



MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PERALTA

Segunda serie - Primera edición

(138) LA PUEBLA DE ARGANZÓN 22-8	(139) EULATE 23-8	(140) ESTELLA 24-8	(141) PAMPLONA 25-8	(142) AIZ 26-8	(143) NAVASUS 27-8	(144) ARIO 28-8
(170) HARO 22-8	(171) VIANA 23-8	(172) ALLO 24-8	(173) TAFALLA 25-8	(174) SANGUERA 26-8	(175) BIQUES 27-8	(176) JACA 28-8
(203) NAJERA 22-10	(204) LOORROBO 23-10	(205) LOOBOSA 24-10		(207) SIEBEL REY CATOLICO 26-10	(208) UNCARTILLO 27-10	(209) CRIER AQUIERO 28-10
(241) ANGUIANO 22-11	(242) MUNILLA 23-11	(243) CALAHORRA 24-11	(244) ALFARO 25-11	(245) SADABA 26-11	(246) CUNA 27-11	(247) AYERBE 28-11
(278) VILLASOLADA DE CAMERUS 22-12	(280) ENCISO 23-12	(281) CERVERA DEL RIO ALHAMA 24-12	(282) TUDELA 25-12	(283) FUSTINANA 26-12	(284) EJERAS DE CABALLEROS 27-12	(285) ALMUEVAR 28-12



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

PERALTA

Segunda serie - Primera edición

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por COMPAÑÍA 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.).

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

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

Tectónica: M. Alvaro (C.G.S.)

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

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. Olivé y M. Alvaro, 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. 23.810 - 1987
NIPO: 232 - 87 - 007 - 3

INTRODUCCION

La hoja de Peralta ocupa una posición centro-meridional dentro de la provincia de Navarra, y se encuadra desde el punto de vista geográfico en la zona de la Ribera.

Desde el punto de vista orográfico la zona se caracteriza por presentar alturas medias próximas a los 400 m, que constituyen el primer escalón de fondo de la Depresión del Ebro, a excepción, del sector NE de la hoja, donde las cumbres de la Sierra de Ujué sobrepasan los 700 m y forman en segundo escalón, separado del anterior por el curso bajo del Río Aragón.

La red fluvial, responsable del modelado actual, está formada por los cursos medios de los ríos Arga, Cidacos y Aragón. Los dos primeros atraviesan la hoja con direcciones sensiblemente N-S, y desembocan en el Aragón que la recorre por el borde meridional con una dirección aproximada E-O. Toda el área es distribuidora hidrográficamente de la cuenca del Ebro. Además, la región queda diseccionada por los pequeños tributarios de estos ríos que individualizan suaves colinas, separadas por amplios valles, que rompen la monotonía del paisaje. En la mitad oriental de la hoja se reconoce una zona con gran interés ecológico que presenta una clara tendencia endorreica donde se localiza la Laguna de Pitillas, actualmente activa.

Desde el punto de vista geológico la hoja de Peralta está encuadrada en el borde Norte de la Depresión del Ebro. Los materiales que la constituyen son de origen continental, de edades comprendidas entre el Oligoceno y el Mioceno. 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, y 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 dentro 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 gruesas 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 Falces-Caparroso y zona plegada de Falces) presentan con frecuencia buzamientos subverticales y localmente pliegues tumbados. Sin embargo, el aspecto general que destaca en la zona son los pliegues de amplio radio y los buzamientos subhorizontales (zonas de Miranda de Arga-Portillo y S. Martín de Unx-Ujué, (esta última en las vecinas hojas de Tafalla y Sangüesa).

La evolución tectónica global de la zona debe enumerarse en el contexto de la apertura del Golfo de Vizcaya en relación con las facies 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 de la Diputación Foral de Navarra cuyo autor es el Dr. Cayo Puigdefábregas.

1 ESTRATIGRAFIA

En la hoja de Peralta afloran materiales del Oligoceno y Mioceno de acusado carácter continental. También se han distinguido una gran variedad de depósitos cuaternarios que fosilizan en parte los sedimentos anteriores.

El conjunto de los materiales que afloran se han distribuido especialmente dentro de tres U.T.S. (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 otras sus correlativas paraconformidades, deducibles éstas no a nivel de afloramiento sino por el comportamiento regional que presentan los cuerpos sedimentarios considerados a gran escala.

Teniendo en cuenta que en la hoja de Peralta las condiciones de sedimentación durante el período abarcado por las tres U.T.S. varían entre límites muy estrechos, ya que en su mayoría son depósitos fluviolacustres y lacustres, estas discontinuidades no siempre se hacen patentes. No obstante haciendo un estudio detallado de las relaciones entre las unidades, y de las que proceden por cambio lateral de facies, en las hojas situadas al Norte de ésta, Allo (172), Tafalla (173) y Sangüesa (174), se pone de manifiesto este carácter disarmonioso.

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

Con el fin de poder disponer de una visualización rápida que ayude a comprender la posición y correlación entre las distintas unidades, 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 este cuadro 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., y que se corresponden a su vez con una geometría de la cuenca y una distribución de facies dentro de esta característica, Fig. 2, 3 y 4.

Los períodos correspondientes a cada una de ellas son los siguientes:

1^a UTS: Headoniense

2^a UTS: Headoniense-Sueviense-Arverniense

3^a UTS: Arverniense-Ageniense

4^a UTS: Orleaniense-Astaraciense

Como se observa en el cuadro de la Fig. 1 las unidades correspondientes a la 1^a UTS no afloran en la hoja de Peralta.

EDAD		UTS	ALLO (172)	TAFALLA (173)	SANGUESA (174)	PERALTA (206)
MIOCENO	ORLEANIENSE-ASTARACIENSE					
		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
	AGENIENSE	3	Yeos de los Arcos Margas de Lerín Margas de Larraga Arensc. de Allo Arenisc. de Leoz Conglom. de Muniain	Yeos 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	Yeos de los Arcos Margas de Larraga
OLOCENO	ARVERNIENSE	2	Yeos de Desojo Margas de Mués Arenisc. de Mués	Yeos de Desojo Margas de Mués Arenisc. de Mués	Margas y Cal. Eslava Areniscas y margas de Javier	Yeos de Desojo-Falces Margas de Mués
HEADO NIENSE	SUEVIENSE	1	Yeos de Añorbe	Yeos de Añorbe	Arenisca. de Liedena	

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

1.1 HEADONIENSE-SUEVIENSE-ARVERNIENSE. UNIDADES LITOLOGICAS DE LA 2^a U.T.S.

Como se observa en la Fig. 2, durante el período abarcado por la 2^a U.T.S., que incluye la parte superior del Headoniense, todo el Sueviense y la parte inferior del Arverniense, la zona de la hoja de Peralta ocuparía el dominio en el que se depositarían principalmente materiales evaporíticos. Se han distinguido dos unidades.

1.1.1 Areniscas, limos y yesos. Mués-2. (1). Headoniense-Sueviense

Constituyen unos pequeños afloramientos en las proximidades de Falces, que ponen al descubierto materiales profundos, que no afloran en zonas próximas, gracias a la existencia de fallas importantes (Falla de Falces-Caparroso).

Es característico de esta unidad su tonalidad rojiza (rojo-violáceo) y su carácter heterolítico.

Se ha reconocido en la columna de Portillo-II (01) donde afloran unos 40 m de limolitas, margas, margas yesíferas, y yesos, areniscas y capitales de dolomías amarillentas.

Los niveles yesíferos, de tonos grises y amarillentos, se encuentran generalmente laminados y en ocasiones a techo de las capas se forman niveles discontinuos de dolomías amarillentas, con laminación paralela. Las areniscas, por lo general de grano fino se distribuyen en capas inferiores a los 0,5 m de potencia normalmente de escasos centímetros. Presentan laminación paralela, *ripples* de oscilación, granoselección positiva y bioturbación moderada. A techo de algunas capas se observan *mud-cracks*, y en ocasiones huellas de pisadas de vertebrados, de unos 12 cm de diámetro, algo borrosas que impiden especificar su origen.

Estos materiales no están distribuidos en secuencias definidas quizá debido a la dificultad de observación por lo reducido de los afloramientos. El ambiente sedimentario corresponde a un medio fluviolacustre con largas etapas de predominio de deposición de materiales evaporíticos. Eventualmente extensas zonas podrían quedar al descubierto como lo indican las grietas de retracción.

La potencia de esta unidad en la hoja de Allo oscila entre los 700 m y los 1.200 m.

La edad se ha atribuido por posición estratigráfica.

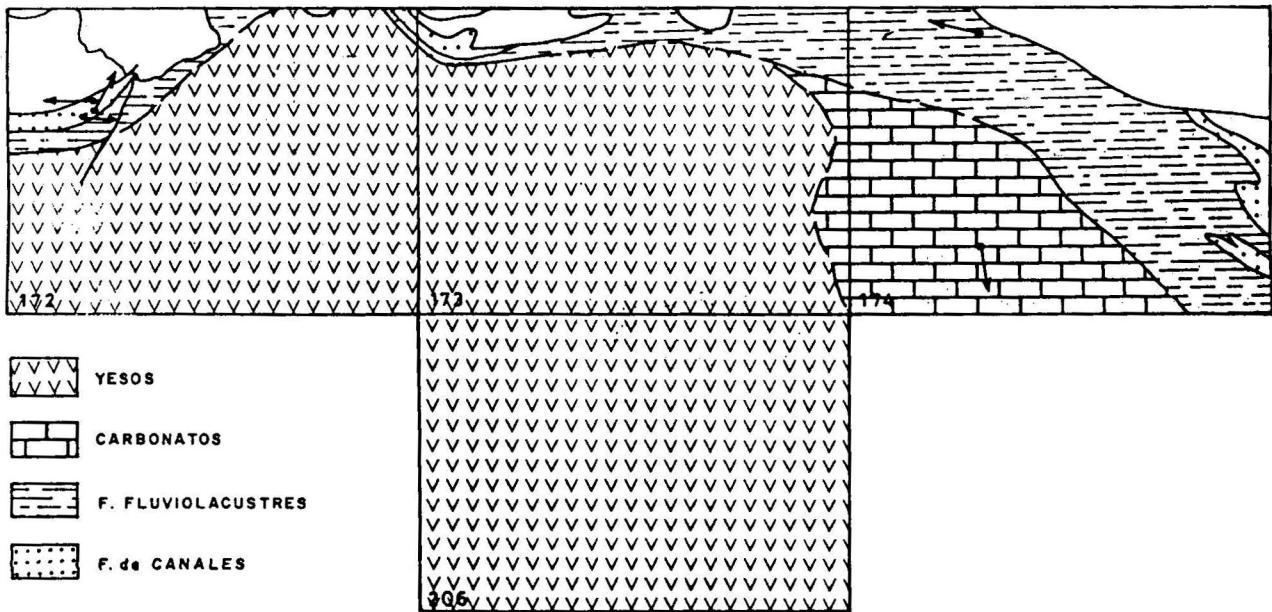


Fig. 2.— Distribución de las facies durante la 2^a UTS.

