

**INFORME SEDIMENTOLOGICO DE
LA HOJA DE PINA DE EBRO (28-16)
MAYO/95**

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.

ÍNDICE

	Págs.
1.- INTRODUCCION	1
1.1. SITUACION GEOGRAFICA	2
1.2. SITUACION GEOLOGICA	2
1.3. METODOLOGIA DE TRABAJO	3
1.4. NOMENCLATURA	3
2.- ESTRATIGRAFIA	5
2.1. JURASICO	6
2.1.1. Litoestratigrafía del jurásico. Descripción de facies	6
2.1.1.1. Ambiente deposicional de plataforma carbonatada interna	7
2.1.1.2. Ambiente deposicional de plataforma carbonatada	8
2.1.2. Cronoestratigrafia del jurásico. Estratigrafía secuencial	9
2.1.2.1. Secuencia del Kimmeridgiense inferior	9
2.1.2.2. Secuencia del Kimeridgiense superior	10
2.2. TERCIARIO	10
2.2.1. Litoestratigrafia. Descripción de facies	12
2.2.1.1. Ambiente deposicional de abanico aluvial	14
2.2.1.1.1. Facies de relleno de paleocanales	17
2.2.1.1.2. Facies de llanura de inundación	19
2.2.1.2. Ambiente deposicional lacustre-palustre	20
2.2.1.2.1. Facies lacustre-palustre	20
2.2.1.2.2. Facies lacustres	21
2.2.1.3. Ambiente deposicional de margen de lago salino	22
2.2.1.4. Ambiente deposicional de lago salino	22

	Pags.
2.3. BIOESTRATIGRAFIA	23
2.4. CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL	24

INDICE

ÍNDICE

	Págs.
1.- INTRODUCCION	1
1.1. SITUACION GEOGRAFICA	2
1.2. SITUACION GEOLOGICA	2
1.3. METODOLOGIA DE TRABAJO	3
1.4. NOMENCLATURA	3
2.- ESTRATIGRAFIA	5
2.1. JURASICO	6
2.1.1. Litoestratigrafía del jurásico. Descripción de facies	6
2.1.1.1. Ambiente deposicional de plataforma carbonatada interna	7
2.1.1.2. Ambiente deposicional de plataforma carbonatada	8
2.1.2. Cronoestratigrafia del jurásico. Estratigrafía secuencial	9
2.1.2.1. Secuencia del Kimmeridgiense inferior	9
2.1.2.2. Secuencia del Kimeridgiense superior	10
2.2. TERCIARIO	10
2.2.1. Litoestratigrafia. Descripción de facies	12
2.2.1.1. Ambiente deposicional de abanico aluvial	13
2.2.1.1.1. Facies de relleno de paleocanales	15
2.2.1.1.2. Facies de llanura de inundación	18
2.2.1.2. Ambiente deposicional lacustre-palustre	19
2.2.1.2.1. Facies lacustre-palustre	19
2.2.1.2.2. Facies lacustres	20
2.2.1.3. Ambiente deposicional de margen de lago salino	21
2.2.1.4. Ambiente deposicional de lago salino	21

2.3.	BIOESTRATIGRAFIA	22
2.4.	CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL	23

1.- INTRODUCCION

1.- INTRODUCCION

1.1. SITUACION GEOGRAFICA

La zona estudiada comprende el territorio ubicado en la hoja 1:50.000 de Pina de Ebro (28-16). El área se enmarca dentro del sector centro-meridional de la Cuenca del Ebro, y en parte corresponde a la comarca natural de Los Monegros. Administrativamente pertenece a la provincia de Zaragoza, salvo la esquina suroriental de la hoja que pertenece a Teruel.

1.2. SITUACION GEOLOGICA

Desde el punto de vista geológico los materiales más antiguos que afloran en la hoja de Pina de Ebro, pertenecen al Jurásico superior (Kimmeridgiense). Se trata de paquetes de calizas y margocalizas de las formaciones **Ritmita calcárea de Loriguilla** y **Calizas con oncolitos de Higueruelas** que se encuentran formando pequeñas estructuras de orientaciones comprendidas entre E-O y N-S, dispersas en el cuadrante SO de la hoja. Sobre ellos y discordantes se encuentran los sedimentos que colmaron la Cuenca del Ebro durante gran parte del Oligoceno Superior y del Mioceno. Esta cuenca, desde el Paleoceno hasta la actualidad, se ha comportado como una cuenca de antepaís, cuya evolución está relacionada con la de los orógenos que la circundan (PUIGDEFABREGAS et al., 1986): El Pirineo, por el N, la Cordillera Costero Catalana, por el SE y la Cordillera Ibérica por el SO. A grandes rasgos, durante el Paleoceno y el Eoceno inferior, en la parte septentrional de la cuenca se desarrollaba el dominio de una sedimentación marina y, en los márgenes de la misma, el dominio de una sedimentación continental. Durante el Eoceno medio y superior, la cuenca era marina y, dentro de ella, se desarrollaron **fan deltas**, cuya área fuente estaba principalmente ubicada en Los Catalánides (**fan deltas de Montserrat y de St. Llorenç del Munt**) y en Los Pirineos (**fan deltas del Puigsacalm**). A finales del Eoceno, en la cuenca tuvo lugar una regresión marina generalizada, que provocó, desde el Eoceno

terminal, hasta el Mioceno medio, el desarrollo de abanicos aluviales en los márgenes de la cuenca y el desarrollo de una sedimentación lacustre, en las partes centrales de la misma.

