuenca, durante el mismo período considerado.

Es importante destacar los estudios regionales y de detalle realizados

por PUIGDEFABREGAS (1973 y 1975) en las facies detríticas de este grupo.

1.2.4.1 Conglomerados y areniscas (U. de Gallipienzo) (21). Orleaniense

Esta unidad aflora en la esquina SO de la hoja, donde forma una franja alargada de dirección NO-SE, que se extiende desde el Pico del Chucho Alto hasta el SE de Gallipienzo donde desaparecen por acuñamiento, pasando lateralmente a la unidad de Artajona (22).

Ha sido estudiada en la columna de Gallipienzo -02, en el cortado que el río Aragón produce en los paquetes conglomeráticos. Allí puede observarse con cierta perspectiva el abanico de capas que conforman una discordancia progresiva.

Está constituida por 400 m de conglomerados como litología dominante, alternando con capas de arenisca y limolitas rojas. Los conglomerados son masivos, aunque localmente se observan estratificaciones cruzadas de gran escala y cicatrices erosivas, que a menudo corresponden a varios niveles menores amalgamados. Están formados por cantos de hasta 25 cm de diámetro máximo, heterométricos, redondeados y de composición dominante caliza y arenisca. Aunque algunos niveles presentan bases erosivas netas, rara vez se observan canales muy excavados. Las areniscas por lo general de grano grueso y microconglomeráticas, presentan estructuras de estratificación cruzada de surco y planar, y laminación paralela. En la parte superior del tramo es frecuente la bioturbación, de baja a moderada, y localmente caliches.

Estos materiales se distribuyen en secuencias cuyo orden de potencias oscilan entre 6 y 25 m. Estas secuencias, en la parte baja de la unidad son granocrecientes, mientras que las de la parte superior son granodecrecientes.

Las características expuestas indican que estos depósitos de abanicos se originaron por procesos de corrientes tractivas acuosas, coladas de derrubios (*debris flow*) y coladas de fango (*mud-flow*). La parte superior de la unidad se depositó probablemente bajo la influencia de corrientes canalizadas tipo *braided*.

1.2.4.2 Limos y arcillas con areniscas (U. de Artajona). (22). Orleaniense

Esta unidad aflora en el borde SO de la hoja en la zona comprendida al E de Ujué y Gallipienzo.

En parte se apoya sobre la unidad de Gallipienzo (21) y en parte procede de ella por cambio lateral de facies.

La potencia medida en esta unidad en la columna de Gallipienzo -02 es de unos 550 m. Está constituida en general por limos y arcillas de tonos

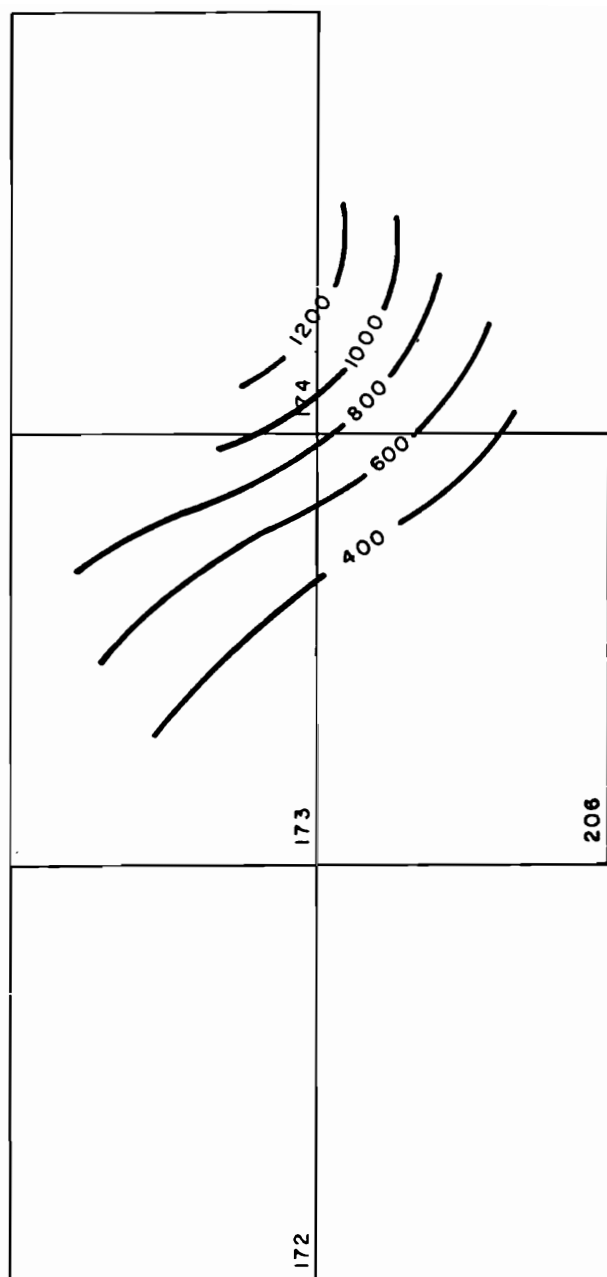


Fig. 7.— Mapa de isopacas de las unidades detríticas de la 4ª UTS (U. de Gallipienzo + U. de Artajona + U. de Ujue).

pardos y amarillentos, con algunas intercalaciones de capas de arenisca. No obstante, se observa dentro de la unidad cierta variación en la vertical de la composición litológica, así, en la zona al Sur de Cáseda los tramos inferiores que proceden por cambio lateral de facies de los conglomerados de Gallipienzo, presentan unas areniscas de grano grueso a microconglomeráticas, dispuestas en capas de hasta 6 m de potencia, con base erosiva muy acusada, y estratificaciones cruzadas de surco y planar. Por el contrario hacia el techo disminuyen tanto la potencia como la extensión lateral de las capas de areniscas, a la vez que el tamaño de grano se hace menor y en los fangos se hacen frecuentes las huellas de bioturbación debida a raíces, que conservan la posición de vida.

Los materiales del tramo superior se describen como depósitos de meandros producidos por canales poco profundos. Representan el paso de unos depósitos formados en un ambiente fluvial de gran energía, con cursos de agua anastomados y regímenes de *sheet flood*, con presencia de abanicos aluviales, a unos depósitos de régimen fluvial meandriforme de energía decreciente, donde predominan los sedimentos de llanura aluvial.

1.2.4.3 *Limos con canales de arenisca. (U. de Ujué). (23). Orleaniense-Astaraciense (Aragoniense)*

Esta unidad aflora en la esquina SO de la hoja formando parte de los relieves que se extienden entre S. Martín de Unx y Ujué, hojas de Tafalla (173) y Sangüesa, respectivamente.

La parte superior de la unidad se apoya discordantemente sobre los conglomerados de Gallipienzo, mientras que la parte inferior es en parte concordante y en parte discordante sobre la unidad de Artajona (22).

A pesar de que las diferencias litológicas entre ambas unidades, (U. de Artajona y U. de Ujué), es pequeña, se han diferenciado en la cartografía atendiendo a los siguientes criterios:

a) Forma de los canales: los canales de la U. de Artajona son meandri-formes, los de la U. de Ujué son poco sinuosos, excepto los de la parte superior del tramo, y presentan una mayor incisión sobre los materiales subyacentes.

b) Potencia de los canales: la potencia media de los canales de la unidad de Ujué es mayor, del orden de los 2-3 m.

c) La proporción en detríticos del conjunto es mayor en la U. de Ujué.

Está constituida por una alternancia de bancos de arenisca y lutitas de tonos amarillentos y rojizos, formando secuencias *fining upwards*, de 7 a 15 m de potencia.

La parte inferior de la secuencia está formada por areniscas de grano medio a grueso, con cantos blandos en la cicatriz basal. La base es fuertemente erosiva que formaría cauces pronunciados limitados por ribazos estables. La estructura interna en los cuerpos arenosos es la estratificación cruzada planar y en surco. Hacia el techo disminuye el tamaño del grano presentando estructuras de menor energía, *ripples* fundamentalmente.

La parte superior de las secuencias está formada por lutitas originadas por desbordamientos de las zonas adyacentes del canal. Dentro de estos materiales finos a veces se encuentran capas de sedimentos más gruesos llegados a la llanura de inundación por fuertes inundaciones, *crevasses*, etc.

1.2.5 Bioestratigrafía y Cronoestratigrafía del Terciario Continental

La datación y caracterización bioestratigráfica del Terciario continental se ha llevado a cabo mediante el estudio de los oogonios de Carofitas y de los Ostrácodos. También se ha prospectado posibles yacimientos de Micromamíferos, aunque no se han obtenido resultados de gran valor cronoestratigráfico.

En cuanto al estudio y caracterización de los oogonios de Carofitas los resultados no han sido todo lo satisfactorios que sería de desear debido a varios factores, entre los que deben destacarse: facies poco apropiadas para la fosilización y conservación y facies con abundante resedimentación, no sólo del Cretácico superior, Paleoceno y Eoceno marinos, sino del propio Terciario continental. Ambos aspectos han sido más acusados en las unidades cartográficas que se corresponden con sedimentos relativamente proximales de medios fluviales y con frecuentes paleocanales. No olvidemos que las Carofitas suelen encontrarse en las facies de aguas tranquilas (lagos, pantanos) que tienen un fondo cenagoso rico en humus, así como en los medios con corrientes de agua muy lentas, mientras que los medios muy turbulentos (abanicos aluviales, paleocanales, etc.) son desfavorables para su crecimiento y fosilización. En este sentido son mucho más favorables las facies desarrolladas hacia el centro de la cuenca del Ebro (hojas situadas al Sur de la presente) donde se han encontrado asociaciones más ricas en ejemplares y especies. También se desarrollan preferentemente en medios muy someros (desde unos centímetros a unos 10 m), ya que necesitan la luz solar para realizar la fotosíntesis.