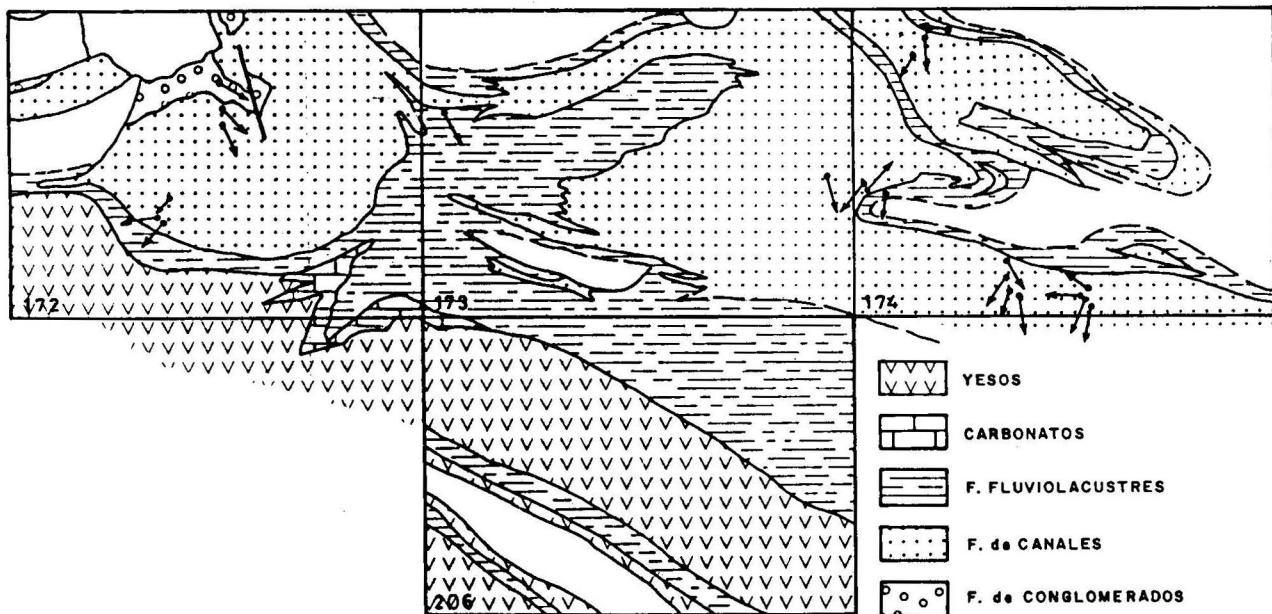


Fig. 3.— Distribución de las facies durante la 3^a UTS.

10

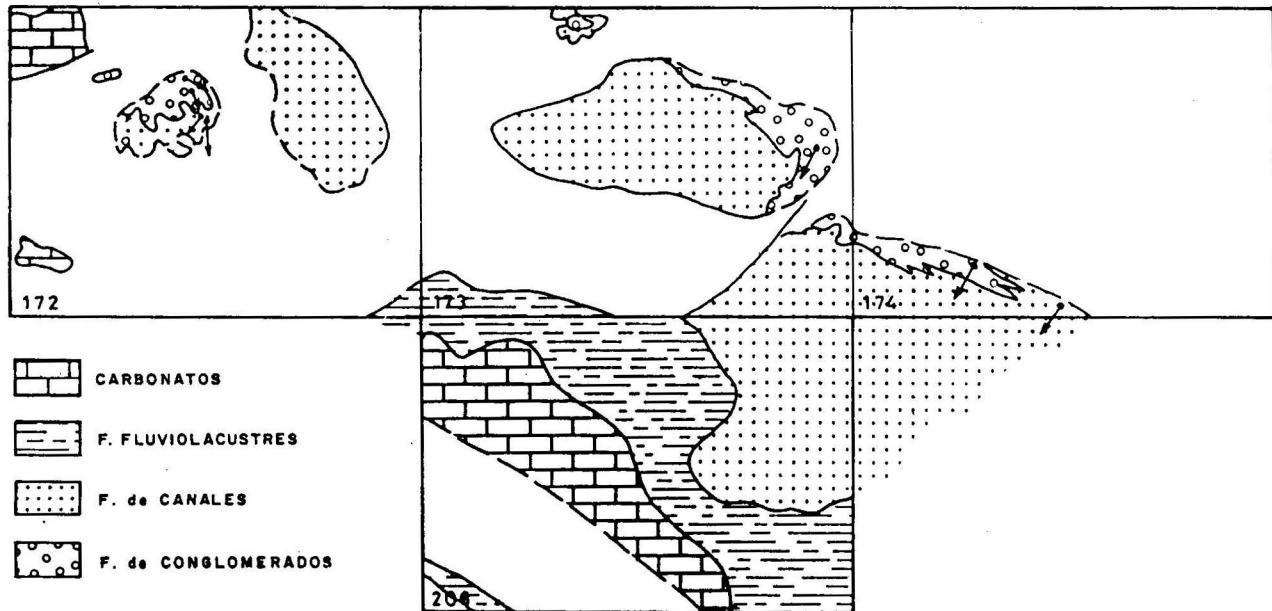


Fig. 4.— Distribución de las facies durante la 4^a UTS.

1.1.2 Yesos masivos y laminados. (Yesos de Desojo). (2). Headoniense-Arverniense

Esta unidad cartográfica se la conoce regionalmente con los nombres de Yesos de Desojo (RIBA, 1964) y Yesos de Falces (CASTIELLA, 1973; PUIGDEFABREGAS, 1972 y BEROIZ, 1972).

Aflora en una franja de dirección NO-SE, que se extiende desde las proximidades de Falces hasta Caparroso, encontrándose cubierta en una amplia zona por los depósitos cuaternarios del Río Aragón.

Estos materiales se encuentran intensamente tectonizados, siendo frecuentes los anticlinales y sinclinales apretados y tumbados, así como las fallas inversas cuyos planos presentan tendencia a la horizontalidad.

Esta unidad ha sido estudiada en detalle en la columna estratigráfica de Falces (02), donde alcanza los 370 m de potencia, sin que se vea la base de la unidad. La variación de espesores en zonas próximas va desde los 0 m en el borde oriental de la hoja de Tafalla (173), hasta los 1.000 m en el borde occidental de la hoja de Allo (172) (Fig. 5).

En Falces esta unidad está formada por una alternancia de bancos de yesos blanquecinos y negruzcos y tramos grises y verdosos. Los bancos oscilan entre pocos centímetros y 25 m aproximadamente. En detalle estos bancos están formados por capas alternantes de yeso alabastrino blanquecino de tipo microlenticular, con aspecto externo masivo, y yesos laminados negruzcos. Estos últimos presentan litofacies de yeso primario laminado, estando constituidas las láminas por acumulaciones de lensoides de pequeño tamaño, que pueden disponerse paralelos a la estratificación o no. El material encajante de los cristales lenticulares suele ser margas. Intercaladas entre las láminas y estratos delgados se observan en ocasiones finas hiladas de carbonatos amarillentos constituidos por acumulaciones algales.

Las características sedimentológicas de los materiales de esta unidad hace pensar en que se depositaron en un medio lacustre de elevada salinidad. La sedimentación de las evaporitas fue subacuática.

La unidad Yesos de Desojo pasa lateralmente a facies carbonatadas (hoja de Sanguesa 174) de origen lacustre lo que indicaría diferentes tipos de depósitos para un mismo lago o episodio lacustre (Fig. 2).