Según los conocimientos actuales, se puede afirmar que durante el Oligoceno, existían dos depocentros de sedimentación fluvio-lacustre dentro de la Cuenca: un depocentro oriental, situado en la parte catalana de la Depresión del Ebro, y un depocentro occidental, situado en el área de Navarra. Sin embargo, durante el Mioceno, la paleogeografía de la cuenca era substancialmente diferente, puesto que el depocentro de sedimentación fluvio-lacustre se halla situado, principalmente, en la parte Aragonesa de la Depresión.

La zona de estudio se halla en la zona sur-oriental de la parte aragonesa de la Depresión del Ebro y, los materiales que configuran el territorio poseen una edad comprendida entre el Oligoceno superior (Chattense) y el Mioceno medio (Vallesiense).

1.3. METODOLOGIA DE TRABAJO

El estudio de la zona, se ha realizado sobretodo en base a la cartografía geológica a escala 1:50.000 de la hoja de Pina de Ebro (28-16). También se han levantando un total de 11 columnas sedimentológicas de detalle y se han recogido 50 muestras, con las que se ha realizado los estudios petrográficos, micropaleontológicos, de Rayos X en las arcillas, y un análisis en el nivel piroclástico.

1.4. NOMENCLATURA

En este apartado, se definen los principales términos que se utilizan en el presente informe sedimentológico.

UNIDAD GENETICO-SEDIMENTARIA: Utilizamos dicho término para definir a un conjunto de materiales genéticamente relacionados, y limitados por discordancias, o por sus respectivas paraconformidades (s.s. MITCHUM et al., 1977). Esta definición, corresponde a la de secuencia deposicional (s.s. VAIL et al., 1977), para sedimentos marinos y, también a la de **hinterland sequences** (VAIL et al., 1977), para sedimentos continentales. Debido a la ausencia de un modelo bien establecido en cuencas continentales (VAN WAGONER et al., 1990), preferimos utilizar el término de unidad genético-sedimentaria.

SISTEMA DEPOSICIONAL: Con este término se entiende a una asociación tridimensional de litofacies, formada por un conjunto de ambientes relacionados fisiográficamente (s.s. FISCHER Y McGOWEN, 1967 y SCOTT Y KIDSON, 1977).

AMBIENTE DEPOSICIONAL: condiciones biológicas, químicas y físicas, deducidas a partir de grupos de litofacies (SCOTT Y KIDSON, 1977).

2.- ESTRATIGRAFIA

2.- ESTRATIGRAFIA

En este informe describiremos por separado las características sedimentológicas de los materiales mesozoicos (Jurásico) que caracterizan a la Cordillera Ibérica, de las de los materiales terciarios que configuran la Depresión del Ebro.

2.1. JURASICO

Los afloramientos de los materiales del Jurásico superior se encuentran dispersos por el cuadrante suroeste de la hoja de Pina de Ebro, constituyendo pequeñas superficies, parcialmente cubiertas por depósitos terciarios, que por lo general han sido objeto de explotación.

Pertenecen a lo que se ha denominado tradicionalmente como Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica.

El Jurásico de la región está compuesto por un conjunto potente de rocas carbonatadas con tramos intercalados de margas y margocalizas que han sido subdivididas en una serie de unidades litoestratigráficas por GOY, A. *et. al* (1976), GO-MEZ, J.J. (1979) y GOMEZ, J.J. y GOY, A. (1979), cuya distribución vertical puede observarse en la Figura 1. De estas unidades solamente las del Kimmeridgiense han sido utilizadas en la cartografía de la hoja de Pina de Ebro.

2.1.1. LITOESTRATIGRAFIA DEL JURASICO. DESCRIPCION DE FACIES

El conjunto de los materiales descritos en el apartado anterior, constituyen una serie dominanteamente carbonatada, depositada en ambientes marinos.

Estos materiales presentan asociaciones de facies correspondientes a dos ambientes deposicionales diferentes.

2.1.1.1. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE PLATAFORMA CARBONATADA INTERNA

Está representada por los carbonatos de la Fm. Calizas con oncolitos de Higueruelas.

Ha sido estudiada en la columna estratigráfica 01-BALSA NUEVA, donde afloran 23 m, constituidos en la base y techo por calizas bioclásticas y oncolíticas, grises, en bancos de 0,5 m de potencia, con un tramo intermedio de calizas bioconstruidas, tipo biohermo o biostromo, y oncolíticas, blanquecinas muy recristalizadas.