Recordemos que debido al carácter no endémico de estos microfósiles, y por tanto no regional, las floras son muy semejantes en casi todo el mundo, lo que ha permitido establecer correlaciones entre Europa occidental y América. Las zonaciones y dataciones que se realizan mediante Carofi-

tas suelen basarse en asociaciones o estadios evolutivos, más que en la presencia de especies características.

Como se ha señalado anteriormente las asociaciones encontradas en esta hoja han resultado muy pobres y en algunas muestras asociadas a los medios fluviales han sido frecuentes los microfósiles resedimentados de distintos niveles mesozoicos y terciarios. Por otra parte, y aunque se han consultado el mayor número de trabajos que ha sido posible sobre sistemática y bioestratigrafía de Carofitas de Europa occidental, ha habido muchas especies que han tenido que ser clasificadas en nomenclatura abierta (con un número), lo que es de esperar que en el futuro pueda precisarse más en su identificación.

Respecto a los Ostrácodos pueden hacerse muchas de las observaciones anteriores en cuanto a frecuencia y resedimentación en relación con los medios definidos en la hoja. Son microfósiles buenos indicadores paleocológicos, en particular de la paleosalinidad y profundidad, que se desarrollan más favorablemente en los medios distales, principalmente en las facies lacustres. Las escalas bioestratigráficas basadas en Ostrácodos del Terciario continental están en general muy mal definidas en toda Europa occidental, lo mismo que la mayor parte de las especies que todavía están por describir, razón por la que se puede considerar a este grupo de microfósiles como inédito o virgen. Muy recientemente se está comenzando a abordar el estudio de los Ostrácodos del Paleógeno y Neógeno continentales de varias cuencas de Europa. Por estas razones, se han determinado en nomenclatura abierta a muchas especies (con una letra).

Para el estudio de los oogonios de Carofitas y Ostrácodos de esta hoja han sido muestreadas las secciones de Sabaiza, Gallipienzo, Javier, Cáseda, Zabalza, Lerga-Olleta-1 y Eslava.

En el cuadro adjunto se da resumidamente las asociaciones de Carofitas y Ostrácodos de las unidades cronoestratigráficas separadas en este sector del Valle del Ebro y las equivalencias adoptadas entre los pisos antiguamente admitidos y las unidades basadas en Mamíferos, actualmente en uso. También figuran en el citado cuadro las zonas de Mamíferos del Neógeno, los yacimientos de Vertebrados conocidos en la cuenca del Ebro y que se sitúan no muy lejanos a esta hoja y las muestras de Micromamíferos que se han prospectado y dado resultados cronoestratigráficos significativos con motivo de la realización de las hojas de Viana, Allo, Tafalla, Sangüesa y Peralta.

En cuanto al contenido en Carofitas y Ostrácodos de las unidades cartográficas del Terciario continental de esta hoja debemos hacer las siguientes observaciones:

La unidad 12, de margas y areniscas de *ripples* contiene en la base,

Cyrogona, cf. *wrighti* (REID y GRAVES) en su techo *Harrisichara turbeculata* (LYELL), *Rhabdochara stockmansii* GRAMB. y *Stephanochara* sp. (chara 9) que caracterizan al Oligoceno inferior. Por situarse sobre el Priabonense marino, se da una edad Priabonense superior-Oligoceno inferior (Headoniense) a esta unidad cartográfica. Se ha estudiado en la sección de Javier y en varias muestras en la zona de Liédena.

Para la unidad 13 (areniscas de Liédena), también estudiada en la sección de Javier y en diferentes muestras en la zona de Liédena, se asigna una edad Oligoceno inferior (Headoniense) por contener *Harrisichara* sp. (chara 9), *Grovesiella* sp. (Chara 10), Chara 11, *Rhabdochara* cf. *stockmansii* GRAMB., *Sphaenochara* sp. (Chara 12), Ostrácodo sp. E. *Eocytheropteron* (Ostrácodo sp. F.) y *Limnocythere* sp. (Ostrácodo sp. H.).

Las unidades 14 y 15 de medio ambiente fluvio lacustre y fluvial meandriforme han sido estudiadas en las secciones de Javier y Sabaiza. Normalmente se presentan cambiando lateralmente entre sí y pasándose de una unidad a otra. En Sabaiza contienen *Nitellopsis* (Tectochara) *meriani* L y N GRAMB. *Harrisichara* sp. *Chara microcera* GRAMB y PAUL, *Psilochara* cf. *acuta* GRAMB y PAUL y *Candona* sp. (Ostrácodo sp. D) que indica una edad Sueviense-Arveniense inferior.

En su parte baja y en la sección de Javier, se ha reconocido *Harrisichara tuberculata* (LYELL), *Rhabdochara stockmansii* GRAMB, *Stephanochara* sp. (Chara 9), *Grovesiella* sp. (Chara 10), Chara 11, *Sphaerochara* sp. (Chara 12) que indica una edad Headoniense. El resto de la serie de Javier, que se presenta como interdigitaciones de las unidades 14 y 15 contiene una asociación de Carofitas y Ostrácodos típica del Sueviense.

La unidad 16 (unidad de Eslava) es fluvio-lacustre en Gallipienzo y Eslava conteniendo *Chara microcera* GRAMB y PAUL, *Psilochara acuta* GRAMB. y PAUL, *Rhabdochara major* GRAMB. y PAUL, *Candona* sp. (Ostrácodo sp. D) Ostrácodo sp. G, *Eocytheropteron* (Ostrácodo sp. F), *Ilyocypris boehli* TRIEBEL. Su edad es, por la asociación de Carofitas Arveniense inferior (Stampiense). De esta edad y a esta unidad corresponde la muestra de micromamíferos AM-9.502 que ha proporcionado *Issiodoromys* sp. GERVAIS y *Eucricetodon atarus* MISONNE.

La unidad 17 en Javier, es típica de un medio fluvial anastomosado (areniscas de Rocaforte) y contiene *Rhabdochara* cf. *major* GRAMB y PAUL, *Psilochara acuta* GRAMB y PAUL y *Sphaerochara hirmeri longiuscula* GRAMB y PAUL que caracteriza al Arveniense.

Las unidades 17 y 18 alternan en la sección de Sabaiza, careciendo de Carofitas y de Ostrácodos. Estas mismas unidades en Zabalza-1 son muy pobres en fósiles, con la mayoría de las muestras azoicas. Se ha reconocido

solamente *Ostrácodo* sp. G y *Nitellopsis* (*Tectochara*) *meriani* L y N. GRAMB. También carece de fósiles la unidad 18 en Lerga — Olleta — 1.

Ha resultado algo más fosilífera en Gallipienzo donde se ha reconocido *Nitellopsis* (*Tectochara*) *meriani* L. y N. GRAMB, *Ranzieniella* *nítida* GRAMB, *Psilochara* sp., *Sphaerochara* sp., *Ostrácodo* sp. G y Gasterópodos (*Planorbis*), que caracteriza al Oligoceno superior (Arverniense).

La unidad 19 (unidad de Leoz), en las secciones de Zabalza-1 y Lerga-Olleta — 1 es muy pobre en fósiles, tratándose de sedimentos fluviales, con frecuentes microfósiles resedimentados. Sólo en alguna muestra, y con carácter excepcional se ha reconocido *Chara microcera* GRAMB y PAUL, *Chara notata* GRAMB y PAUL, *Rhabdochara major* GRAMB y PAUL y *Candona* aff. *chassei* DICK y SWAIN que indican una edad Oligoceno superior (Arverniense). En Sabaiza, donde casi todas las muestras son azoicas o contienen fósiles resedimentados, se ha identificado *Chara* cf. *cylindrica* MADLER.

Tanto la unidad 19 como la 20 carecen de microfósiles en Gallipienzo, por tratarse de depósitos fluviales, en los que hay fósiles resedimentados. Lo mismo sucede con la unidad 20 de Sabaiza y Lerga-Olleta.

Las unidades 21 (conglomerados de Gallipienzo), 22 (unidad de Artajona), y 23 (unidad Ujué) prácticamente son azoicas, (suelen tener microfósiles resedimentados) lo que nada tiene de particular, habida cuenta del medio de depósito (de abanico aluvial a fluvial anastomosado o meandriforme). Sólo se ha reconocido, en la parte superior de la unidad 22 y en la 23, *Chara* 3 y *Candona* aff. *chassei* DICK y SWAIN. Su asignación al Orleaniense y Astaraciense se ha hecho por criterios cartográficos.

1.2.6 Cuaternario

1.2.6.1 Gravas y arenas (Terrazas). (24), (25) y (26). Pleistoceno

En la hoja de Sangüesa se han desarrollado importantes depósitos de terrazas ligados a la red fluvial de los ríos Irati, Salazar, Aragón y Onsella, donde ocupan zonas de gran extensión y a veces potencia.

En la cartografía se han distinguido los tres niveles de terraza más importantes situados respectivamente a 8-10 m, 18-22 m y 34-38 m.

Los depósitos situados sobre los tramos margosos del Oligoceno alcanzan anchuras kilométricas, mientras que los de los ríos Irati y Salazar forman pequeños retazos desconectados unos de otros.

Están constituidas por gravas heterométricas empastadas en una matriz limo-arenosa, con lentejones de arena de grano medio.