1.2 ARVERNIENSE-ARGENIENSE. UNIDADES LITOLOGICAS DE LA 3^a U.T.S.

La distribución regional de las unidades de la 3^a U.T.S., aparece representada en la Fig. 3. En la hoja de Peralta, como puede observarse en esta

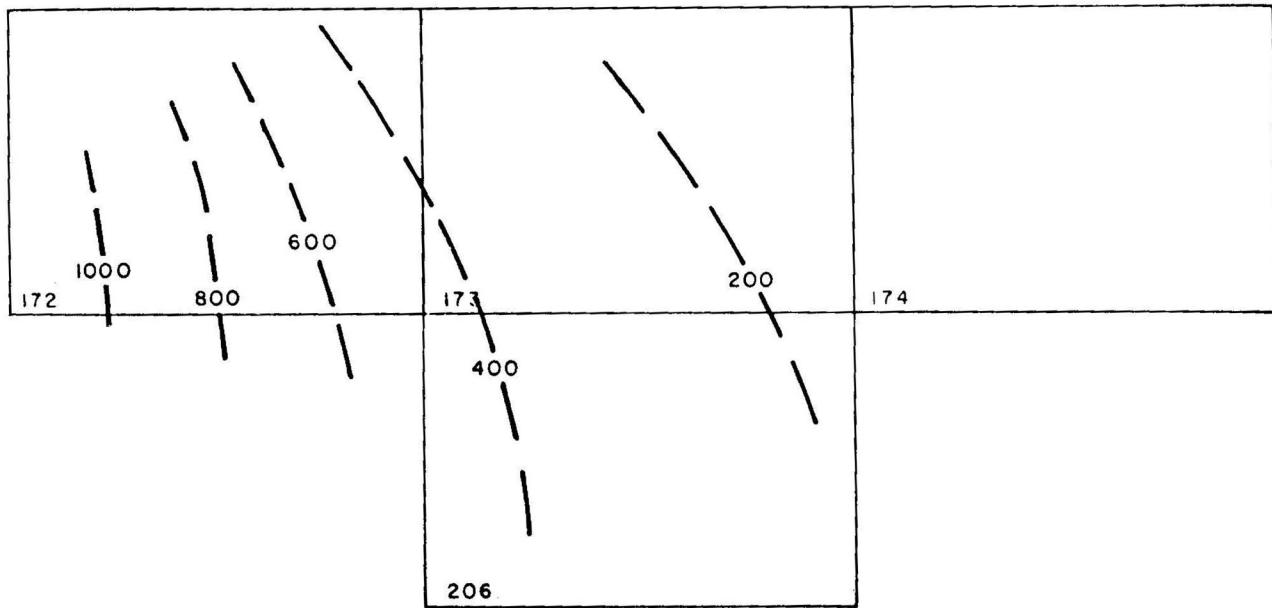


Fig. 5.— Mapa de isopacas de la unidad de yesos de desojo.

figura, únicamente están representadas las facies fluviolacustres (U. de Larraga) y la de Yesos (U. Yesos de Los Arcos). Por ser unas unidades que sufren constantes cambios laterales de facies con otras, no se han podido representar aisladamente en un mapa de isopacas. En la Fig. 6, se han representado las variaciones de potencia de la suma de las distintas unidades detríticas de la 3^a U.T.S.; en ella se observa una disminución de potencias en el sentido SO., variaciones que coinciden con un aumento de espesores de las unidades lacustres durante el mismo período considerado, Fig. 7.

Estos materiales afloran a lo largo de los flancos del anticlinorio de Falces, en la esquina SO, de la hoja, en las proximidades de Caparroso, Peralta y Falces. Otro punto donde afloran, aunque en una extensión muy reducida, es al Norte de Olite.

Presentan buzamientos bastante constantes en todas las zonas que oscilan entre 40° y 45°.

1.2.1 Arcillas y niveles de areniscas. (U. de Larraga). (3). Arverniense-Ageniense

Es una unidad heterolítica compuesta por margas, arcillas y areniscas principalmente. En la hoja de Peralta incluyen capas de yesos y caliza, pero regionalmente, según la posición en la que nos encontramos de la cuenca puede contener únicamente niveles de caliza o carecer de ambos. Estas facies en la vertical evolucionan a facies lacustres carbonatadas o evaporíticas constituyendo tramos detríticos intermedios entre dichos tipos de facies.

Ha sido estudiada con detalle en la columna de Falces (02) donde alcanza 530 m de potencia, en los que se diferencian los siguientes tramos de muro a techo:

- 86 m de margas grises y amarillentas con capas de 10 a 30 cm de potencia de arenas de grano fino.
- 34 m de margas grises con nódulos de yeso y capas intercaladas de unos 10 cm de yeso alabastro blanquecino y negruzco.
- 268 m de margas grises y amarillentas con capas de 10 a 30 cm de potencia de arenas de grano fino, y niveles de caliza más abundantes y de mayor potencia hacia el techo del tramo.
- 68 m de margas grises con bancos de 2 a 3 m de yeso.
- 74 m de margas blanquecinas, rosadas y grises con capas de pocos centímetros de potencia de arenas y calizas con Caráceas.

Las estructuras sedimentarias no son muy abundantes en los tramos inferiores, donde se reducen a *ripples* en las arenas. En el tramo intermedio hay estructuras que implican una mayor energía como estratificaciones

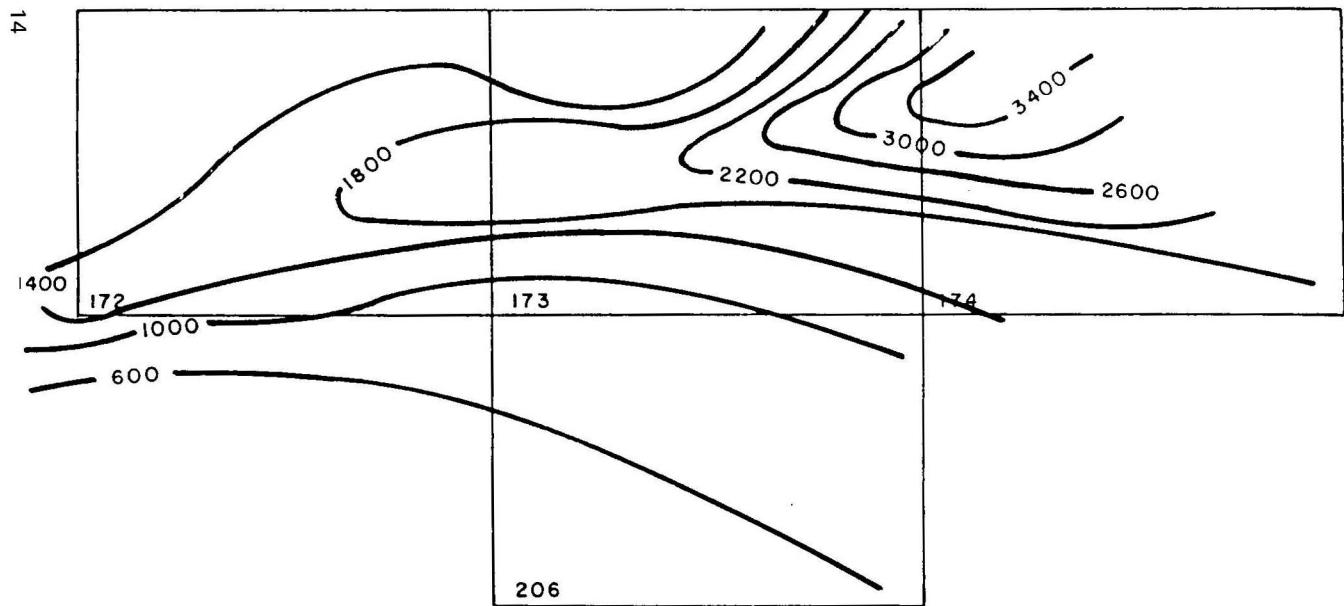


Fig. 6.— Mapa de isopacas de las unidades detríticas de la 3^a UTS (U. Rocaforte + U. de Sangüesa + U. de Leoz + U. de Allo + U. de Larraga).

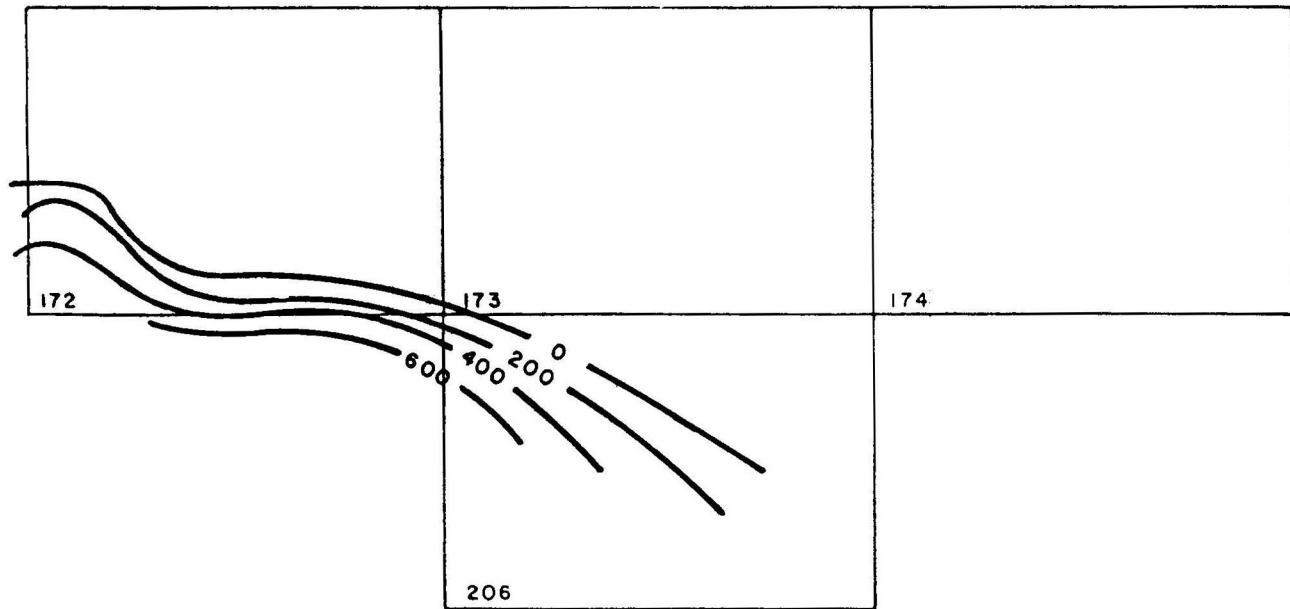


Fig. 7.— Mapa de Isopacas de las Unidades lacustres de la 3^a UTS (U. de los Arcos + U. de Lerín).

cruzadas de surco y planar, en algunas capas se observa grano selección positiva y bioturbación de baja a moderada, aunque siguen siendo las laminaciones cruzadas las más abundantes. En el tramo superior además de estas estructuras se encuentran *mud-cracks*, costras, y pisadas de vertebrados inclasificables. En ocasiones las lutitas presentan horizontes de nódulos carbonatados, a veces muy apretados, de origen edáfico.

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 depósitos de carbonatos y evaporitas. Estas zonas conectarían lateralmente con áreas lacustres situadas más al interior.

En las proximidades de Peralta y dentro de esta unidad se tomó una muestra para la obtención de fósiles de micromamíferos, cuyo estudio ha dado resultado negativo.