A diferencia de la Fm. Ritmita calcárea de Loriguilla, en esta, las estructuras sedimentarias son más abundantes y visibles, presentando estratificaciones cruzadas, de tipo planar y en surco, ripples y bioturbación de moderada a abundante.

En los afloramientos citados anteriormente se suelen encontrar dos tipos de facies, interrelacionadas entre si, predominando una u otra en cada punto en concreto:

- **Facies de plataforma interna de alta energía:** representada por shoals oncolíticos, de geometría lenticular. Son las más abundantes en la hoja de Pina de Ebro.
- **Facies bioconstruidas:** en las que la estructura tipo mud mound se desarrolla en zonas protegidas de mínima energía. Corresponden a masas lenticulares (biohermos) superpuestas. En la columna citada, los biostromos están bien representados por cuerpos estratiformes, de unos 2 m de potencia, en los que se aprecian corales ramosos en posición de vida.

Al microscopio, en la base de la serie predominan las calizas con texturas mudstone-wackstone con bioclastos (sobretodo, miliólidos y fragmentos de bivalvos y equinídos) y siliciclastos (cuarzo, feldespato, mica biotita y moscovita y óxidos de hierro, generalmente angulosos). Hacia el techo, estas calizas van adquiriendo paulatinamente texturas packstone-grainstone con bioclastos (foraminíferos, fragmentos de braquiópodos, gasterópodos, puas de equinídos, briozoos, moluscos y algas) y otros aloquímicos, tales como, oncolitos, intraclastos, ooides y agregados. A la vez que aumenta el porcentaje de estos componentes carbonáticos, disminuye el contenido en siliciclastos hasta llegar a cantidades accesorias (1%), a excepción de los estratos del techo de la serie, en la que vuelven a aparecer siliciclastos en porcentajes de incluso el 10%.

2.1.1.2. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE PLATAFORMA CARBONATADA

Representada por las facies margo-carbonatadas de la Fm. Ritmita calcárea de Loriguilla.

Se ha reconocido, detalladamente en la columna estratigráfica 01-BALSA NUEVA (681.300 y 4.584.300) donde se han medido 32 m de una alternancia, de aspecto rítmico, de calizas, margas y margocalizas de aspecto brechoide, de tonos grises y negruzcos, en capas de 20 a 50 cm. Son **mudstone** limosos y localmente bioclásticos. Al microscopio son biomicroesparitas con siliciclastos.

Las estructuras sedimentarias son muy escasas y por lo general borrosas, algunas se han interpretado como estratificaciones cruzadas y ripples a techo de las capas de calizas.

Estos materiales se distribuyen en secuencias, de unos 50 cm de potencia, formados por un cuerpo carbonatado en la base, con estratificación cruzada y ripples a techo, y encima un cuerpo margoso.

Se generarían en medios tranquilos, por debajo del nivel de base del oleaje, en una plataforma submareal.

2.1.2. CRONOESTRATIGRAFIA DEL JURASICO. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL

En base a las interrupciones sedimentarias y a las discordancias cartográficas regionales existentes en la serie Jurásica, se caracterizan las siguientes secuencias deposicionales (*sensu* MITCHUM *et. al* 1977):

- a) **Secuencia del Kimmeridgiense inferior:** constituida por las formaciones Margas de Sot de Chera (no aflorante en la hoja de Pina) y Ritmita calcárea de Loriguilla.
- b) **Secuencia del Kimmeridgiense superior;** formada por la Fm. Calizas oncolíticas de Higueruelas.

2.1.2.1. SECUENCIA DEL KIMMERIDGIENSE INFERIOR

Regionalmente sobre la superficie ferruginosa del techo de la Formación Chelva, se disponen las margas de la Fm. Sot de Chera que representan la instalación de una plataforma interna somera. Constituyen secuencias de escala decimétrica, constituidas por un término inferior de margas arenosas, con estructuras de ordenación interna y restos fósiles y un término superior siliciclastico, con base canaliforme y estructuras de corriente. Posteriormente, durante la sedimentación de la Fm. Ritmita calcárea de Loriguilla, las condiciones de depósito seguirían siendo las de un medio tranquilo, por debajo del nivel de base del oleaje, en una plataforma submareal.

2.1.2.2. SECUENCIA DEL KIMMERIGIENSE SUPERIOR

En este sector de la Cordillera Ibérica la Fm. Calizas con oncolitos de Higueruelas se encuentra sobre una discontinuidad sedimentaria marcada por una superficie ferruginosa bioturbada. Presenta secuencias correspondientes a una plataforma interna de alta energía, formadas por montículos oncolíticos-oolíticos, con desarrollo de mud-mound con corales, asociados a sedimentos micríticos bioclásticos (estos materiales corresponden a zonas protegidas de la plataforma).

Sobre ellas se disponen localmente secuencias de lagoon restringido formadas por margas de tonos amarillentos y salmón, con niveles detríticos y brechoides que reflejan la influencia ocasional de tempestades.