ENSAJO DE SUBDIVISION CRONOESTRATIGRAFICA POR ASOCIACIONES DE CAROFITAS Y OSTRACODOS EN EL TERCIARIO CONTINENTAL DE NAVARRA

CRONOESTRATIGRAFIA				CAROFITAS	OSTRACODOS	YACIMIENTOS VERTEBRADOS Y MICROMAMIFEROS	
PISOS	UNIDADES DE MAMIFEROS	ZONAS DE MEIN					
MIOCENO	PONTIENSE	TUROLIENSE		MN 12 MN 11 MN 10 MN 9			
	VINDOBON. SUP	VALLESIENSE					
	VINDOBON. INF	ASTARACIENSE	SUPERIOR	MN 8	Chara notata GRAMB y PAUL Chara mollissima STRAUB Nitellopsis (Tectochara) meriani L y M GRAMB (Chara 13) Rhabdochara sp	"Cypris" curvata (LIENENK) (-C. ophthalmica (JURINE) Candona recta LIENENK (-C. neglecta SARS) Limnocythere aff. inopinata (BAIRO) Gypridites torosa (JONES) Ilyocypris gibba (RAMDOHR)	MONTEAGUDO Ceratorhinus sansaniensis LARTET Ceratorhinus sp. Anchirodon aurelianense CUV. Lustridodon splendens major ROMAN. Palaeorhynchus kaupii MEYER Mastodon angustidens CUVIER
				MN 7			
				MN 6			
	BURDIGALIENSE	ORLEANIENSE	MEDIO	MN 5	Chara notata GRAMB y PAUL Chara cf. brongniartii (BRAUN) (Chara 4) (en parte inf.) Nitellopsis (Tectochara) meriani L y N GRAMB (Chara 13) Chara 7	Candona cf. praecox STRAUB Cypridopsis kinkelini LIENENK Candona aff. chassai DICK y SWAIN Eikocythereis sp. (Ostracodo sp. I) Cypridites aff. miocenica (LIENENK) Candona exigua STRAUB	TUDELA II (Brachydontes onoides DEPERET (Dicerorhinus tagicus ROMAN Crocodilodon)
				MN 4b			
				MN 4a	Gyrogonia cf. medicaginis LAM. (Chara 5) Chara tenuitacta STRAUB (Chara 8) Sphaerochara cf. ulmensis (STRAUB) Rhabdochara sp.		
				MN 3b			
				MN 2a			
	AQUITANIENSE	AGENIENSE	INF.	MN 2b	Nitellopsis (Tectochara) meriani L y N GRAMB (Chara 13) Chara cf. cylindrica NADLER Chara cf. brongniartii BRAUN (Chara 4) Chara notata GRAMB y PAUL Chara microcera GRAMB y PAUL (Chara 1) (en parte inf.) Gyrogonia cf. medicaginis LAM. (Chara 5) Ranzienella nitida GRAMB	Candona cf. praecox STRAUB (en parte superior) Haplopytheridea aff. helvetica (LIENENK) Limnocythere cf. pterogonvtrata DICK y SWAIN Candona aff. chassai DICK y SWAIN (en parte sup.) Eikocythereis sp. (Ostracodo sp. I) Ostracodo sp. 6 Darwinula aff. stevensoni (BRADY y ROBERTSON)	TUDELA I (Palaeochoerus meiseni MEYER)
				MN 2a			
OLIGOCENO	CHATTIENSE	ARVERNIENSE		MN 1	Chara 3 Chara 7 (en parte superior) Rhabdochara praelangeri CASTEL (en parte inferior) Rhabdochara langeri (ETTINGS.) MADLER		24-09 GS AN 7109 (Giravus sp. Giravus aff. brugii HUGUENEY)
	STAMPIENSE				Chara microcera GRAMB y PAUL (Chara 1) Paliocara acuta GRAMB y PAUL (Chara 14) Rhabdochara major GRAMB y PAUL (Chara 15) Sphaerochara hirmii longiuscula GRAMB y PAUL Nitellopsis (Tectochara) meriani L y M GRAMB (Chara 13)	"Cypris" tenuistriata DOLLFUS (en parte inferior) Candona sp. (Ostracodo sp. D) (en parte inferior) Ostracodo sp. 6 Ilyocypris boehli TRIEBEL (en parte inferior) Ostracodo sp. E	DESOJO (Rhynchoceros sp. 25-09 GS AN 9502 (Lissodactylus sp. GERVAS, Eucetodon atarus MISONNE)
					Nitellopsis (Tectochara) meriani L y N GRAMB (en parte sup.) Grovesiella sp. (Chara 10) (en la base) Sphaerochara sp. (Chara 12) (en la base) Chara 11	"Cypris" tenuistriata DOLLFUS Candona sp. (Ostracodo sp. D) Limnocythere sp. (Ostracodo sp. H) Eocyptheropteron sp. (Ostracodo sp. F) Ostracodo sp. G; Ostracodo sp. E Ilyocypris boehli TRIEBEL	
	SANNOISIENSE	HEADONIENSE			Harrisichara tuberculata (LYELL) GRAMB Rhabdochara cf. stockmensi GRAMB Grovesiella sp. (Chara 10) Stephanochara sp. (Chara 9) Sphaerochara sp. (Chara 12) Chara 11 Gyogonia wrighti (REID y GRAVES) (en la base)	Limnocythere sp. (Ostracodo sp. H) Eocyptheropteron sp. (Ostracodo sp. I) Fabaniella o Neocyptheridea sp. Ostracodo sp. E Ostracodo sp. J (Ostrac. Pa-200)	

1.2.6.2 *Gravas, arenas y arcillas. (Glacis). (17). Pleistoceno-Holoceno*

Son depósitos generalmente poco potentes, constituidos por cantos bien rodados en su mayoría, englobados en una matriz areno-arcillosa, y con morfología de glacis.

A veces es difícil diferenciar estos depósitos de las terrazas cuando se encuentran en afloramientos restringidos, ya que las litologías de ambos son semejantes.

1.2.6.3 *Gravas, arenas y arcillas. Aluvial y Fondo de Valle. (28). Holoceno*

Esta unidad está formada por gravas heterogéneas, arenas y arcillas originadas en los cauces de los ríos y arroyos más importantes.

1.2.6.4 *Arcillas con cantos. Coluvión. (29). Holoceno*

En este apartado incluimos los depósitos de derrubios de ladera, por lo general poco potentes, que forman acumulaciones de cantos y arcillas procedentes de la erosión.

2 TECTONICA

2.1 TECTONICA REGIONAL

El territorio ocupado por las hojas de Sangüesa, Peralta, Tafalla y Allo está situado en la zona externa meridional de la Cadena Pirenaica.

El conjunto de los Pirineos se ha interpretado recientemente mediante un modelo estructural de piel fina ("thin skinned tectonics"), (WILLIAMS y FISCHER, 1984). En este modelo la Cadena Pirenaica se interpreta como un cinturón de cabalgamientos de doble vergencia generado por la colisión de Iberia y Europa. La estructura alpina de los Pirineos está condicionada básicamente por un cabalgamiento hacia el Sur sobre una falla maestra basal que buza unos 6° hacia el Norte. El extremo frontal del sector meridional pirenaico es en general un cabalgamiento ciego que queda cubierto por los depósitos oligomiocenos de la Cuenca del Ebro, y que suele manifestarse mediante un amplio anticlinal. Este cabalgamiento frontal puede ser una rampa emergente hacia el Este y Oeste del sector estudiado, en las Sierras Exteriores y la Sierra de Cantabria. Hacia el interior (Norte) se desarrolla a nivel de mesozoico un abanico imbricado de cabalgamientos, con un sistema

de cabalgamientos ciegos o que cortan sedimentos terciarios, que enraizan a nivel del Trías. Las cuencas terciarias existentes en la vertiente meridional de la Cadena son interpretables como cuencas de antepaís (*foreland basins*) inducidas por el engrosamiento tectónico (PORTERO y ALVARO, 1984) que evolucionan de acuerdo con los eventos estructurales del cinturón de cabalgamientos pirenaico.

La mayor parte del territorio de las hojas está constituido por depósitos clásticos continentales de edad oligomioceno. La sedimentación muestra evidencias claras de su carácter sintectónico:

- Gran espesor (mayor de 7 kilómetros), que indica una subsidencia continuada e importante. La causa de la subsidencia es la flexión de la litosfera inducida por el engrosamiento tectónico.

- Migración de facies y depocentros hacia el Sur, a lo largo del tiempo, condicionado por la migración de los frentes de cabalgamiento.

- Existencia de discordancias progresivas condicionadas por pliegues sinsedimentarios (*growth-folds*), posiblemente en relación con cabalgamientos ciegos en el sustrato mesozoico.

- Disposiciones sedimentarias en on-lap, muy evidentes en la unidad tectosedimentaria Arverniense-Ageniense (figura 9).

Los ciclos sedimentarios (UTS) definidos en las hojas estudiadas están en relación clara con la actividad de los cabalgamientos. Los pulsos de subsidencia y las discontinuidades estratigráficas mayores están asociadas a la discontinuidad de la actividad tectónica: las discontinuidades estratigráficas marcan las principales etapas de actuación o aceleración de los cabalgamientos. La discontinuidad luteciense (fase Pirenaica) marca el comienzo de la estructuración en éste de la Cadena, generándose los cabalgamientos de las zonas internas. Las discontinuidades oligocenas (fases Sálica y Castellana) están en relación con la progresión de los cabalgamientos hacia las zonas externas (Sur) durante esta época. El despegue de la cobertera debió alcanzar la actual zona frontal surpirenaica durante el Oligoceno superior. Sin embargo, la actividad tectónica persistió hasta el Mioceno inferior (fase Neocastellana).

Es destacable la correlación existente entre las principales etapas de cabalgamiento en los Pirineos y las discontinuidades que originan en los depósitos sintectónicos de sus cuencas de antepaís, y las fases de deformación en las Cadenas Costero-Catalanas y Celtibérica, indicando que la génesis de las tres cadenas corresponde a un mismo acontecimiento geotectónico de orden mayor.