1.2.2 Margas y yesos. (U. de Los Arcos). (4). Arverniense-Ageniense

Esta unidad cartográfica se la conoce regionalmente con los nombres de Yesos de Los Arcos (RIBA, 1964), Yesos de Caparroso (PUIGDEFABREGAS, 1972), y formación de Lerín (BEROIZ, 1972 y CASTIELLA, 1973).

Al Norte de Falces afloran 250 m de esta unidad y va perdiendo potencia hacia el Este, hasta llegar a desaparecer en la margen oriental del río Arga. Esto se debe en parte al acuñamiento lateral de los niveles yesíferos y en parte a que la unidad suprayacente se apoya discordantemente sobre ésta.

Está constituida por margas grises con nódulos de yeso en las que se intercalan capas de yeso alabastrino blanco cuya potencia oscila desde escasos centímetros a bancos de 2 m. Presentan un aspecto masivo, aunque en realidad corresponden a yesos originalmente laminados.

El ambiente de depósito de esta unidad correspondería a una zona con sedimentación de evaporitas subacuáticas dentro de un complejo lacustre.

1.3 ORLEANIENSE-ASTARACIENSE. UNIDADES LITOLOGICAS DE LA 4^a U.T.S.

La distribución regional de las unidades de la 4^a U.T.S. está representada en la Fig. 4. En la hoja de Peralta, como puede observarse en dicha figura, la mayor parte de la superficie la ocupan las facies fluviolacustre (U. de Olite) y las lacustres (U. de Miranda y U. de Portillo). Las facies detríticas

(U. de Artajona y U. de Ujué) están mejor representadas en la hoja de Tafalla (173) y Sangüesa (174).

Debido a que estas unidades presentan frecuentes cambios laterales de facies en un corto espacio, así como por la escasa representación de algunas de ellas, no se han podido representar aisladamente en un mapa de isopacas las variaciones de potencia de cada unidad. En la Fig. 8 se ha representado las variaciones de espesores del conjunto de las unidades detríticas de la 4^a U.T.S., en ella se observa una disminución de potencias en sentido SO, que coincide a su vez con el aumento en el mismo sentido de los espesores de las unidades lacustres durante el mismo período considerado (Fig. 9). Estas últimas presentan en la región estudiada, un máximo de 500 m en la zona de Portillo.

Las unidades de este grupo conforman una estructura sinclinal de dirección NO-SE, ligeramente asimétrica siendo los buzamientos del flanco suroccidental ligeramente más acusados que los que presenta el flanco nororiental.

Es importante destacar los estudios regionales y de detalle realizados por PUIGDEFABREGAS (1973 y 1975) en las facies detríticas de este grupo.

1.3.1 Limos, arcillas y areniscas (U. de Artajona) (5). Orleaniense-Asturaciense (Aragoniente)

Esta unidad se extiende por la mayor parte de la esquina nororiental de la hoja. Los afloramientos son muy parciales por lo que no se ha podido realizar una columna detallada de estos materiales.

La unidad está constituida en su mayor parte por limos y arcillas de tonos pardos y amarillentos con algunas intercalaciones de capas de arenisca. Esta composición litológica produce un paisaje muy característico, como consecuencia de la erosión diferencial de los tramos arcillosos y de las areniscas. Los primeros se encuentran generalmente cuaternarizados, y las areniscas ocupan con frecuencia las cumbres de pequeños cerros testigo.

La potencia medida en esta misma unidad en la hoja de Sangüesa (corte de Gallipienzo) es de unos 550 m.

Estos materiales se distribuyen en secuencias granodecrecientes (*fining-upwards*), de unos 10 a 30 m de potencia. En la parte inferior de las secuencias se encuentran sedimentos formados por areniscas de grano grueso generalmente con cantos blandos. Presentan la base erosiva y estratificación cruzada. Hacia el techo del tramo arenoso disminuye el tamaño del grano presentando estratificación cruzada, laminación paralela y *ripples*. Es fre-

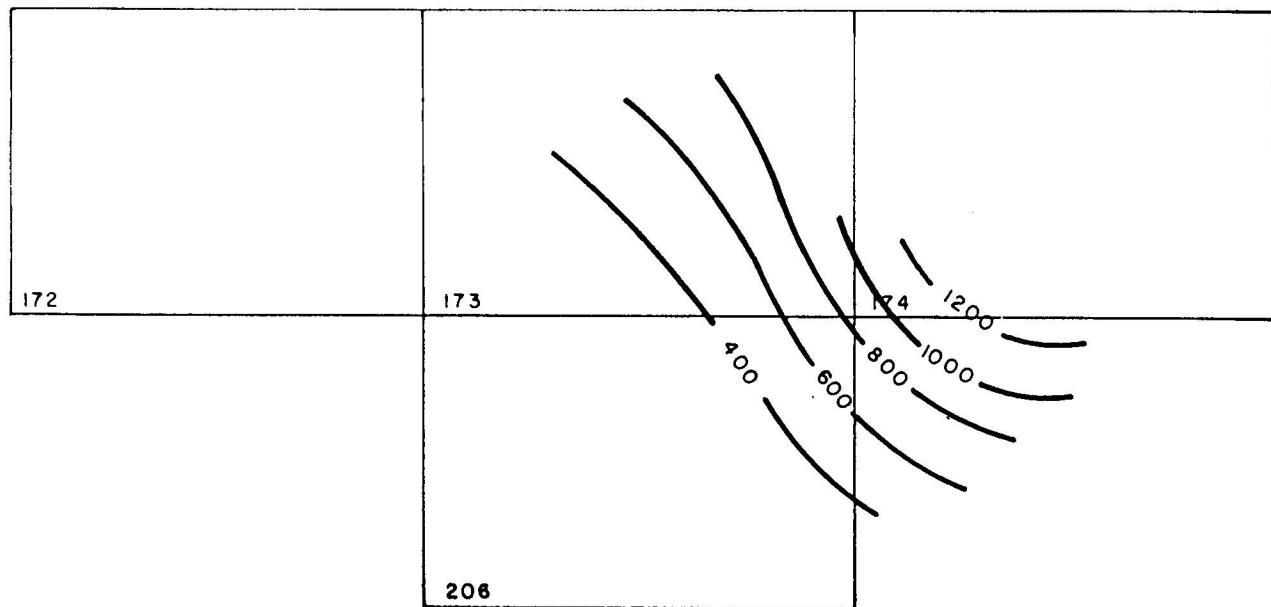


Fig. 8.— Mapa de isopacas de las unidades detríticas de la 4^a UTS (U. de Gallipienzo + U. de Artajona + U. de Ujué)

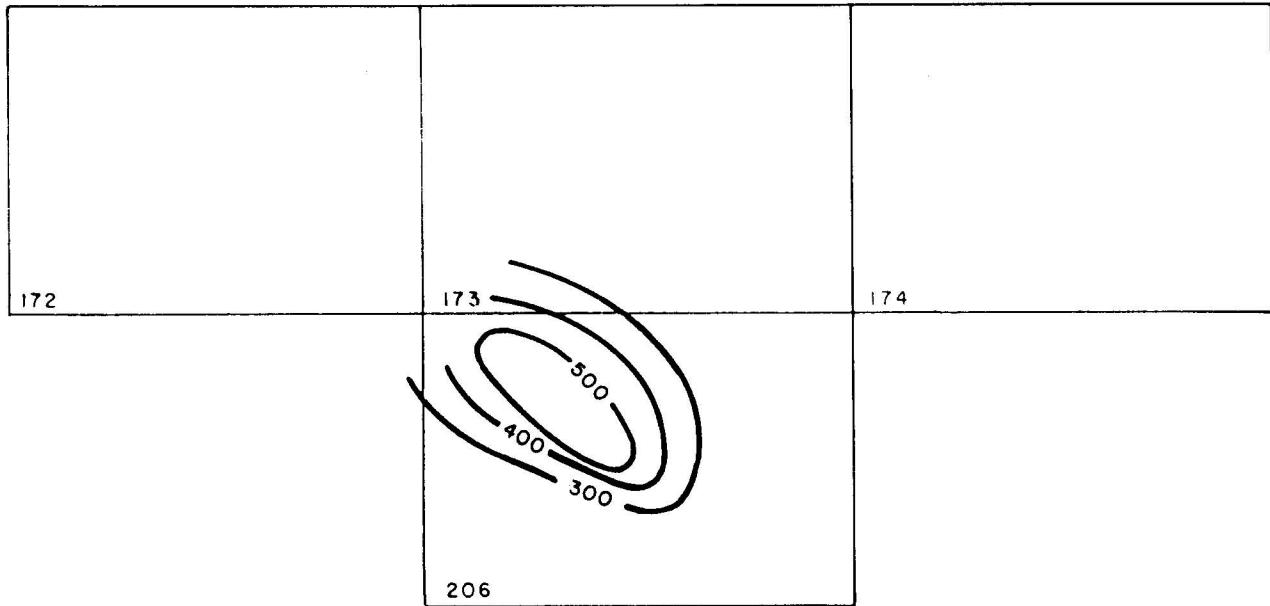


Fig. 9.— Mapa de isopacas de la unidad fluviolacustre (U. de Olite) y Lacustres (U. de Miranda y U. de Portillo) de la 4^a UTS.

cuente observar estructuras de *point-bars*. La parte superior de la secuencia está formada por limos y arcillas con capas finas de areniscas de *ripples*. En los tramos fangosos se observan, cuando las condiciones de afloramiento lo permiten, huellas de bioturbación en general, así como las producidas por raíces en posición de vida.

Estos materiales 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 anastomosados 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.

1.3.2 Limos y arcillas (U. de Olite). (6). Orleaniense-Astaraciense (Aragónense)

Esta unidad aflora a lo largo de una franja de dirección NO-SE entre las localidades de Olite y Santacara.

Las condiciones de los afloramientos son poco favorables para un reconocimiento detallado, en parte debido a la incompetencia de los materiales arcillosos que la constituyen y en parte por el desarrollo del recubrimiento cuaternario asociado a los ríos Cidacos y Aragón.