2.2. TERCARIO

Dentro de la zona estos materiales pueden agruparse en dos dominios litológicos diferentes: la mitad meridional de la hoja está constituida por una alternancia, a grandes rasgos, de facies margocarbonatadas de origen lacustre-palustre y de facies detríticas, formadas por arcillas y areniscas, de origen fluvial. La mitad septentrional corresponde al predominio de las facies yesíferas y margo-yesíferas correspondientes a ambientes de lago salino y margen de lago salino (Fig. 2). La totalidad de los materiales que afloran en la zona meridional de la hoja corresponden a los Miembros Calizas de Bujaraloz y de Sástago de la Formación Alcubierre, y al Miembro Areniscas de Escatrón de la Formación Caspe (QUIRANTES, 1969). Los materiales yesíferos que configuran la mitad septentrional de la hoja forman parte del Miembro Retuerta de la Formación Zaragoza. (QUIRANTES, 1969).

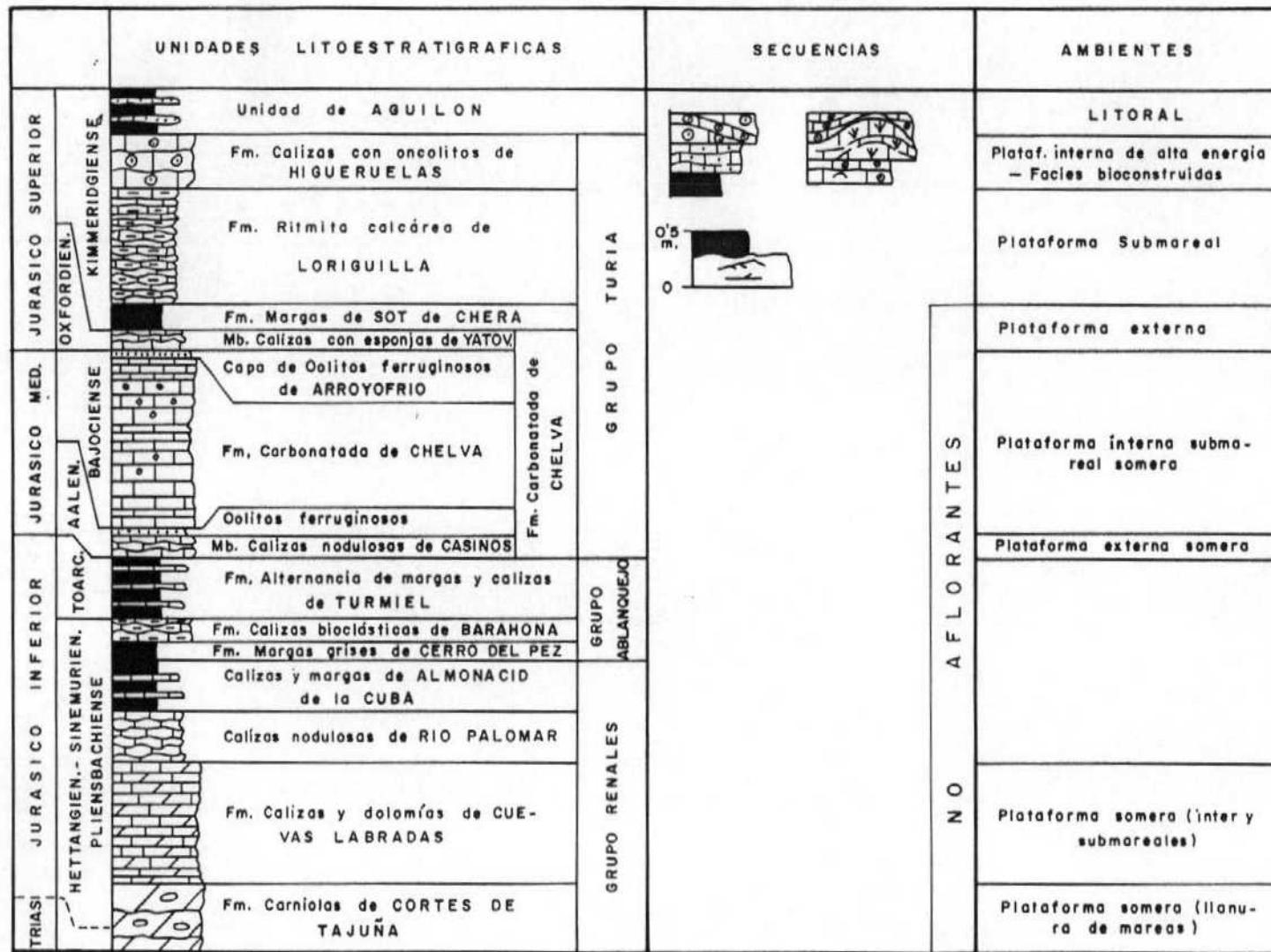


Fig. 1. - Cuadro de unidades litoestratigráficas del Jurásico definidos en la Cordillera Ibérica.