La evolución de las cuencas terciarias de antepaís en este sector de la vertiente surpirenaica se puede esquematizar de la siguiente manera:

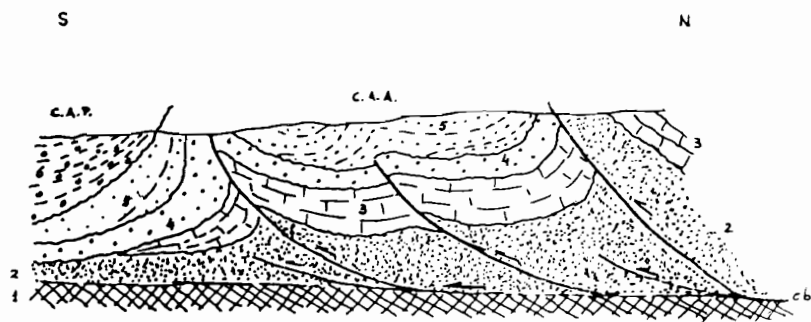


Fig. 9.— Esquema estructural de la zona frontal subpirenaica. 1: Zócalo; 2: Mesozoico; 3: Eoceno masivo; 4: Oligoceno inferior; 5: Oligoceno superior; 6: Mioceno postectónico; c-b: Cabalgamiento basal; c-f: Cabalgamiento frontal; C.A.A. Cuenca de antepaís alóctona de la molasa sintectónica. C.A.P. Cuenca de antepaís pasiva de la molasa postectónica.

Durante el Eoceno se inicia la deformación con la fase Pirenaica (Lute-ciense). Se forman cuencas con sedimentación marina, depósitos de tipo "flysch" (turbiditas), en las zonas situadas más al Norte de las hojas estudia-das.

La progresión del despegue basal hacia el Sur convierte a estos surcos en cuencas alóctonas "thrust sheet top basins", "piggy back basins" ORI y FIEND (1984), ELLIOT et al., (1985), HOMEWOOD et al. (1985), RICCI LUCCHI y ORI (1985), que son transportadas hacia el Sur sobre el conjunto de la cobertera despegada.

Los afloramientos mesozoicos de Yesa, Sierra de Alaiz, etc. correspon-den a la rampa frontal del "flysch" inicial de un conjunto de nuevos surcos cuyo relleno principal consiste en depósitos clásticos continentales oligoce-nos y miocenos, la "Molasa sintectónica". Estos surcos también son defor-mados internamente de manera progresiva y transportados hacia el Sur sobre el cabalgamiento basal. Este cabalgamiento finaliza en una rampa frontal que se manifiesta en superficie como pliegues anticlinales y cabalgamientos que afectan a los depósitos oligocenos.

Las estructuras de plegamiento del relleno sintectónico de la cuenca de antepaís corresponden también, posiblemente, a cabalgamientos ciegos que afectan a la cobertera mesozoica subyacente. Localmente algunos cabalga-mientos son característicos de *growth-folds*.

Delante (Sur) del cinturón de cabalgamientos y de sus cuencas de ante-país activos (alóctonos), se desarrolla una fase de antepaís pasiva, la Cuenca del Ebro, inducida por el engrosamiento tectónico de la Cadena y la acumu-

lación de depósitos sinorogénicos en su borde. Esta cuenca no ha sido deformada, y su relleno, mediante la "Molasa postectónica o autóctona", tiene lugar principalmente durante una fase de relleno pasivo en el Mioceno. Asimismo algunas depresiones condicionadas por las estructuras residuales de las cuencas alóctonas (sinclinal de Itacayo en la hoja de Tafalla, por ejemplo) completan su relleno final durante la etapa postectónica.

2.2 DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS

Dentro de la hoja de Sangüesa se pueden diferenciar cuatro dominios que presentan unas características estructurales distintas. Por un lado, en la esquina NE de la hoja, se encuentran los sedimentos marinos del Paleoceno y Eoceno afectados por una serie de pliegues y fallas de carácter inverso (pliegues de la Sierra de Leire, Foz de Lumbier y de Yesa).

El segundo dominio lo forman un conjunto de estructuras situadas al Sur de la falla de Izco-Liédena que afectan a los materiales de la 2ª U.T.S. (Pliegues de Undués-Pintano, Falla de Aibar-Sangüesa, y las estructuras existentes entre Lerga y Campo de Allende).

El tercer dominio lo constituyen las estructuras que afectan a los sedimentos de la 3ª U.T.S. (Sinclinal de Sangüesa, Anticlinal de Aibar, Sinclinal de Ayesa Anticlinal excavado del Bco. del Chucho y serie Monoclinal de Cáseda-Sos del Rey Católico). Estas estructuras que afectan a los depósitos de la 3ª U.T.S. y que a su vez fosilizan las estructuras del segundo dominio, se diferencian de ellas en que son muy amplias, separadas unas de otras decenas de km con buzamientos más suaves por lo general, aunque localmente pueden ser subverticales, mientras que las que afectan a los materiales inferiores son estructuras muy apretadas, con fuertes buzamientos y muy próximas unas estructuras a otras.

El cuarto dominio lo forman las series subhorizontales y horizontales que afectan a los materiales miocenos situados entre Gallipienzo y Ujué (borde SO de la hoja).

2.2.1 Estructuras en los sedimentos marinos del Paleoceno y Eoceno

2.2.1.1 *Pliegues de la Sierra de Leire, Foz de Lumbier y Yesa*

Forman una serie de estructuras de escaso recorrido superficial, más o menos paralelas entre sí, de dirección E-O. Solamente se conservan completas las estructuras anticlinales, quedando parte de los sinclinales fosilizados por los flancos Sur de los anticlinales cabalgantes.

Estos pliegues anticlinales, que afectan a los materiales marinos del Paleoceno y Eoceno, suelen presentar el flanco norte con buzamientos inferiores a los 40°, mientras que los flancos sur suelen estar verticalizados e incluso ligeramente volcados.

2.2.1.2 *Falla de Izco-Liédena*

Es una falla de carácter inverso, alargado según la dirección general ONO-ESE, aunque presenta un recorrido alabeado.

Marca la línea de separación de los sedimentos marinos paleocenos y eocenos, de los detríticos de origen continental del Oligoceno, montando los primeros sobre los segundos en esta zona.

Aunque en todo el recorrido nunca es una falla única, sino que se resuelve en un conjunto de ellas más o menos paralelas, es en la zona comprendida entre Liédena y Yesa donde más se manifiesta este carácter.

2.2.2 Estructuras en los sedimentos de la 2ª U.T.S.

2.2.2.1 *Pliegues de Undués-Pintano*

En el borde oriental de la hoja se encuentran una serie de anticlinales y sinclinales sensiblemente paralelos a la dirección NO-SE, que forman estructuras muy apretadas en los sedimentos de la 2ª U.T.S. Estos pliegues quedaron fosilizados por los materiales de la 3ª U.T.S., que a su vez fueron posteriormente plegados formando el sinclinal de Sangüesa.

2.2.2.2 *Falla de Aibar-Sangüesa*

Al Sur de Aibar se encuentra un pequeño anticlinal de escaso recorrido que hacia el Este se convierte en una falla de dirección ONO-ESE, que se prolonga por Sangüesa y Undués-Pintano (hoja de Sigües). Esta estructura hacia el Oeste queda interrumpida y fosilizada por los sedimentos de la 3ª UTS que forman a su vez un anticlinal más amplio y que se describe en el apartado Anticlinal de Aibar.

2.2.2.3 *Estructuras de Lerga-Campo de Allende*

En la mitad sudoccidental de la hoja en la zona comprendida entre Lerga y el Valle del Aragón, afloran las margas y calizas lacustres de la 2ª U.T.S. afectadas por una serie de fallas y pliegues muy apretados. Las carac-

terísticas litológicas de la unidad afectada y el intenso recubrimiento cuaternario hace muy difícil sistematizar e individualizar la serie de estructuras que existen en esta zona.

2.2.3 Estructuras en los sedimentos de la 3ª U.T.S.

2.2.3.1 *Sinclinal de Sangüesa*

Es una estructura alargada de dirección ONO-ESE, que se extiende desde las proximidades de Sangüesa hasta la Sierra de Izco donde, al N de Leache, se resuelve en una serie de estructuras menores. Más al Oeste, en la zona Sur de Abinzano, se pierde reduciéndose a un cambio poco importante del buzamiento de las capas.

2.2.3.2 *Anticlinal de Aibar*

Es la estructura de las que afecta a los materiales de la 3ª U.T.S. que más parecido guarda con las estructuras que afectan a los sedimentos inferiores, posiblemente debido a que se haya construido sobre una ya existente. Es un anticlinal asimétrico, muy apretado, con el flanco Sur vertical y localmente invertido. Hacia Oeste queda interrumpido por una falla de sentido oblicuo.

2.2.3.3 *Sinclinal de Ayesa*

Es una estructura de dirección ONO-ESE, que se prolonga por el Oeste hasta Olleta, donde queda fosilizada por los materiales subhorizontales de la 4ª U.T.S. Hacia el E cierra periclinalmente en los alrededores de Ayesa. Es un pliegue isoclinal con buzamiento en ambos flancos del orden de los 45°

2.2.3.4 *Anticlinal del Bco. del Chucho*

Es una estructura en forma anticlinal de la que sólo se conservan los flancos, quedando la estructura excavada en su zona de charnela. El flanco Sur corresponde a la serie monoclinal de Cáseda-Sos del Rey Católico que presenta buzamientos comprendidos entre los 45° y subvertical.

2.2.4 Series subhorizontales de la 4ª U.T.S.

En la esquina SO de la hoja en la zona comprendida entre Gallipienzo y

Ujué los sedimentos miocenos de la 4ª U.T.S. forman un abanico de capas, pasando de buzamientos del orden de los 35°, al S. de Gallipienzo, hasta subhorizontales en la zona de Ujué.

3 GEOMORFOLOGIA

En la geomorfología de la hoja de Sangüesa se reconocen con claridad dos tipos de modelados. Por un lado un modelado estructural que afecta a los materiales terciarios aflorantes y por otro uno deposicional relacionado con glaciares y terrazas del sistema fluvial del río Aragón que es la arteria principal de la hoja.

En cuanto al primer dominio, la presencia en el ámbito de la hoja de una potente serie sedimentaria, que se encuentra afectada por un notable plegamiento, así como su naturaleza, con abundancia de niveles con distinta resistencia a la acción de los agentes de la dinámica externa, propicia la generación de formas de distintas dimensiones orientadas generalmente en sentido WNW-ESE.