En la columna de Santacara (04) se han medido 110 m de esta unidad. Está constituida por arcillas y limos de tonos anaranjados y amarillentos, localmente rojizos, que incluyen capas de 10 a 50 cm de areniscas de grano fino. Localmente, sobre todo en las zonas próximas a los materiales descritos de la unidad (5), se intercalan capas de mayor potencia (entre 1-15 m), de areniscas de grano medio.

En las primeras las estructuras predominantes son la laminación paralela y laminación cruzada de pequeña escala, con bioturbación de baja a moderada. En las segundas predominan las estructuras de mayor energía, bases erosivas, estratificación cruzada planar y de surco y cantos blandos. Estas últimas forman cuerpos canalizados de escasa continuidad lateral.

Hacia el techo de la unidad pueden contener niveles de escasa potencia de calizas.

Estos materiales en la vertical evolucionan a facies lacustres carbonatadas, constituyendo tramos detríticos intermedios entre las facies de canales (Unidad 5) y las lacustres (Unidades 7 y 8).

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 fenó-

menos de arroyada en manto (*sheet floods*), con esporádicos flujos canalizados. En estas zonas se formarían esporádicas charcas efímeras, con depósitos de carbonatos. Lateralmente estas zonas conectarían con áreas lacustres.

1.3.3 Margas con capas de calizas. (U. de Miranda). (7). Orleaniense-Astaciense (Aragoniente)

Estos materiales constituyen el relleno de la cubeta estructurada suavemente en forma sinclinal que se extiende desde Miranda de Arga (esquina NO de la hoja) hasta Caparroso.

Esta unidad se ha reconocido con detalle en las columnas de Falces (02), Moncayuelo (03) y Portillo – I (05) con potencias 315 m, 225 m y 75 m respectivamente.

Está constituida por margas blanquecinas, rosadas, grises y rojizas, con capas, desde 0,15 a 1,5 m de potencia, de calizas, calizas arenosas y margosas, y areniscas. Hacia la base del tramo dentro de las margas aparecen intercalados nódulos y capitales finas de yeso.

Los niveles carbonatados presentan estratificación irregular, a veces nodulosas, y se encuentran generalmente bioturbados, probablemente debido a la acción de raíces. Contienen pequeños restos inclasificables de Gasterópodos y Caráceas.

Las areniscas suelen encontrarse en capitales finas con estructuras de *ripples*, aunque a veces están llenando pequeños canales de base erosiva y con estructura interna de estratificación cruzada de surco. En la columna de Portillo I, una capa de areniscas de estas características está formada por granos y cemento yesífero, cuya procedencia se supone que sería de las unidades yesíferas de la 2^a y 3^a UTS (Yesos de Desojo y de Los Arcos), situadas al SO del punto considerado, y que en aquellos momentos la zona del anticlinorio de Falces estaría emergida formando un pequeño umbral.

En los materiales carbonatados a veces se observa una cierta disposición en secuencias, formadas en la base por margas o arcillas, le sigue un tramo, del orden de 0,5 m de potencia, de margos calizas, y a techo un banco de caliza, generalmente bioturbada, cuya potencia puede oscilar entre 0,20 y 0,60 m. A veces estas secuencias terminan con una costra poco desarrollada.

En la zona de Miranda de Arga destacan dentro de esta unidad de tonalidades blanquecinas, pequeños niveles (inferiores a 0,25 m de potencia) de arcillas y margas ligníticas, pardas y negruzcas, con pequeños restos vegetales y de Gasterópodos.

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

En esta unidad se ha realizado un muestreo exhaustivo para, mediante levigación, obtener restos fósiles de micromamíferos, ya que las características litológicas que presenta parecen favorables para este tipo de yacimientos. Los resultados han sido negativos, pues aparte de abundantes restos de Gasterópodos, Caráceas y dientes de reptiles (Cocodrílido), solamente se han encontrado fragmentos de incisivos, dientes de insectívoros molares de roedores y esquirlas de hueso, sin mucho valor al no ser identificables.

1.3.4 Calizas y margas (U. de Portillo). (8). Orleaniense-Astaraciense (Aragoniense)

Esta unidad ha sido reconocida con detalle en las columnas de Falces (02), Moncayuelo (03) y Portillo I (05) con potencias inferiores a los 200 m.

Está constituida por una sucesión de capas de calizas y de margas ambas de tonos blanquecinos. Las capas de calizas se hacen tanto más frecuentes y potentes (entre 0,20 y 0,80 m) cuanto más al techo de la unidad.

Las calizas se encuentran generalmente bioturbadas, en muchos casos atribuibles a raíces, y presentan una porosidad abundante. En estas facies, la caliza toma un aspecto externo cretoso, coincidiendo con las zonas bioturbadas. Suelen contener Gasterópodos, Ostrácodos y Caráceas.

Las características sedimentológicas expuestas indican que esta unidad se originó en áreas lacustres someras y palustres con sedimentación carbonatada.

En la zona de Portillo una muestra recogida para la obtención de fósiles de micromamíferos solamente proporcionó algunas esquirlas de huesos inclasificables.

1.3.5 Areniscas y arcillas (U. de Ujué) (9). Astaraciense

Esta unidad aflora en la esquina NE de la hoja formando parte de los relieves que se extienden entre S. Martín de Unx y Ujué (hojas de Tafalla-173 y Sangüesa-174).

En esta zona se apoya de forma concordante sobre la unidad de Artajona (5), descrita en el apartado 1.3.1., sin embargo en la hoja de Sangüesa (174), los términos superiores de esta unidad son en parte discordantes sobre la inferior su equivalente lateral los conglomerados de Gallipienzo.

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 plegados a la llanura de inundación por fuertes inundaciones *crevasses*, etc.

1.4 BIOESTRATIGRAFIA Y CRONOESTRATIGRAFIA DEL TERCARIO 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 en los tramos de facies más favorables, 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 (abánicos 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 en el caso concreto de esta hoja, las unidades depositadas en un medio fluvio-lacustre y lacustre, 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 Carofitas 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 y lacustres evaporíticos (yesos) 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 paleoecológicos, 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 Falces, Moncayuelo-2 y Portillo-1. Además se han tomado varias muestras en las diferentes unidades en las que no se han levantado secciones.

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, 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 separadas en esta hoja cabe hacer las siguientes observaciones:

La Unidad 1 tomada en la sección de Portillo-2, no ha sido muestreada y su edad Headoniense-Sueviana viene definida por la posición que ocupa en la serie estratigráfica general.

La Unidad 2 o de Yesos del Desojo, medida en la sección de Falces, carece de microfósiles, como suele ser característico de los tramos de facies lacustre-evaporítica.

En la Unidad 3 de facies dominanteamente fluvio-lacustre y estudiada en la sección de Falces, se ha reconocido *Chara cf. cylindrica* MADLER, *Chara 7*, *Chara cf. brongniarti* BRAUN, *Gyrogona cf. medicaginula* LAM., *Nitellopsis (Tectochara) meriani* L. y N. GRAMB., *Chara notata* GRAMB. y PAUL, *Chara 3* y *Candona aff. chassei* DICK. y SWAIN.

Se trata de una asociación típica del tramo que se ha definido como Arverniense superior-Ageniense.

La Unidad 4 o de Yesos de Los Arcos, medida en las secciones de Portillo-1 y de Falces, carece de fósiles, como suele ser típico de los medios evaporíticos.

En las unidades 7 y 8, que se estudian en las secciones de Portillo-1, Falces y Moncayuelo-2 se han reconocido: *Chara notata* GRAMB. y PAUL, *Psilochara* sp., *Chara 3*, *Chara 7*, *Rhabdochara* sp., *Nitellopsis (Tectochara) meriani* L. y N. GRAMB., *Chara cf. molassica* STRAUB (en parte alta), *Sphaerochara cf. ulmensis* (STRAUB), *Cypridopsis kinkelini* LIENENKL., *Elcythereis* sp. (Ostrácodos sp. I), *Candona aff. chassei* DICK. y SWAIN, *Candona praecox* STRAUB., *Candona cf. recta* LIENENKL., (= *C. neglecta* SARS) (en parte alta), *Cypria curvata* (LIENENKL) (en parte alta) y Gasterópodos (*Serpula*, *Planorbis*, *Corbicula* e *Hydrobia* —en parte alta—).

La edad de ambas unidades es Aragoniense inferior y medio (Orleaniense) y los términos altos, con *Chara cf. molassica*, *Candona cf. recta* e *Hydrobia*, es muy posible que pertenezcan al Aragoniense superior (Astaraciense) y sean por ello correlacionables con los niveles del yacimiento de Ver-

tebrados de Monteagudo. El yacimiento de Tudela II tendría una edad Orleaniense.

1.5 CUATERNARIO

1.5.1 Gravas y arenas. (Terrazas). (10), (11), (12), (13), (14), (15), (16) y (17). Pleistoceno

En la hoja de Peralta se han desarrollado importantes depósitos de terrazas ligados a la red fluvial del Arga, Cidacos y Aragón, donde ocupan zonas de gran extensión y a veces potencia.

En el río Arga se han reconocido 4 niveles de terraza, en el Cidacos 5 niveles y en el Aragón 6. La correlación entre ellos en ocasiones es difícil por la movilidad de los tramos yesíferos sobre los que en ocasiones se asientan, como ocurre en la confluencia de los ríos Aragón y Arga.

1.5.2 Gravas, arenas y arcillas (Glacis). (18). Pleistoceno-Holoceno

Son depósitos generalmente poco potentes, constituidos por cantes bien rodados, en su mayoría, englobados en una matriz arenó-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.

1.5.3 Gravas, arenas y arcillas. (Aluvial y Fondo de Valle). (19). Holoceno

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

1.5.4 Arcillas con cantes (Coluvión). (20). Holoceno

En este apartado incluimos los depósitos de derrubios de ladera, por lo general poco potentes, que forman acumulaciones de cantes y arcillas procedentes de la erosión de los resaltes morfológicos que forman los tramos carbonatados en la zona de Portillo.