Cabe mencionar que los depósitos de origen aluvial incluidos en el dominio meridional de la hoja tienen procedencia de la Cordillera Ibérica. De la misma forma, los materiales aluviales distales intercalados entre las facies margo-yesíferas de la mitad septentrional posiblemente provengan de la Cordillera Pirenaica, representando partes muy distales del sistema deposicional de Huesca definido por HIRST Y NICHOLS (1986).

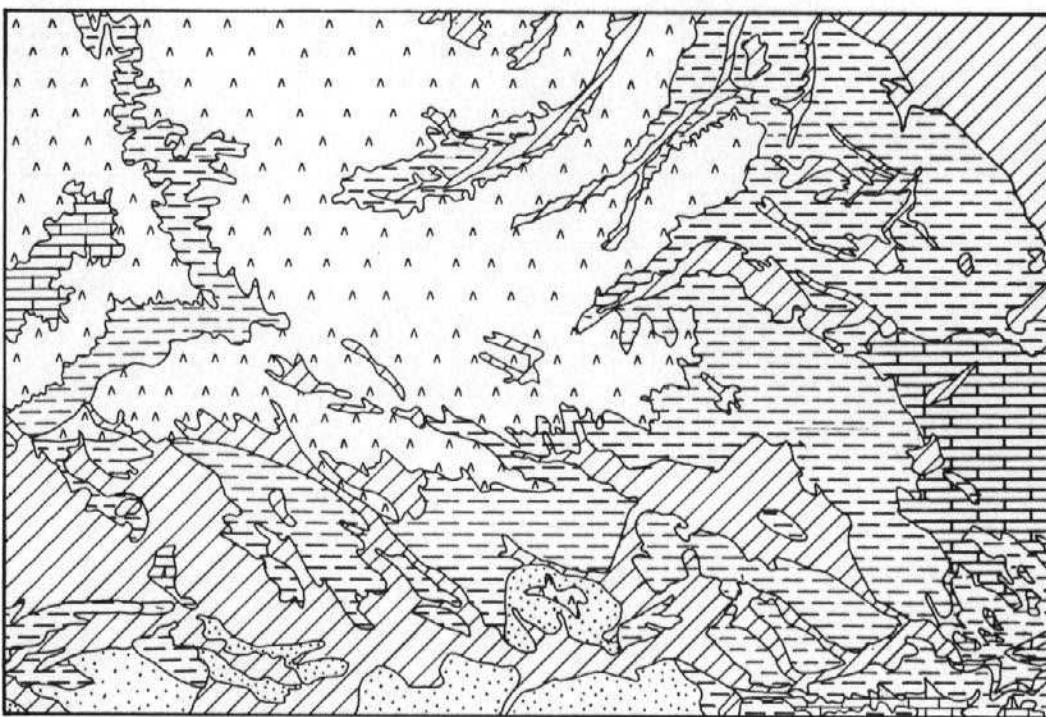
Este conjunto de materiales en la hoja de Pina de Ebro se organiza en 8 ciclos o unidades genético-sedimentarias que posteriormente serán descritas.

2.2.1. LITOESTRATIGRAFIA. DESCRIPCION DE FACIES

Los materiales descritos de manera general en el apartado anterior, atendiendo a las facies que los configuran pueden agruparse en cuatro ambientes deposicionales distintos (ver Figura 2).

- A) **Ambiente deposicional de abanico aluvial:** Tiene mayor desarrollo en el cuadrante suroccidental de la zona, donde lo constituyen las facies fluviales que forman parte de los sistemas deposicionales procedentes de la Cordillera Ibérica. También los materiales lutíticos intercalados entre los carbonáticos y yesíferos en los sectores oriental y septentrional de la hoja, forman parte de este ambiente deposicional. La unidad cartográfica número 14, que se extiende a lo largo de la mitad N de la hoja y presenta facies lutíticas posiblemente tenga una procedencia pirenaica.
- B) **Ambiente deposicional lacustre-palustre:** Su mayor desarrollo se alcanza en el cuadrante suroriental de la hoja. Está formado principalmente por facies carbonatadas y margosas, las cuales se intercalan con facies terrígenas aluviales.

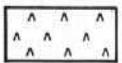
PINA DE EBRO (28-16)



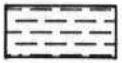
Zonas sin afloramiento



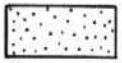
Sedimentos lacustres y palustres



Sedimentos de lago salino



Sedimentos de borde de lago salino



Sedimentos detriticos de abanico aluvial

Fig. 2.- Distribución de facies del terciario

- C) **Ambiente deposicional de margen de lago salino:** los depósitos que forman este ambiente deposicional se hayan representados por las facies arcillosas que se intercalan con paquetes margo yesíferos, que se extienden por la zona N de la hoja.
- D) **Ambiente deposicional de lago salino:** Los depósitos correspondientes a este ambiente deposicional están representados, al igual que los anteriores, en la mitad septentrional de la hoja, donde adquieren características predominantes.