Son frecuentes las morfologías producidas por *capas duras* que generan *barras*, *hog-backs* y *cuestas*. En ocasiones la continuidad de estas formas y su disposición provocan la aparición de combes y ruzes, resaltando morfológicamente el plegamiento en la región.

Podemos a continuación comentar el problema del origen de estas formas. Pueden haber sido producidas como acción directa de los agentes erosivos sobre los materiales deformados tectónicamente o bien derivar de esa misma acción sobre una superficie de erosión previa. En el primer caso se trataría de una evolución bicíclica y las formas estructurales habría que catalogarlas como paraapalachenses; en el segundo, la evolución sería monocíclica y las formas estructurales primitivas (MENSUA, S. 1960).

En la zona que nos ocupa, al igual que en el conjunto del Pirineo occidental no se ha reconocido ninguna superficie de erosión generalizada, ya que los únicos arrasamientos existentes son de época cuaternaria y corresponden a glaciares y terrazas. Por tanto puede concluirse que las formas estructurales existentes en las sierras oligocenas fueron elaborándose al tiempo que se plegaban y hasta la actualidad, sin que la erosión haya conseguido aún en ningún caso equilibrar el ritmo de plegamiento.

La morfología deposicional en la hoja se encuentra íntimamente ligada a la acción fluvial y está constituida por depósitos cuaternarios en forma de terrazas y glaciares aluviales. Como es lógico ambos tipos se localizan en los

SANGÜESA

174
26-09

MAPA GEOMORFOLOGICO

LEYENDA

MODELADO ESTRUCTURAL

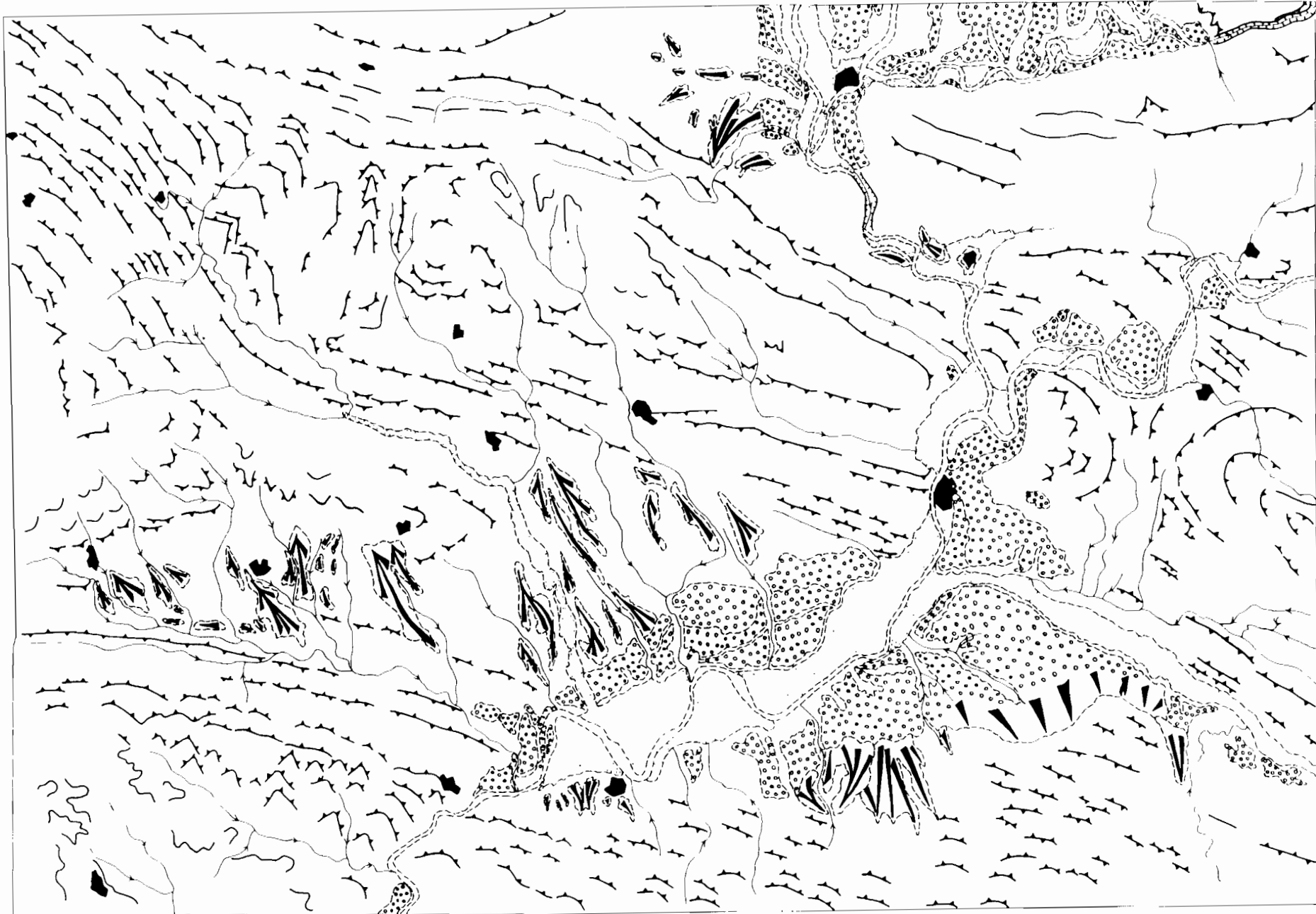
-  Barras
-  Hogbacks y cuestas
-  Líneas de capa dura

MODELADO DEPOSICIONAL

-  Valles de fondo plano. Llanura aluvial y terraza baja
-  Cauces activos
-  Barras laterales y centrales en cauces activos
-  Terrazas
-  Grietas

OTRAS FORMAS

-  Gargantas
-  Barrancos de incisión lineal
-  Nucleos urbanos



ESCALA GRAFICA
0 1 2 3 4 5 6 7 8 Km

tramos fluviales de piedemonte donde la amplitud del valle favorece la formación y su continuidad lateral se interrumpe en los tramos en que los ríos se encajan.

El río Aragón atraviesa la hoja, en dirección general NE-SW, recibiendo como afluentes principales al Irati, con su afluente Salazar por la derecha y al Onsella por la izquierda.

El Aragón que penetra en la zona por su borde oriental, a la altura de Yesa, presenta en su primer tramo un valle relativamente angosto en cuyos alrededores pueden reconocerse algunos niveles de terrazas con escasa continuidad lateral. Es a partir de Sangüesa cuando el río transcurre sobre una amplia llanura aluvial, que incluye las terrazas más bajas y que alcanza anchura kilométrica. Igualmente a partir de este punto son reconocibles extensos depósitos de terrazas de las que las más características son las situadas a +8-10 m, +18-22 m, y +34-38 m, siendo de destacar la existencia de unos pequeños retazos situados al E de Sangüesa en los que se observa un resto de material detrítico coronado y que marcan la presencia de una terraza muy antigua que se ubicaría a +110-115 m sobre el cauce actual.

A partir de Gallipienzo, y hacia el Sur, el río se encaja de nuevo para atravesar el duro relieve de la Sierra de San Pedro presentando una llanura aluvial mínima, solamente evidente en época de estiaje y sin depósitos laterales.

El Irati, afluente del Aragón presenta dos tramos claramente diferenciados. En el borde Norte de la hoja, donde recibe por su izquierda al Salazar desarrolla un amplio valle a favor de los materiales blandos del Oligoceno en esa zona. Se reconocen una serie de niveles de terrazas, entre las que destaca el situado a +35-38 m. En su avance hacia el Sur encuentra en su curso el fuerte relieve positivo constituido por la Sierra de Leire que resuelve atravesándolo con una fuerte incisión que da lugar a la Foz de Lumbier, profunda *garganta* labrada en los resaltes oligocenos.

Tanto en el piedemonte de Sangüesa, como en la zona de Lumbier son reconocibles unos sistemas de *glacis* encajados que, procedentes de los relieves cercanos tapizan el piedemonte, llegando en algunos casos a enlazar con niveles de terrazas con las que son evidentemente correlacionables.

Estos *glacis*, que siempre son de acumulación son la respuesta a unas condiciones topográficas marcadas por la existencia de unos fuertes relieves serranos en contacto con zonas de piedemonte claramente deprimidas.

Siguiendo a MENSUA (Op. cit.) debemos señalar como hecho importante que los *glacis* no son consecuencia de la evolución de las vertientes, sino más bien corresponden a conos de deyección muy extensos formados al pie de los torrentes y barrancos que drenan las zonas elevadas. Como los

torrentes tienen su nivel de base en los ríos, lógicamente los glaciares enlazan con las terrazas como se ha indicado anteriormente.

La red fluvial de segundo orden se caracteriza por dar morfologías claras de incisión lineal en las zonas de cabecera que evolucionan a valles de fondo plano en etapas más distales. Hay que señalar que, en esta zona, se ha producido un rejuvenecimiento de la red constatable por la existencia de capturas, evidentes en la margen derecha del Aragón, al Sur de Sangüesa.

También debe reseñarse la existencia de una notable regularización de vertientes bastantes generalizadas en el sector, sobre todo en las zonas más extensas de las Sierras.

4 HISTORIA GEOLOGICA

En este capítulo se dará una visión generalizada de la evolución tectónica y sedimentaria del sector abarcado por la hoja de Sangüesa, teniendo en cuenta los datos obtenidos mediante el estudio de la misma así como los referentes a áreas próximas.

Aunque en esta hoja no afloran materiales paleozoicos ni mesozoicos las observaciones realizadas en la región demuestran que ambos se han depositado, constituyendo los primeros el substrato de los sedimentos posteriores. El vestigio más cercano de rocas del paleozoico se encuentra en el diapiro de Estella, en la zona perteneciente a la hoja de Allo, donde afloran entre el Keuper bloques de granitos, rocas metamórficas, y cuarcitas y pizarras paleozoicas.