1.5.5 Depósitos endorreicos (21). Holoceno

En la zona de Pitillas existe un área con clara tendencia endorreica

ENSAYO DE SUBDIVISION CRONOESTRATIGRAFICA POR ASOCIACIONES DE CAROFITAS Y OSTRACODOS EN EL TERCARIO 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	MN 8	<i>Chara notata</i> GRAMB. y PAUL <i>Chara mollassica</i> STRAUB. <i>Nitellopsis</i> (<i>Tectochara</i>) <i>meriana</i> L. y M. GRAMB. (<i>Chara</i> 13) <i>Rhabdochara</i> sp.	"Cypiris" curvata (LIENENKL.) - C. ophitamica (JURINE) <i>Candona recta</i> LIENENKL. (- C. neglecta SARS) <i>Linnocysthere</i> aff. <i>inopinata</i> (BAIRO) <i>Gyprideis</i> <i>torsea</i> (JONES) <i>Ilyocypris gibba</i> (RAMDOHR)	MONTEAGUDO <i>Ceratohyrus sansaniensis</i> LARTET. <i>Ceratohyrus</i> sp. <i>Anchitherium aurelianense</i> CUV. <i>Listriodon splendens</i> major ROMAN. <i>Palaeorneryx kaupi</i> MEYER <i>Mastodon angustidens</i> CUVIER
	VINDOBON. INF	ASTARACIENSE	SUPERIOR ARAGONIENSE	MN 7		
	BURDIGALIENSE			MN 6		
	ORLEANIENSE	MEDIO ARAGONIENSE	MN 5	<i>Chara notata</i> GRAMB. y PAUL <i>Chara</i> cf. <i>brongniarti</i> (BRAUN) (<i>Chara</i> 4) (en parte inf.) <i>Nitellopsis</i> (<i>Tectochara</i>) <i>meriana</i> L. y N. GRAMB. (<i>Chara</i> 13) <i>Chara</i> 7 <i>Chara</i> 3	<i>Candona</i> cf. <i>praecox</i> STRAUB <i>Cypridopsis</i> <i>kinkelini</i> LIENENKL. <i>Candona</i> aff. <i>chassei</i> DICK. y SWAIN <i>Elkocysthere</i> sp. (Ostracodo sp. 1) <i>Cyprideis</i> aff. miocenea (LIENENKL.) <i>Candona</i> <i>exigua</i> STRAUB	TUDELA II (<i>Brachydous</i> <i>onoideus</i> DEPERET (<i>Dicerorhinus tagicus</i> ROMAN <i>Crocodilido</i> ind.)
	MN 4b		MN 4a	<i>Gyrogena</i> cf. <i>medicaginula</i> LAM. (<i>Chara</i> 5) <i>Chara tenuitexta</i> STRAUB (<i>Chara</i> 8)		
	MN 3b		MN 3a	<i>Sphaerochara</i> cf. <i>ulmensis</i> (STRAUB) <i>Rhabdochara</i> sp.		
	AQUITANIENSE		MN 2b	<i>Nitellopsis</i> (<i>Tectochara</i>) <i>meriana</i> L. y N. GRAMB. (<i>Chara</i> 13) <i>Chara</i> cf. <i>cylindrica</i> NADLER <i>Chara</i> cf. <i>brongniarti</i> BRAUN (<i>Chara</i> 4) <i>Chara notata</i> GRAMB y PAUL <i>Chara microcera</i> GRAMB. y PAUL (<i>Chara</i> 1) (en parte inf.) <i>Gyrogena</i> cf. <i>medicaginula</i> LAN. (<i>Chara</i> 5) <i>Ranzaniella nitida</i> GRAMB.	<i>Candona</i> cf. <i>praecox</i> STRAUB. (en parte superior) <i>Haplocythereidea</i> aff. <i>helvetica</i> (LIENENKL.) <i>Linnocysthere</i> cf. <i>pterigoventra</i> DICK. y SWAIN <i>Candona</i> aff. <i>chassei</i> DICK. y SWAIN (en parte sup) <i>Elkocysthereis</i> sp. (Ostracodo sp. 1) <i>Ostracodo</i> sp. 6 <i>Darwinula</i> aff. <i>stevensoni</i> (BRADY y ROBERTSON)	TUDELA I (<i>Palaeochoerus meissneri</i> MEYER)
	CHATTIENSE	ARVERNIENSE	MN 2a	<i>Chara</i> 3 <i>Chara</i> 7 (en parte superior) <i>Rhabdochara praeslongeri</i> CASTEL (en parte inferior) <i>Rhabdochara langeri</i> (ETTINGS.) MADLER		
	STAMPIENSE		MN 1	<i>Chara microcera</i> GRAMB. y PAUL (<i>Chara</i> 1) <i>Psilochara acuta</i> GRAMB. y PAUL (<i>Chara</i> 14) <i>Rhabdochara major</i> GRAMB y PAUL (<i>Chara</i> 15) <i>Sphaerochara hirmeri longiuscula</i> GRAMB y PAUL <i>Mitellopsis</i> (<i>Tectochara</i>) <i>meriana</i> L. y M. GRAMB. (<i>Chara</i> 13)	"Cypiris" <i>tenuistriata</i> DOLLFUS (en parte inferior) <i>Candona</i> sp. (Ostracodo sp. D) (en parte inferior) <i>Ostracodo</i> sp. 6 <i>Ilyocypris boehli</i> TRIEBEL (en parte inferior) <i>Ostracodo</i> sp. E	DESOJO (<i>Rhinoceros</i> sp. 26-09 GS AN 95C2 (<i>Issiodoronyx</i> sp. GERVAS; <i>Eucriacetodon atarus</i> MISONNE)
	SUEVIENSE			<i>Nitellopsis</i> (<i>Tectochara</i>) <i>meriana</i> L. y N. GRAMB (en parte sup) <i>Grovesia</i> sp. (<i>Chara</i> 10) (en la base) <i>Sphaerochara</i> sp. (<i>Chara</i> 12) (en la base) <i>Chara</i> 11	"Cypiris" <i>tenuistriata</i> DOLLFUS <i>Candona</i> sp. (Ostracodo sp. D) <i>Limnocythere</i> sp. (Ostracodo sp. H) <i>Eucytheropteron</i> sp. (Ostracodo sp. F) <i>Ostracodo</i> sp. G; <i>Ostracodo</i> sp. E. <i>Ilyocypris boehli</i> TRIEBEL	
OLIGOCENO	SANNOIENSE	HEADONIENSE		<i>Harrisichara tuberculata</i> (LYELL) GRAMB. <i>Rhabdochara</i> cf. <i>stockmanni</i> GRAMB. <i>Grovesia</i> sp. (<i>Chara</i> 10) <i>Stephanochara</i> sp. (<i>Chara</i> 9) <i>Sphaerochara</i> sp. (<i>Chara</i> 12) <i>Chara</i> 11 <i>Gyogone wrightii</i> (REID y GRAVES) (en la base)	<i>Limnocythere</i> sp. (Ostracodo sp. H) <i>Eucytheropteron</i> sp. (Ostracodo sp. f) <i>Febanella</i> o <i>Neocytheridea</i> sp. <i>Ostracodo</i> sp. E <i>Ostracodo</i> sp. J (- Ostrac. Pe-200)	

donde se localiza la laguna de Pitillas actualmente funcional. También al N de Santacara existe una zona que presenta signos evidentes de haber funcionado como endorreica hasta tiempos recientes.

1.5.6 Cauces abandonados (22). Holoceno

En los valles de los ríos Arga y Aragón se reconocen con claridad morfologías de meandros abandonados. Los materiales que los rellenan suelen ser sedimentos más finos que los del resto de la llanura aluvial.

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 oligo-miocenos 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 on-lap, muy evidentes en la unidad tec-tosedimentaria Arverniense-Ageniense (figura 11).

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 Sávica y Castellana) están en relación con la progresión de los cabalgamientos hacia las zonas externas (Sur) durante esta época. El despegue de la cobertura 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 manera siguiente:

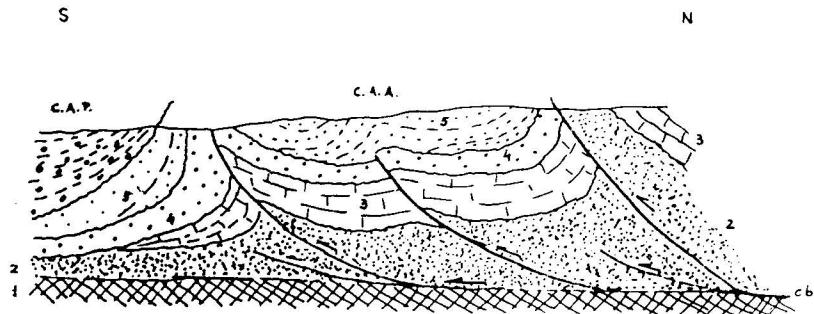


Fig. 11.— Esquema estructural de la zona frontal subpirenaica. 1.— Zócalo; 2: Mesozoico; 3: Eoceno masivo; 4: Oligoceno inferior; 5: Oligoceno superior; 6: Mioceno posttectónico; c-b: Cabalgamiento basal; c-f: Cabalgamiento frontal; C.A.A. Cuenca de antepaís alóctona de la molasa sintectónica. C.A.P. Cuenca de antepaís pasiva de la molasa posttectónica.

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

La progresión del despegue basal hacia el Sur convierte a estos surcos en cuencas alóctonas "thrust sheet top basins", "piggy back basins" ORI y FRIEND (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 cobertura despegada.

Los afloramientos mesozoicos de Yesa, Sierra de Alaiz, etc., corresponden a la rampa frontal del "flysch" inicial de un conjunto de nuevos surcos cuyo relleno principal consiste en depósitos clásticos continentales oligoceños y miocenos, la "Molasa sintectónica". Estos surcos también son deformados 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 cobertura mesozoica subyacente. Localmente algunos cabalgamientos son característicos de *growth-folds*.