2.2.1.1. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE ABANICO ALUVIAL

En la mitad meridional y parte del sector nor-oriental de la hoja se distinguen las facies correspondientes a un origen fluvial-aluvial de sistemas deposicionales de procedencia Ibérica.

En la hoja se diferencian tres tipos de series que constituyen cada una de ellas a las distintas partes del sistema aluvial, las partes proximales, medias y distales.

La naturaleza de cada una de ellas es, para la parte proximal, facies conglomeráticas-areniscosas alternando con arcillas, para la parte media facies pelítico-arenosas, alternando con materiales carbonatados y para las partes distales, facies yesíferas-pelíticas alternando con calizas.

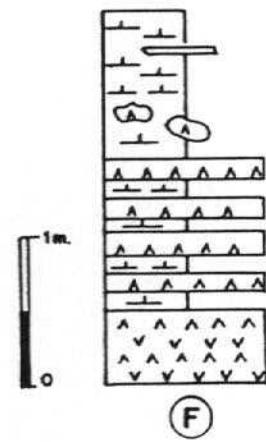
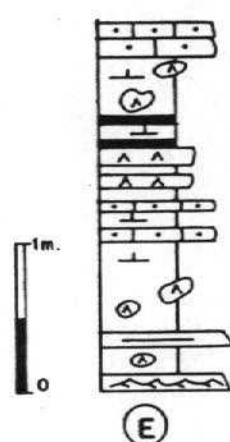
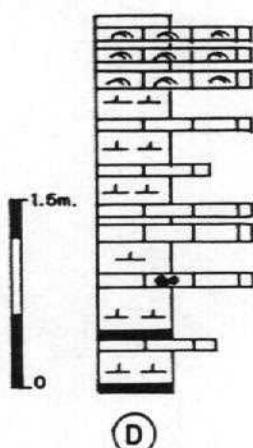
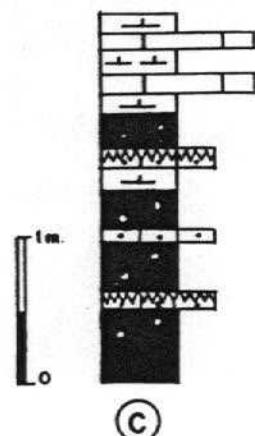
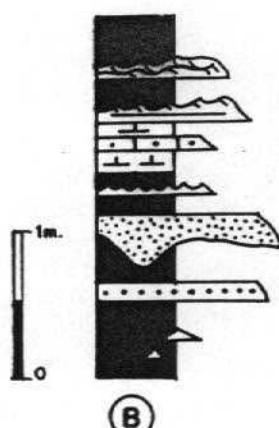
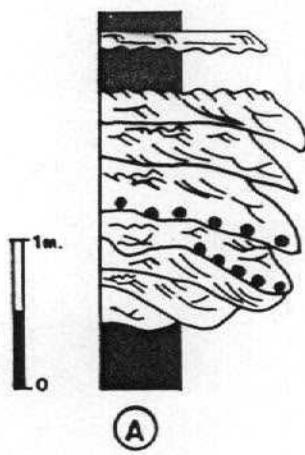
La potencia de los tramos con predominio de facies fluvio-aluviales supera los 200 m aflorantes, habiéndose estudiado de manera parcial en las secciones de Zona Carbonera (02 y 08), Puebla de Albortón (03), Barranco de Lopin (04), Los Poyos (05), Tomillar (06), Corral de la Luna (09), Corral de la Boticaria (10), Corral del Monto (11).

La serie sintética correspondiente a las distintas partes del sistema aluvial son las siguientes:

Para las partes proximales del sistema fluvio-aluvial la serie sintética consiste en tramos conglomeráticos de base erosiva y tramos de arenisca con base erosiva y base tabular, alternando con arcillas y niveles de calcisiltitas, correspondientes a periodos de encharcamiento (Fig. 3A). Estas facies se encuentran en la parte meridional de la hoja y sobre todo en el cuadrante suroccidental. Los bancos conglomeráticos corresponden a facies de canal y los bancos areniscosos corresponden a facies de depósitos de desbordamiento "sheet-flood" (Fig. 3B). No presenta una ciclicidad de facies características, ni se repite en el mismo orden de magnitud en las distintas columnas de las distintas unidades. Sin embargo, se ha observado una secuencia que corresponde a los siguientes tramos cartografiados 7, 11, 17 y 20. Su descripción sería: presencia de una base canaliforme conglomerática que pasa a arenas y que termina con calizas bioturbadas. En las columnas 10 y 11 se encuentran multicanales de arenas que se cortan unos a otros entre unas arcillas y niveles yesíferos.

En la parte meridional de la zona estudiada, se pueden distinguir un total de 4 unidades genético-sedimentarias, cada una de las cuales posee las características mencionadas.