Tras la etapa tectogenética hercínica, una etapa distensiva tardihercínica tiene singular importancia en la posterior evolución paleogeográfica de la región, al marcar zonas de fracturas de directrices fundamentalmente E-W que posteriormente han rejugado durante los tiempos alpinos. El final de esta fase trae consigo la emersión del macizo hercínico y el posterior desmantelamiento erosivo del mismo, permitiendo la sedimentación de potentes series clásticas durante el Pérmico superior y Trías inferior, principalmente en las áreas deprimidas del zócalo.

No afloran en esta hoja depósitos correspondientes al Triásico, Jurásico y Cretácico. Los más próximos se encuentran en las hojas situadas al NO, N y E respectivamente de la de Sangüesa. Por tanto, para la breve descripción de esta etapa nos apoyaremos en lo descrito en dichas memorias.

El Muschelkalk en la zona de Estella se presenta en facies de plataforma marina somera bajo influjo de mareas, y abre paso a la facies Keuper, deposi-

tada en medios transicionales restringidos del tipo *sebkha* litoral. En el Keuper se emplazan importantes masas de rocas volcánicas básicas de tipo ofítico.

Durante el Jurásico, la sedimentación tuvo lugar dentro de una extensa plataforma carbonatada. La unidad basal, de edad Rethiense-Sinemuriense inferior, corresponde a una secuencia transgresiva en el ámbito de dicha plataforma. A techo de esta unidad se establece ya un régimen marino somero francamente abierto.

El máximo transgresivo del Jurásico se alcanza con los depósitos margosos del Lías superior, depositados en una plataforma externa relativamente profunda.

A comienzos del Dogger se inicia una secuencia regresiva con disminución de la batimetría y señales de mayor proximalidad dentro de la plataforma.

A finales del Dogger debió producirse un rejuvenecimiento de los relieves emergidos que tuvo por consecuencia el progresivo aumento de aportes terrígenos durante el Malm.

No existe constancia en estas zonas de sedimentos correspondientes al Jurásico más alto y Cretácico inferior en facies Purbeck y Weald, lo cual es probablemente consecuencia del funcionamiento como umbral de la zona durante esta época, tal vez debido, como adelanta KING (1967) a una precoz actividad diapírica.

En el Albiense ocurre una nueva pulsación tectónica de tipo epirogenético, correspondiente a la fase austrica, originando el rejuvenecimiento de los relieves emergidos y por consiguiente el aumento de aportes terrígenos hacia el interior de la cuenca. La sedimentación en esta área tiene lugar en medios de plataforma externa abierta con una alta contaminación detrítica.

Durante el Cretácico superior se diferencian dos grandes ciclos sedimentarios separados por una discontinuidad de orden mayor que ocupa el Turoniense superior-Coniaciense inferior.

El ciclo Cenomaniense-Turoniense presenta importantes hiatos sedimentarios durante el Turoniense inferior, y su sedimentación viene caracterizada por facies muy distales de margas y margas calcáreas a veces nodulosas (Flysch de bolas) con abundante fauna planctónica que corresponde a medios profundos de cuenca.

Por encima de la discontinuidad Turoniense-Coniaciense se desarrolla el segundo ciclo Coniaciense-Maastrichtiense. En su mayor parte está caracterizado por facies de margocalizas nodulosas mostrando hacia el techo facies terrígenas. La abundante microfauna es fundamentalmente planctónica, mostrando hacia el techo un considerable aumento de los Foraminíferos

bentónicos. La evolución ambiental corresponde durante el Coniaciense-Santonense, Santonense superior y gran parte del Campaniense a depósitos de plataforma externa, si bien puede apreciarse durante el Santonense superior un leve impulso regresivo correspondiente a depósitos de plataforma externa proximal.

En el tránsito Santonense-Campaniense concluye el proceso de apertura del Golfo de Vizcaya, a la vez que se produce la elevación del Macizo del Ebro que estaría situado al S de la zona de estudio, con el consiguiente aumento de aportes detríticos en la cuenca. Este período regresivo ocupa el Campaniense superior y Maastrichtiense con depósitos de plataforma interna con una gran contaminación terrígena, en un ambiente sometido probablemente a la acción de las mareas.

Por encima del Maastrichtiense se sitúa una nueva discontinuidad que constituye la base del siguiente ciclo.

El ciclo Paleoceno tiene características regresivo-transgresivas y está representado en su base por facies de tipo intermedio entre el Garumniense típico y el Paleoceno marino, para terminar con niveles marinos que nos indican un ambiente restringido (calizas de algas del Montiense-Thantetienense).

Durante este período existen nuevas pulsaciones tectónicas que se traducen en hiatos locales, que son las causantes de la falta de afloramientos del tránsito Paleoceno-Eoceno.

El Luteciense descansa sobre una importante discontinuidad. En esta época se desarrollan facies de alta energía de barras bioclásticas.

Posteriormente la secuencia se va haciendo más detrítica en la plataforma. Se establece una cuenca con el depósito uniforme de las margas de Pamplona.

Al final del Eoceno se inicia una etapa compresiva correspondiente a la fase pirenaica. Esta origina discordancias locales, al mismo tiempo que se produce una pérdida de la profundidad en la cuenca, se inician las estructuras con direcciones pirenaicas, a la vez que se va restringiendo la cuenca marina progresivamente hasta que se establece un régimen lacustre.

A partir de este momento se inician una serie de procesos geológicos que van a dar lugar a la formación de cuatro Unidades Tectosedimentarias, que van a tener un gran desarrollo en la zona considerada.

En las figs. 3, 4 y 5 se han representado las distribuciones paleogeográficas de cada U.T.S. En términos generales se puede afirmar que las unidades detríticas, características del borde de la cuenca, se van situando progresivamente más al Sur en cada proceso, respecto a la situación que ocupaban sus equivalentes detríticas del proceso anterior.

Durante la 2ª U.T.S. las facies de borde ocupan una orla a lo largo del borde N de las hojas de Allo y Tafalla, y la zona E de la de Sangüesa; las facies lacustres ocuparían el resto de las tres hojas mencionadas y se extenderían por toda la superficie de la de Peralta. Por los datos obtenidos de las columnas estratigráficas se observa que las facies lacustres evaporíticas ocuparían el sector occidental de la cuenca, mientras que las carbonatadas estarían situadas en el sector oriental (hoja de Sangüesa).

Durante la 3ª U.T.S. las unidades detríticas cubren discordantemente las facies lacustres del proceso anterior, previamente plegadas, en la mayor parte de las hojas de Allo, Tafalla y Sangüesa, mientras que en un sentido amplio las facies lacustres de esta U.T.S. se apoyan mediante paraconformidad sobre sus equivalentes del proceso anterior, en las zonas de Peralta y Sur de la hoja de Allo.

Por último los materiales detríticos de la 4ª U.T.S. ocuparían la mayor parte de la zona estudiada, ocupando sus equivalentes lacustres únicamente el sector SO de la hoja de Peralta. Este último proceso tuvo lugar como resultado de la Fase Neocastellana, que es el último de carácter compresivo en la región.

En zonas próximas durante el Mioceno superior Plioceno se produce una fase distensiva que origina una serie de fosas rellenas posteriormente por sedimentos. Más tarde se produce el encajamiento de la red fluvial con depósitos de terrazas y sistemas de Glacis.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

Las únicas explotaciones existentes en la hoja de Sangüesa corresponden a pequeñas canteras de donde extraen piedra para su uso en la construcción. Se han utilizado las calizas del Luteciense, de la Sierra de Leyre, en edificaciones, así como las areniscas del Oligoceno en diversos puntos de la hoja, pero siempre con carácter local.

5.2 HIDROGEOLOGIA

Los recursos hídricos de la provincia de Navarra son relativamente bien reconocidos por haberse realizado durante los años 1975 a 1982 (en dos fases de estudio y a cargo de la Diputación Foral de Navarra) un proyecto que ha sido publicado recientemente (CASTIELLA, et al., 1982), del que se

han tomado la mayor parte de los datos aquí expuestos y al que se remite al lector que quiera obtener información más detallada.

En la actualidad la Comunidad Autónoma de Navarra se encuentra en condiciones muy favorables que resolver muchos de los problemas de demanda de agua, así como plantear la planificación integral de los recursos hídricos, habiéndose, por tanto, dado un paso muy importante para la utilización óptima de las aguas subterráneas.

En el mencionado proyecto y debido a la gran variedad, tanto geológica, como climática e hidrogeológica de la provincia de Navarra, fue preciso subdividirla en 11 unidades hidrogeológicas que fueron definidas fundamentalmente por los materiales que las forman y por su estructura.

La hoja de Sangüesa se ubica en su mayor parte en la unidad Sur, incluyendo además los Cuaternarios de los ríos Aragón e Irati y la unidad de la Sierra de Leyre en el ángulo Nororiental de la misma.

La unidad hidrogeológica Sur está formada por los materiales del Terciario continental de 1ª Depresión del Ebro. Tanto la litología de los materiales de esta unidad, como su disposición estructural, bastante tranquila, ha sido descrita en los capítulos correspondientes. Por criterios litológicos se distinguen 3 tipos de acuíferos:

- En las facies detríticas de borde se encuentran los acuíferos constituidos por conglomerados generalmente cementados y los formados por areniscas en alternancia con arcilla. Estas areniscas se corresponden con paleocanales de espesor entre 0,5 y 3 m aunque excepcionalmente puede llegar a sobrepasar los 10 m. Son acuíferos confinados, cuya recarga se realiza por infiltración del agua de lluvia y cuya descarga se origina a través de un gran número de manantiales dispersos y por un flujo subterráneo hacia los ríos y arroyos a través de los materiales cuaternarios asociados a los mismos. Los caudales son bajos hasta el punto que la mayor parte de los manantiales inventariados, tanto en areniscas como en conglomerados, son inferiores a los 5 l/seg. En los pozos los caudales son escasos, dependiendo del núm. de capas de areniscas que atraviesen, aunque varían entre 0,5 y 2 l/seg. En cuanto a la calidad del agua, suele ser de dureza media y mineralización notable con composición iónica bicarbonatada o bicarbonatada sulfatada, cálcicas.