Delante (Sur) del cinturón de cabalgamientos y de sus cuencas de antepaís activos (alóctonos), se desarrolla una fase de antepaís pasiva, la Cuenca

del Ebro, inducida por el engrosamiento tectónico de la Cadena y la acumulación de depósitos sinorogénicos en su borde. Esta cuenca no ha sido deformada, y su relleno, mediante la “Molasa posttectónica 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 posttectónica.

2.2 DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS

En la hoja de Peralta se pueden diferenciar desde el punto de vista estructural dos zonas.

En la mitad nororiental de las hojas predominan los buzamientos subhorizontales o ligeramente inclinados (menores de 12°) vergentes hacia el SO.

En la mitad suroccidental, sin embargo, los materiales están afectados por una serie de pliegues y fallas paralelos entre sí, de orientación general ONO-ESE. Dentro de esta última zona a su vez, se diferencian áreas con pliegues de amplio radio que afectan a los sedimentos de la 3^a y 4^a U.T.S. y otras con pliegues apretados, incluso de plano axial horizontal, que forman el anticlinorio de Falces-Caparroso, y que afectan a los materiales yesíferos de la 2^a U.T.S.

Siguiendo la trayectoria NE-SO, se cortan las siguientes estructuras:

2.2.1 Sinclinal de Miranda de Arga

Ocupa una posición central, dentro de la hoja, con una orientación ONO-ESE.

Afecta a los materiales margosos y carbonatados de la 4^a U.T.S. Es un sinclinal asimétrico, pues mientras que los buzamientos del flanco nororiental son suaves (inferiores a los 12°), los del flanco suroccidental son más acusados (del orden de 25°). Por otra parte en estas últimas zonas hay una disminución progresiva del buzamiento hacia el techo de la serie, que se pone de manifiesto por un abanico de capas que resalta por las capas duras de caliza. De ello se deduce que el fenómeno que originó este plegamiento fue coetáneo con la deposición de los materiales que lo constituyen, y que atribuimos a los últimos movimientos de la fase Neocastellana.

2.2.2 Anticlinorio de Falces-Caparroso y Falla de Falces

2.2.2.1 *Anticlinorio de Falces-Caparroso*

En el escarpe existente en la margen derecha del río Arga, en las proximidades de Falces, puede observarse cómo los materiales yesíferos de la 2^a U.T.S. presentan una serie de pliegues, sensiblemente paralelos, muy apretados, a veces con los planos axiales próximos a la horizontal, y pliegues tumbados con vergencias hacia el NE. Consideradas estas estructuras en conjunto describen un anticlinorio de orientación general ONO-ESE.

Sin embargo el tipo de estructuras que pueden observarse en detalle en esta zona no están repartidas al azar en toda la superficie del anticlinorio. Como suponemos que en el origen de esta diferenciación está involucrado el movimiento de la Falla de Falces, en el apartado siguiente se explica este fenómeno.

2.2.2.2 *Falla de Falces*

Dentro del anticlinorio de Falces-Caparroso, se pone en evidencia una falla de plano prácticamente vertical o con ligera vergencia hacia el SO, que ha elevado los materiales del bloque suroccidental, haciendo que incluso lleguen a aflorar los sedimentos detríticos más antiguos en esta zona (U. de Mués).

Observando el comportamiento de los materiales yesíferos a un lado y otro de esta alineación, se ve que las estructuras que afectan a los sedimentos situados en el bloque SO, presentan pliegues muy apretados y abundantes en un espacio muy corto, pero nunca llegan a ser tumbados ni a presentar una vergencia definida, mientras que las estructuras que afectan a los materiales del bloque nororiental están afectados por pliegues tumbados de vergencia NE. Interpretamos este fenómeno no como originado por esfuerzos tangenciales procedentes del SO, sino producido por el efecto de levantamiento del bloque SO de la falla, actuando sobre un material previamente abombado y plegado, y que favorecido por la plasticidad de estos materiales resbala y se pliegan en el bloque hundido, con vergencias hacia el NE.

2.2.3 Sinclinal de Peralta

Afecta a los materiales yesíferos de la 3^a UTS en la esquina SO de la hoja, en la zona de Peralta.

Tiene una orientación ONO-ESE, que es la misma que presentan el resto de las estructuras de la zona.

Es un pliegue de carácter isoclinal, con buzamientos en ambos flancos del orden de los 45°. Conforme una cubeta rellena posteriormente por materiales arcillosos rojizos pertenecientes a la 4^a U.T.S.

3 GEOMORFOLOGIA

En la caracterización geomorfológica de la hoja de Peralta hay que destacar en primer lugar la existencia de unos importantísimos depósitos de terrazas ligados a la red fluvial que ocupan la mayor parte de la hoja confiriéndole una morfología característica.

Podemos por tanto distinguir en la zona dos dominios claramente definidos. Por una parte el de los sedimentos terciarios aflorantes, en las que la componente estructural es preponderante y, por otra parte, el antes aludido y que podemos asimilar a dominio deposicional de origen fluvial, relacionando con los ríos Arga, Cidacos y Aragón.

En el primer dominio el volumen de relieve es escaso. El conjunto se resuelve con un modelado en suaves colinas y valles que, en la zona más occidental, donde las capas están afectadas por un plegamiento notable, dan lugar a la aparición de formas producidas por la distinta resistencia a la acción de los agentes externos modeladores del relieve. Así, se han reconocido *líneas de capas duras*, que dan lugar a *barras, hog-backs y cuestas* que, frecuentemente, presentan en su reverso morfologías en *chevron*.

Esta región puede ser considerada como una zona distal del piedemonte tafallés ubicado al Norte, inmediatamente al pie de las sierras oligocenas, cuyas últimas estribaciones más meridionales son observables en el ángulo NE de la hoja.

Como ya hemos señalado el rasgo geomorfológico más llamativo de la zona viene dado por la presencia de extensos depósitos fluviales que con su morfología característica confieren un aspecto peculiar al conjunto de la hoja.

Los principales cursos fluviales existentes son: el río Aragón, que transcurre por la parte meridional de la hoja con dirección sensiblemente E-W y el Cidacos y Arga que con clara dirección submeridiana atraviesan la hoja por su parte central y occidental respectivamente.

El río Aragón, que en el ámbito de la hoja se encuentra ya en su curso

medio distal, próximo a su desembocadura en el río Ebro, desarrolla una muy amplia llanura aluvial, en la que se incluyen las terrazas más bajas, (+5-8 m) que puede alcanzar varios Km de anchura. Por ella discurre el cauce actual, con elevada sinuosidad, lo que propicia la existencia de *meandros*, algunos de los cuales ya *abandonados* son reconocibles en dicha llanura, siendo igualmente evidente la presencia de *barras* laterales y centrales asociadas a dicho cauce.

En ambas márgenes son reconocibles un conjunto de *terrazas* en el que las que alcanzan mayor desarrollo son las ubicadas en cotas aproximadas de 10-15 m, 20-25 m y 33-35 m sobre el cauce actual. Hay que señalar que la complejidad del sistema es mayor ya que existen escarpes intermedios, de carácter local, de los que se ha prescindido en la cartografía dada su escasa representatividad.

Otro de los cursos fluviales importantes existentes en la hoja es el Cidacos, afluente por la derecha del Aragón y que se ubica en la zona central de la hoja por donde discurre con dirección N-S. Procede de la zona de piedemonte de Tafalla-Unzue, situada al Norte. En ese área los aportes laterales que darán lugar al río dan lugar a *glacis* más que a terrazas propiamente dichas. En el área de esta hoja, si bien se mantiene esa característica para la margen izquierda (sobre todo en la parte más septentrional) es dominante la existencia de un extenso conjunto de terrazas. Puede reconocerse un sistema en el que, como mínimo, deben señalarse, dado su carácter regional, los niveles situados a 8-10 m, 15-18 m, 25-30 m, 42-45 m y uno superior a 70-80 m sobre el cauce actual que, además, constituye la divisoria de aguas en este momento con el río Arga situado más al Oeste.

La mayor parte de estos niveles se concentran en la margen derecha del río, mientras que en la izquierda solamente están representados con claridad los más bajos que, además, se encuentran enlazados con morfologías de *glacis* procedentes de los relieves orientales. Su diferenciación cartográfica es problemática, motivo por el que aparecen en la misma agrupados sin solución de continuidad. Al Sur de Beire se reconocen unas formas asimilables a *dolinas aluviales* ubicadas en la zona de paso de la terraza al *glacis*.

Además de las citadas son reconocibles en este mismo sistema otras morfologías de *glacis* que se presentan como formas de enlace entre niveles de terrazas o bien tapizando vertientes entre zonas elevadas y deprimidas (zona de Pitillas).

El tercer río importante en la hoja es el Arga que transcurre, como el anterior, en dirección Norte-Sur por la parte más occidental y que también afluye al Aragón, en el que desemboca inmediatamente al Sur de la zona comprendida en esta hoja.

PERALTA

206
25 - 10

MAPA GEOMORFOLOGICO



LEYENDA

MODELO ESTRUCTURAL

- Barras
- Hondonadas y cuestas
- Chevrons
- Líneas de capa dura

MODELO DEPOSITACIONAL

- Valles de fondo plano, llanuras de inundación y terrazas bajas
- Cauces activos
- Barras laterales y centrales asociados a cauces activos
- Terrazas
- Meandros abandonados
- Glaciares
- Zonas de carácter endorreico
- Conos de desecación

OTRAS FORMAS

- Dolines aluviales
- Carrizales
- Barranco de incisión lineal
- Núcleos urbanos

Al igual que en el caso del Aragón presenta una extensa llanura de inundación + terrazas bajas que alcanza magnitud kilométrica, y donde pueden reconocerse con claridad morfologías de meandros abandonados. El sistema de terrazas asociado a su curso es menos importante que el de los ríos anteriores si bien los niveles de + 12-15 m y 28-32 m se encuentran frecuentemente representados, sobre todo en su margen izquierda. Un detalle importante a reseñar es la deformación sufrida por los depósitos de terrazas en la zona de confluencia con el Aragón debido a estar situadas sobre niveles yesíferos terciarios.