Para las partes medias del sistema fluvio-aluvial, la serie sintética consiste en una alternancia de tramos arcillo-arenosos y de tramos carbonatados correspondientes al ambiente deposicional lacustre-palustre. Los tramos lutítico-arenosos están formados básicamente por arcillas anaranjadas y rojizas entre los que se intercalan bancos areniscosos canaliformes y tabulares. Los bancos de areniscas canaliformes corresponden al relleno de paleocanales de ríos meandriformes, y son predominantes en el cuadrante sureste de la hoja, mientras que tanto las areniscas tabulares como las lutitas corresponden a depósitos de desbordamiento (**Crevasse-splay**). En conjunto, presentan una asociación de facies que va desde las zonas



A - FACIES DE RELLENO DE PALEOCANALES DE RIOS MEANDRIFORMES. BARRAS DE MEANDRO

B - FACIES DE LLANURA DE INUNDACION

C - SECUENCIAS DE FACIES PALUSTRES

D - SECUENCIAS DE FACIES LACUSTRES

E - SECUENCIAS DE FACIES DE MARGEN DE LAGO SALINO

F - SECUENCIAS DE FACIES DE LAGO SALINO

LEYENDA

FIG. 3. - SECUENCIAS DE FACIES REPRESENTATIVAS DE LOS AMBIENTES DEPOSICIONALES QUE SE DESARROLLAN EN LA HOJA DE PINA DE EBRO (28-16)

medias de abanicos aluviales, en la esquina SE, hasta las zonas distales en el resto de la hoja. Cabe señalar que, en la sucesión estratigráfica, el paso de las facies fluviales a las facies carbonáticas mencionadas, se realiza de forma transicional, mientras que el paso de las facies carbonáticas a las siguientes facies terrígeno-aluviales, suprayacentes, es brusco. Esto da lugar a una sucesión de carácter cíclico, la cual se repite diversas veces en la vertical. Cada uno de estos ciclos o unidades genético-sedimentarias, en la base, está formado por un predominio de facies terrígenas, y, hacia techo, por un predominio de carbonatos de origen lacustre-palustre. En la parte meridional de la zona estudiada, se pueden distinguir un total de 3 unidades genético-sedimentarias, cada una de las cuales posee las características mencionadas.

Correspondiendo a las partes distales del sistema fluvio-aluvial se encuentran facies predominantemente pelítico-yesíferas. Presentando edafizaciones generalizadas, con las arcillas varioladas y calizas muy bioturbadas. Se encuentran en dos unidades cartográficas correspondiendo a los tramos 10 y 12 de la cartografía.

2.2.1.1.1. Facies de relleno de paleocanales

Los paleocanales que constituyen la parte proximal de los sistemas deposicionales de procedencia Ibérica y que se desarrollan en la parte suroccidental de la hoja, poseen dos tipos de facies características. Las facies de canal y las facies de sheet flood. Las facies de canal son de litología conglomerática y areniscosa, con morfología claramente canaliforme, con base erosiva que pasan progresivamente a areniscas, con cicatrices internas y pequeños lentejones de arena fina y/o arcilla. Oscilan entre 0,5- 3 m de espesor con textura granosostenida y secuencias positivas (Fig. 3A).

Las facies de "sheet flood", producidas por flujos de desbordamiento, están formado por cuerpos de arenisca de orden decimétrico a métrico presentando morfología canaliforme y tabular con granolometría uniforme, presentando cantos

de mayor tamaño sueltos o formando alineaciones. Este tipo de depósito presenta intercalaciones con calizas limosas, manifestando períodos de no sedimentación, encharcamiento y precipitación de carbonato con el desarrollo de raíces, encontrando en todo el depósito señales importantes de edafizaciones, como rizocreciones y moteados de reducción.

Las estructuras sedimentarias que presentan con la mayor proporción son las estratificación cruzadas en surco. Según estas características, estos bancos de conglomerados y areniscas corresponden a barras de gravas y arenas de ríos braided.

Los paleocanales que constituyen la parte media-distal de los sistemas deposicionales de procedencia ibérica y que se desarrollan en el tercio meridional de la hoja, poseen características comunes: normalmente se organizan en bancos de areniscas de grano medio y fino, eventualmente grueso, con espesores comprendidos entre los 40 cm y 6 m. Los más potentes presentan superficies de reactivación, en ocasiones marcadas por cantos blandos. Estas superficies individualizan a cuerpos areniscosos que presentan a su vez superficies de acreción lateral. Entre las superficies de acreción lateral se desarrollan cortes de láminas, dentro de las cuales existe una gradación de estructuras sedimentarias que, de base a techo, consisten en estratificación cruzada en surco, estratificación cruzada planar y finalmente, **ripples** de corriente que en ocasiones son de tipo climbing-ripples. Según estas características, estos bancos de arenisca corresponden a **point-bars** de ríos meandriformes, mientras que las superficies de reactivación individualizan a diferentes **scroll-bars**.