- En las facies evaporíticas la alimentación y la descarga de los acuíferos se realiza como en el caso de las facies detríticas. Los caudales de los manantiales inventariados son todavía menores, la mayoría inferiores a 1 l/seg., no sobrepasando en ningún caso los 5 l/seg. Suelen ser aguas extremadamente duras y muy mineralizadas (sulfatadas y sulfato-cloruradas cálcicas y sódico cálcico-magnésicas).

— Las facies carbonatadas, que ocupan la parte central de la unidad, prácticamente no están representadas en la hoja, y dan caudales muy pobres por presentarse las calizas muy compactadas y alternando con margas.

El aluvial de los ríos Aragón, Irati y Salazar son depósitos con una secuencia vertical muy sencilla, que varía desde gravas y arenas gruesas poco o nada consolidadas hasta limos y arcillas, sobre todo en la parte superior. El espesor, según datos de Geofísica y de sondeos existentes, es inferior a los 20 m en el aluvial del río Aragón. Los perfiles geofísicos muestran resistividades relativamente elevadas lo que sugiere que predominan las arenas limpias. En cualquier caso los recursos del Ebro y afluentes son difíciles de evaluar ya que forman un sistema único con los ríos que lo cruzan, produciéndose la recarga del acuífero a partir de la infiltración procedente de la lluvia directa, la procedente del excedente de riego y de las inundaciones por desbordamiento de los ríos en épocas de crecidas.

La composición iónica de las aguas del aluvial del río Aragón es bicarbonato cálcica, siendo de características químicas muy constantes y de dureza media.

Las reservas totales del curso del río Aragón de 175 Hm³. El coste del agua subterránea de valores para un pozo de 40 m a pie del mismo, comprendidos entre 3,35 Ptas./m³ para un caudal de 50 l/seg., 2.000 horas de bombeo al año y 30 m de altura manométrica y 0,61 Ptas./m³ para 150 l/seg., 6.000 horas de bombeo al año y una altura manométrica de 10 m.

La unidad hidrogeológica de Leyre está formada por materiales cretácicos (calizas y dolomías arenosas con niveles margosos) y del Terciario marino (dolomías y calizas del Paleoceno y calcarenitas, margas y flysch margoso del Eoceno). Presentan estos materiales una estructura compleja, vergente al Sur, en lo que da lugar a afloramientos alargados de dirección Este-Oeste.

Los principales acuíferos se ubican en las dolomías y calizas del Paleoceno y en las calcarenitas del Eoceno, siendo el resto de los materiales impermeables.

Los recursos hídricos de esta unidad proceden en su totalidad de la infiltración del agua de lluvia, existiendo una conexión entre los acuíferos y los ríos, que se recargan a partir de aquéllos. Este es el caso de los ríos Salazar e Irati en los que hay salidas directas que drenan los acuíferos, lo que puede estar favorecido, en ocasiones por efectos tectónicos, como sucede en el manantial de Arbayún, con un caudal medio de unos 100 l/seg.

Los recursos totales de la unidad de Leyre, se han cifrado en unos 48 Hm³/año, según datos de CASTIELLA, et al., (1982).

Las aguas son de composición química constante, de dureza media y de mineralización ligera, pudiendo clasificarse como bicarbonatadas cálcico-magnésicas o cálcicas.

6 BIBLIOGRAFIA

- ALMELA, A. y RIOS, J.M. (1946).— "Datos para el conocimiento estratigráfico y tectónico del Pirineo Navarro. VI Algunos datos paleontológicos de la región subpirenaica navarra". *Not. y Com. IGME*, núm. 16, pp. 75-87.
- ALVARADO, M. (1959).— "Mapa geológico de España 1:50.000. Explicación de la hoja núm. 175 (Sigües)". *I.G.M.E.* Madrid.
- AMIOT, M. (1982).— "El Cretácico superior de la región Navarro-Cántabra" en "El Cretácico de España". *Univ. Comp. Madrid*, pp. 88-111.
- BATALLER, J.R. (1945).— "Bibliografía del Cretácico de España". *Est. Geol.* núm. 1, pp. 7-10.
- BOILLOT, G. (1980).— "De la subduction a la collision: L'exemple des Pyrenées". *Bull. B.R.G.M.* secc. 1, núm. 2, pp. 93-101.
- BOMER, B. y RIBA, O. (1965).— Deformaciones tectónicas recientes por movimientos de yesos en Villafranca de Navarra". *Com. C.* 6-3 del Tomo V. 1^{er} Coloquio Internacional sobre las obras públicas de terrenos yesíferos".
- CARBAYO, A.; CASTIELLA, J.J. y SOLE, J. (1974).— "Memoria explicativa de la hoja núm. 172 (Allo)". Informe inédito. *Excma. Diputación de Navarra*.
- CASTIELLA, J.; SOLE SEDO, J.; NIÑEROLA, S. y OTAMENDI, A. (1982).— "Las Aguas subterráneas en Navarra. Proyecto hidrogeológico". *Diputación Foral de Navarra — Dirección de Obras Públicas. Servicio Geológico*. Pamplona.
- CHOKROUNE, P.; LE PICHON, A.; SEGURET, M. y SIBUET, J.C. (1973).— "Bay of Biscay and Pyrenees". *Earth Planet. Sc. Letters*, vol. 18, pp. 109-118.
- CHOKROUNE, P. y SEGURET, M. (1973).— "Tectonics of the Pyrenees: role of compression and gravity". In *Gravity and Tectonics*. Ed. John Wiley, pp. 141-156.
- CINCUNEGUI, M.; MENDIZABAL, J. y VALLE, A. (1943).— "Mapa geológico de España 1:50.000. Explicación de la hoja núm. 172 (Allo)". *I.G.M.E.* Madrid.
- CIRY, R. (1951).— "L'évolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au Cretacé inferieur". *Inst. Geol. Min. Esp. Libro Jubilar*. T. 2, pp. 17-51.
- CIRY, R. (1951).— "Observation sur le Cretacé de la Navarre espagnole du Nord-Ouest de Pampelune". *C.R. Ac. Sc. Paris*. T. 233, pp. 72-74.
- CIRY, R. y MENDIZABAL, J. (1949).— "Contribution a l'étude du Ceno-

- manien et du Turonien des confins septentrionaux des provinces de Burgos, d'Alava et de la Navarre occidentale". *Ann. Hébert et Haug*. T. 7, pp. 61-79 (Libre Jubilar Charles Jacob).
- COLOM, G. (1945).— "Estudio preliminar de las microfaunas de Foraminíferos de las margas Eocenas y Oligocenas de Navarra". *Est. Geol.* núm. 2, pp. 33-84.
- CRUSAFONT, M.; TRUYOLS, J. y RIBA, O. (1966).— "Contribución al conocimiento de la Estratigrafía del Terciario continental de Navarra y Rioja". *Notas y Comunicaciones del I.G.M.E.* 90, pp. 53-76. Madrid.
- FEUILLEE, P. (1962).— "Le Cretacée moyen en Navarre espagnole". *Mem. Cong. Int. Est. Pirenaicos*. P. 12. Pau.
- FEUILLEE, P. (1963).— "La base de Flysch Sud-Pyrénéen (Navarre Espagnole)". *C.R. Acad. Sc.* T. 256, pp. 2640-2642.
- FEUILLEE, P. (1965).— "Contribution a la connaissance des Cretacé moyen du Nord et l'Ouest de la Navarre espagnole". *Actes 4^o Congrès Int. Et. Pyren.* pp. 48-59.
- FEUILLEE, P. y RAT, P. (1971).— "Structures et Paleogeographies pyreneocantabriques". In *Histoire structurale du Golfe de Gascogne*. Inst. Fran. Petrol. Vol. 2, pp. 1-48.
- GARCIA SINERIZ, J. (1941).— "Investigación sísmica en Puente la Reina Obanos — Tirapu". *Mem. I.G.M.E.* T. 44, pp. 127-152.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1950).— "Esquema Geológico del País Vasco en los límites de Guipúzcoa con Navarra". (Seguido de un ensayo de síntesis de la obra de P. Lamare. "Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne"). *Munibe*, vol. 3, pp. 121-131.
- JULIVERT, M.; FONTBOTE, J.M.; RIBEIRO, A. y CONDE, L. (1972).— "Explicación del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares". *I.G.M.E.*, pp. 1-113.
- KING, H.D. (1967).— "Diapire un alttertiär im südöstlichen Baskenland (Nordspanien)". *Beich Geol. Jb.* T. 66 Hannover.
- KRAUSSE, H.F. (1971).— "The tectonical evolution of the western Pyrenées". *Pirineos* núm. 111, pp. 69-96.
- LAMARE, P. (1936).— "Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne". *Mem. Soc. Geol. France*, n. 5, mem. 27. París.
- LEON, L. (1972).— "Síntesis paleogeográfica y estratigráfica del Paleoceno del Norte de Navarra. Paso al Eoceno". *Bol. Geol. y Min.* T. 63, pp. 234-241.
- LEON, L.; PUIGDEFABREGAS, C. y RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).— "Variaciones sedimentarias durante el Eoceno medio en la Sierra de Andía (Navarra)". *Acta. Geol. Hispánica*. Año VI, núm. 2.