También debe destacarse en el ámbito de la hoja la existencia de un área con clara tendencia endorreica en la zona de Pitillas, donde se localiza una laguna actualmente funcional, así como una zona más al SE, al Norte de Santacara que presenta signos evidentes de haber sido un área endorreica hasta tiempos recientes. Asociado a la laguna de Pitillas aparecen unos escalonamientos leves, sobre materiales predominantemente arcillosos, que posiblemente correspondan a terrazas depositadas en momentos de mayor extensión de las aguas.

La red de menor orden presenta generalmente morfologías de valle de fondo plano, que en las zonas de cabecera pasa a clara incisión lineal llegando a reconocerse, en las zonas de litología favorable, la presencia de *cáravas*. A la salida de algún cauce de corto recorrido se pasa directamente de la zona angosta de incisión lineal a pequeños *conos de deyección*. En algunos casos (Zona de Peralta) la existencia de una alineación de relieve propicia la existencia de varios de estos barrancos próximos lo que da lugar a una coalescencia de conos que tapizan totalmente la ladera.

El relleno de los valles es fundamentalmente limo-arenoso y se debe a procesos de meteorización en vertiente de los materiales terciarios existentes, que se ven afectados por disgregación mecánica y disolución. La movilización se produce por dinámica de vertientes o a favor de los aportes longitudinales de los propios valles. No hay que descartar tampoco la acción eólica como agente movilizador de los residuos. En este sentido hay que señalar que en algunos niveles de terraza del río Cidacos han sido citados depósitos de esta naturaleza (MENSUA, S. 1960).

Finalmente señalar que las vertientes del área presentan una regularización bastante generalizada pudiendo observarse localmente, fenómenos de solifluxión actual.

4 HISTORIA GEOLOGICA

En este capítulo se dará una visión generalizada de la evolución tectónica y sedimentaria del sector abarcado por la hoja de Peralta, 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 en 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 flotan 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 y N respectivamente de la de Peralta. 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, depositada 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, a una precoz actividad diapírica.

En el Albiense ocurre una nueva pulsación tectónica de tipo epirogenético, correspondiente a la fase austriaca, 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 Conaciense-Maastrichtiense. En su mayor parte está caracterizado por facies y 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 Conaciense-Santoniense, Santoniense superior y gran parte del Campaniense a depósitos de plataforma externa, si bien puede apreciarse durante el Santoniense superior un leve impulso regresivo correspondiente a depósitos de plataforma externa proximal.

En el tránsito Santoniense-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 re-

presentado 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-Thanetense).

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. 2, 4 y 7 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 2^a 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 ocuparía 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 3^a 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 4^a 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 llenas 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 Peralta, hoy abandonadas por su baja rentabilidad, corresponden a las canteras para la extracción de yeso situadas en las proximidades de Peralta y Falces.

También se explotan graveras en diversos puntos de los valles de los ríos Arga y Aragón.

5.2 HIDROGEOLOGIA

Los recursos hídricos de la provincia de Navarra son relativamente bien conocidos 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 detallada.

En la actualidad la Comunidad Autónoma de Navarra se encuentra en condiciones muy favorables para 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 Peralta se ubica prácticamente en su totalidad en la unidad Sur, incluyendo además los Cuaternarios de los ríos Arga, Cidacos y Aragón.

La unidad hidrogeológica Sur está formada por los materiales del Terciario continental de la 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 pueden 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 arenisca que atravesen, 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, bicarbonatadas sulfatadas, cárnicas.

— 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 cárnicas y sódico cárlico-magnésicas).

— Las facies carbonatadas, que ocupan la parte central de la unidad, dan caudales muy pobres por presentarse las calizas muy compactadas y alternando con margas.

El aluvial de los ríos Arga y Cidacos son depósitos con una secuencia vertical muy sencilla, que varía desde gravas y arenas gruesas poco a nada consolidadas hasta limos y arcillas, sobre todo en la parte superior. En el río Cidacos los materiales son más finos. El espesor, según datos de Geofísica y de sondeos existentes, no sobrepasan los 20 m en el aluvial del río Cidacos. Los perfiles geofísicos muestran resistividades muy bajas lo que sugiere que su interés hidrogeológico es muy limitado aunque cerca de Olite las arenas arcillosas llegan a alcanzar espesores de 20 m. En cuanto al río Arga, la zona entre Larraga y Miranda de Arga por sus bajos valores de resistividad tiene también un interés limitado mientras que hacia el Sur, hasta Falces hay niveles detríticos de interés, aunque sus espesores oscilan entre los 10 y 15 m.

El aluvial del río Aragón es muy similar al del Ebro, con espesores del orden de los 20 m y con un elevado valor de resistividad, lo que sugiere que en su constitución 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 riesgo y de las inundaciones por desbordamiento de los ríos en épocas de crecidas.

En cuanto a las características químicas de las aguas subterráneas en los aluviales de los ríos representados en la hoja de Peralta tenemos:

— Río Aragón: Son de composición muy constante, de dureza media y mineralización notable. Por la composición iónica son bicarbonatadas cálcicas.

— Río Cidacos: Aguas duras y muy mineralizadas (bicarbonatado-sulfato cálcico).

— Río Arga: Aguas duras y de mineralización notable (clorurado sódico).

Las reservas totales, dentro de los cursos de los ríos en la provincia de Navarra son: Arga 95 Hm³, Cidacos 21 Hm³ y Aragón 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.

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.

BEROIZ, C. (1972).— “Mapa Geológico de España 1:50.000. Explicación de la hoja núm. 244 (Alfaro)”. *I.G.M.E. Madrid*.

BOMER, B. y RIBA, O. (1965).— Deformaciones tectónicas recientes por movimientos de yesos en Villafranca de Navarra”. *Com. C. 6-3 del Tono V. 1er 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. (1973).— “Mapa Geológico de España 1:50.000. Explicación de la hoja núm. 205 (Lodoso)”. *I.G.M.E. Madrid*.

- 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. Plant. 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)". *IGME*. Madrid.
- 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 IGME*. 90, pp. 53-76 Madrid.
- GARCIA SINERIZ, J. (1941).— "Investigación sísmica y gravimétrica en Sangüesa y Sos del Rey Católico". *Mem. IGME*. T. 44, pp. 2-26.
- GARCIA SINERIZ, J. (1941).— "Investigación sísmica en Puente la Reina – Obanos – Tirapu". *Me. IGME*. 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". *IGME*. pp. 1-113.
- KRAUSSE, H.F. (1971).— "The tectonical evolution of the Western Pyrénées núm. 111, pp. 69-96.
- LAMARE, P. (1936).— "Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne". *Mem. Soc. Geol. France*. núm. 5. mém. 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.
- 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". *Miscelánea Almela*. T. 1, núm. 7, pp. 159-186.
- MANGIN, J. Ph. (1958).— "Observaciones sobre la orogénesis pirenaica durante el período nummulítico". *Notas y Comunicaciones del IGME*, núm. 52, pp. 125-132. Madrid.
- MATTAUER, M. et SEGURET, M. (1971).— "Les relations entre la Chaine 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. 385-402.
- 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 Regnaciens n'y pas l'équivalent continental du Danien". *C.R. Somm. Soc. Geol. France*. 3 pp. 77-78.
- 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. Pirenaiis, núm. 104, 188 pp. Jaca.
- RIBA, O. (1955).— "Sur le type de sédimentation du Tertiaire continental de la part Ouest du Bassin de l'Ebro". *Geol. Bundeschan* T. 43, núm. 2, p. 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. Villafranchien de Villarroya. INQUA. Congr. Int. Madrid-Barcelona, p. 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. (1960).— "Algunas zonas especiales de las zonas subpirenaicas y de la cuenca del Ebro. *Notas y Comunicaciones del IGME*. Madrid.
- ROJAS, B.J. de; LATORRE, F. y FDEZ. 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-American. Geol. Econ.* T. 9, núm. 33, pp. 377-385. Madrid.
- RUIZ DE GAONA, M. (1952).— "Notas y datos para la Geología de Navarra". *CSIC*.
- RUIZ DE GAONA, M. (1952).— "Algunos datos geológico-paleontológicos sobre el Valle de La Barranca (Navarra)". *Actes 1^{er} Congre. Int. Est. Pyren.* pp. 5-14.
- 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, p. 157-182.
- SAAVEDRA, J.L. (1964).— "Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona pirenaica española". *Mem. IGME*. 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.; RIOS, J.M. y AL-

- MELA, A. (1950).— "Mapa Geológico de España. 1:50.000. Explicación de la hoja núm. 174 (Sangüesa)". *I.G.M.E.* Madrid.
- VALLE, A. del; MENDIZABLA, J. y CINCUNEGUI, M. (1934).— "Mapa Geológico de España 1:50.000. Explicación de la hoja núm. 206 (Peralta)". *I.G.M.E.* Madrid.
- VALLE, J. del y PUIGDEFABREGAS, C. (1978).— "Memoria explicativa de la hoja núm. 141 (Pamplona). MAGNA". IGME. 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 Pyrenäiden in Nordestlichen Navarra (Spanien)". *Munster Diss.* (Indédito).

BIBLIOGRAFIA TEMATICA

- ELLIOT, T.; APDS, G.; DAVIES, H.; EVANS, M.; GHIBAUDO, G. y GRAHANM, R.H. (1985).— "A structural and sedimentological traverse through the Tertiary foreland basin of the External Alps of SouthEast 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 Foreland Basins. Excursion Guidebook*, 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. Congres. Esp. Sedimentología*. Tomo IV. p. 241-352. Segovia. Abril 1984.
- RICCI LUCHI, F. y ORI, G.G. (1985).— "Synorogenia deposits of a migrating basin system in the NW Adriatia foreland: Examples from Emilia-Romagna region, northeom. Apennines". *International Symposium on Foreland 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