- LOTZE, F. (1946).— "Elementos estructurales dirigidos al NE, que intervienen en la constitución de los Pirineos occidentales". *Publ. extr. sobre Geol. de España*. T. III, pp. 301-313.
- LLOPIS LLADO, N. (1945).— "Sobre la estructura de Navarra y los enlaces occidentales del Pirineo". *Miscelanea Almela*. T. 1, núm. 7, pp. 159-186.
- MANGIN, J. Ph. (1965).— "L'Eocene inferieur des provinces de Burgos, d'Alava et de la Navarre Occidentale". *Comp. Rend. Acad. Sc. Paris*. T. 241, pp. 73-75.
- MANGIN, J., Ph. (1958).— "Observaciones sobre la orogénesis pirenaica durante el período nummulítico". *Notas y comunicaciones del IGME*. núm. 52, pp. 125-132. Madrid.
- MANGIN, J. Ph. (1959-60).— "Le Nummulitique Sud-pyreneen a l'Ouest de l'Aragon". *Pirineos*. núm. 51-58. C.S.I.C. 631 pp. Zaragoza.
- MATHEY, B. (1982).— "El Cretácico superior del surco vasco". In. *"El Cretácico de España"*. Univ. Comp. Madrid. pp. 111-135.
- MATTAUER, M. et SEURET, M. (1971).— "Les relations entre la Chaîne des Pyrénées et le Golfe de Gascogne". In *Histoire Structurale du Golfe de Gascogne*. Vol. 4, pp. 1-24. París.
- MEJIAS, A.G. (1973).— Estudio geológico y relación entre tectónica y sedimentación del Secundario y Terciario de la vertiente meridional pirenaica en su zona central (Prov. de Huesca y Lérida). Tesis Doctoral Univ. de Granada.
- MEJIAS, A.G. (1982).— Introducción al análisis tectosedimentario: aplicación al estudio dinámico de cuencas. *V Congreso Latinoamericano de Geología*. Argentina 1982. Actas, vol. I, pp. 185-402.
- MENDIZABAL, J. y CINCUNEGUI, M. (1932).— "Nota acerca de la extensión del Oligoceno en Navarra". *Notas y comunicaciones del IGME*. Madrid.
- MENSUA, S. (1960).— "La Navarra Media Oriental. Estudio Geográfico". Inst. "Príncipe de Viana". Dpto. Geol. Aplic. Zaragoza. Ser. Reg. 8, 186 pág., 40 fig., 25 lám.
- MONTARDERT, L. et WINNOCK, E. (1971).— "L'Histoire structurale du Golfe de Gascogne". In *Histoire structurale du Golfe de Gascogne*. Vol. 16, pp. 1-18.
- PLAZIAT, J. Cl. (1970).— "Le limite crétacé-tertiaire en Alava meridionale (Pays Basque espagnol): Le Regnacen n'y pas l'équivalent continental du Danien". *C.R. Somm. Soc. Geol. France*. 3 pp. 77-78.
- PFLUG, R. (1973).— "El diapiro de Estella". *Munibe*. t. 25, pp. 171-202.
- PUIGDEFABREGAS, C. (1972).— "Memoria geológica de la hoja núm. 173 (Tafalla). Informe inédito. *Excma. Diputación de Navarra*.

- PUIGDEFABREGAS, C. (1973).— "Miocene point-bar deposits in the Ebro basin northern Spain". *Sedimentology journal of the international associations of sedimentologists*. Vol. 20, núm. 1, pp. 133-134.
- PUIGDEFABREGAS, C. (1975).— "La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca". Monogr. del Inst. de Estud. Pirenaics, núm. 104, 188 pp. Jaca.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).— "Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España. (Región Cantábrica)". Mem. IGME, t. 78, (3 vols.). 357 pp.
- RIBA, O. (1955).— "Sur le type de sedimentation du Tertiaire continental de la part Ouest du Bassin de l'Ebro". *Geol. Bundeschan T.* 43, núm. 2, pp. 363-371, 1 fig. STUTTGART.
- RIBA, O. (1964).— "Estructura sedimentaria del Terciario Continental de la Depresión del Ebro en su parte Riojana y Navarra". XX Congreso Geográfico Internacional. R. Unido, Julio-Agosto, pp. 127-138.
- RIBA, O. y BOMER, B. (1957).— Terrasses et glacis du bassin de l'Ebro dans la Ribera de Navarra et la Baja Rioja". *Livr. Guide Exc.* núm. 3. Villafanchien de Villarroya. INQUA, Congr. Int. Madrid-Barcelona, pp. 7-10.
- RIBA, O. y PEREZ MATEOS, J. (1962).— "Sobre una inversión de aportes sedimentarios en el borde Norte de la cuenca Terciaria del Ebro (Navarra)". *II Reunión del Grupo Español de Sedimentología*. Sevilla 1961.
- RIOS, J.M. (1948).— "Diapirismo". *Bol. I.G.M.E.* T. 60, pp. 155-238.
- RIOS, J.M. (1960).— "Algunas zonas especiales de las zonas subpirenaicas y de la cuenca del Ebro". *Notas y Comunicaciones del I.G.M.E.* Madrid.
- ROJAS, B.J. de, LATORRE, F. y FERNANDEZ VARGAS, E.A. (1971).— "Contribución al conocimiento de la última fase de los movimientos Meso-Alpinos en las provincias de Navarra, Zaragoza y Huesca". *I Congr. Hispano-Luso americano. Geol. Econ.* T. 9, núm. 33, pp. 377-385. Madrid.
- RUIZ DE GAONA, M. (1952).— "Notas y datos para la Geología de Navarra". C.S.I.C.
- RUIZ DE GAONA, M. (1952).— "Algunos datos geológico-paleontológicos sobre el Valle de la Barranca (Navarra)". *Actes 1^{er} Congr. Int. Est. Pyren.* pp. 5-14.
- RUIZ DE GAONA, M. (1956).— "Memoria estratigráfica de los yacimientos ofíticos de Navarra". *Est. Geológicas. I.* Lucas Mallada (C.S.I.C.), núm. 31, pp. 327-341.
- RUIZ DE GAONA, M.; VILLALTA, J.F. y CRUSAFONT (1946).— El yacimiento de mamíferos de las yeseras de Monteagudo. (Navarra). *Notas y com. del I.G.M.E.* núm. 16, pp. 157-182.

- SAAVEDRA, J.L. (1964).— "Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona pirenaica española". *Mem. I.G.M.E.* T. 65.
- SOLE SABARIS, L. (1954).— "Sobre la estratigrafía de las Bardenas y límites del Oligoceno y Mioceno en el sector Occidental de la Depresión del Ebro". *R. Soc. Est. Hist. Nat.* Libro Hom. Hernández Pacheco, pp. M. 639-656.
- SOLE SEDO, J. (1972).— "Formación de Mues: Litofacies y procesos sedimentarios". Tesina de Licenciatura Univ. Central de Barcelona (inédito).
- SOLER, M. y PUIGDEFABREGAS, C. (1970).— "Líneas generales de la Geología del Alto Aragón occidental". *Rev. Pirineos*, núm. 96, p. 5-20.
- VALLE, A. del (1932).— Descubrimiento de la cuenca potásica de Navarra". *Notas y Com. del I.G.M.E.* Madrid.
- VALLE, A. del ARACENA, C. (1930).— "Mapa Geológico de España 1:50.000. Explicación de la hoja núm. 173, (Tafalla)". *I.G.M.E.* Madrid.
- VALLE, A. del, CINCUNEGUI, M.; MENDIZABAL, J. y J.M. ALMELA, A. (1950).— "Mapa geológico de España. 1:50.000. Explicación de la hoja núm. 174. (Sangüesa)". *I.G.M.E.* Madrid.
- VALLE, A. del; MENDIZABAL, J.; CINCUNEGUI, M. (1934).— "Mapa geológico de España 1:50.000. Explicación de la hoja núm. 174. (Sangüesa)". *I.G.M.E.* Madrid.
- VALLE, J. del y PUIGDEFABREGAS, C. (1978).— "Memoria explicativa de la hoja núm. 141 (Pamplona). MAGNA". *I.G.M.E.* Madrid. pp. 1-23.
- VILLALOBOS, L. y RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).— "Contribución al estudio del Cretácico superior de facies Flysch de Navarra". *Pirineos* 111, pp. 5-20.
- VOLTZ, H. (1964).— "Zur Geologie der Pyrenaiden in Nord-westlichen Navarra (Spanien)". *Munster Diss.* (Inédito).

BIBLIOGRAFIA TEMATICA

- ELLIOT, T. APDS, G.; DAVIES, H.; EVANS, M.; GHIBAUDO, G. y GRAHAM, R.H. (1985).— "A structural and sedimentological traverse through the Tertiary foreland basin of the External Alps of South-East France". *International Symposium on Foreland Basins. Excursion Guide-book* field excursion B, p. 39-73, P. Allen, P. Homewood y G. Williams Eds. Friburgo (Suiza). Sept. 1985.

- HOMWOOD, P.; ALLEN, P.A.; WEIDHANN, M.; FASEL, J.M. y LATELIN, O. (1985).— "Geological Excursion to the Swiss Molasse Basin". *International Symposium on Foralend Basins*". *Excursion Guide-book*, field excursion A.p. 5-38, P. Allen, P. Homewood, y G. Williams. Eds. Friburgo (Suiza). Sep. 1985.
- ORI, G.G. y FRIEND, P.F. (1984).— "Sedimentary basins formed and carried piggyback on active thrust sheets". *Geology* 12: 475-478.
- PORTERO, J.M. y ALVARO, M. (1984).— La Depresión del Guadalquivir. Cuenca de antepaís durante el Neógeno. Génesis, evolución y relleno final. *I Congr. Esp. Sedimentología*. Tomo IV. p. 241-252. Segovia. Abril 1984.
- RICCI LUCHI, F. y ORI, G.G. (1985).— "Synorogenia deposits of a migrating basin system in the NW Adriatic foreland: Examples from Emilia-Romagna region, northern Apennines". *International Symposium on Foralend Basins*. *Excursion Guidebook*, field Exc. D. p. 137-176. P. Allen, P. Homewood y G. Williams. Eds. Friburgo (Suiza). Spt. 1985.
- WILLIAMS, G.D. y FISCHER, M.W. (1984).— A balanced section across the Pyrenean Orogenic Belt. *Tectonics* 3 (7): 773-780.



INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-28003