En algunos cuerpos areniscosos, con granulometría de arena fina y media, no se observan cicatrices de acreción lateral, sino simplemente el relleno de laminación cruzada planar y ripples de corriente a techo. Estos cuerpos se interpretan como el relleno de paleocanales de ríos de baja sinuosidad.

2.2.1.1.2. Facies de llanura de inundación

Estos depósitos se intercalan entre las facies de relleno de canal, descritas en el apartado anterior, así como entre las facies lacustre-palustres que se extienden por el sector suroriental de la hoja y entre las facies de lago salino y margen de lago salino de la mitad norte. Su descripción se realiza en función de los datos obtenidos en todas las series realizadas excepto. Corresponde a las facies fluvio-aluviales distales.

En general, consisten en lutitas de tonos rojizos y anaranjados, localmente varioladas, que a menudo presentan señales de procesos edáficos. Tales como moteados de reducción y moldes verticales de raíces.

Entre las lutitas se intercalan niveles de yeso, de espesor variable de centimétrico a decimétrico, siendo las litofacies predominantes alabastrinas. Los niveles de yeso se intercalan en las arcillas tanto en el sur como en el Norte de la hoja, siendo mas abundantes hacia el Norte. Esta asociación pelítico-yesífera de la zona nororiental que presenta edafizaciones, forma el tramo 10 cartografiado, representando en esta zona el techo del ciclo.

Hacia el Sur, entre las lutitas, son frecuentes las intercalaciones con niveles centimétricos y decimétricos de areniscas, generalmente de grano fino y medio.

Estas, internamente, o bien son masivas o bien presentan laminación paralela en la base y ripples de corriente a techo de las capas. En ocasiones se encuentran bioturbadas. Hacia el Norte, predominan las gipsarenitas.

Las capas de arenisca y tambien las lutitas fueron depositadas por flujos de desbordamiento en zonas mas distales que los anteriormente descritos de los paleocanales. Localmente tambien pueden existir intercalaciones de calizas limosas y micríticas, de espesor centimétrico y de escasa continuidad lateral, productos de

encharcamientos locales desarrollados en la llanura de inundación. (ver figura 3B):

2.2.1.2. AMBIENTE DEPOSICIONAL LACUSTRE-PALUSTRE

Observando la fig. 2 se vé que las áreas de afloramiento de este ambiente se encuentran en la mitad sur de la hoja de Pina de Ebro, encontrándose un área pequeña en la zona noroccidental. Se trata de niveles carbonatados con espesores comprendidos entre los 2 y 10 m. en la zona oriental, pero en la zona occidental los espesores varían de 40-80 m.

De manera general, estas facies lacustre-palustre se hacen dominantes hacia el techo de las unidades genético-sedimentarias, y se encuentran representadas en las secciones, Barranco de Lopin (04), Zona Carbonera (02-08), Corral de La Luna (09) y Tomillar (06).

Dentro de este ambiente deposicional, se pueden diferenciar dos asociaciones de facies diferentes: a) Una asociación de facies constituida por tramos limo-arcillosos, con señales de edafización y con intercalaciones de carbonatos, que corresponde a facies lacustre-palustres, y b) Una asociación de facies constituida básicamente por una alternancia de margas y de carbonatos, que corresponderían a facies lacustres y que se han diferenciado cartográficamente cuando su espesor y/o condiciones de afloramiento así lo han permitido.

2.2.1.2.1. Facies lacustre-palustre

Consisten en capas generalmente centimétricas y de un máximo 0,3 m de naturaleza carbonatada, con contenidos en limo, alternantes con lutitas rojas mayoritariamente o versicolores.

Los tramos lutíticos suelen presentar señales de procesos edáficos, tales como marmorizaciones y/o huellas de raíces en posición de vida, y hacia techo pasan a margas que a su vez suelen culminar con capas de calizas de pequeño espesor. (Fig. 3C).

Las calizas limosas suelen ser de color beige, muy perforadas por raíces y presentan abundante porosidad móldica de gasterópodos. El contenido fosilífero es abundante con charáceas, ostrácodos y fragmentos de gasterópodos. Se encuentran representadas en la columna 04 y 06. En menor proporción también se intercalan cuerpos de arena de forma canalizada, de arena muy fina poco consolidada y niveles de yeso blanco o tabular o nodular alabastro.

2.2.1.2.2. Facies lacustres

Consisten básicamente en una alternancia de margas y de calizas, en ocasiones con intercalaciones lutíticas.

En general, los materiales margo-carbonatados que constituyen esta asociación de facies, se organizan en ciclos elementales con margas en la base, entre las que se intercalan algunos niveles margo-calcáreos, que a techo pasan a niveles de calizas micríticas y biomicríticas que frecuentemente presentan estructuras tractivas del tipo de ripples de oscilación, que dan lugar a planos de estratificación ondulados. (Fig. 3D).

La bioturbación de los bancos calcáreos es muy abundante, presentando intensas perforaciones por raíces produciendo un pseudomicrokarst o brechificaciones y nodulaciones en la totalidad del nivel de la caliza. Su contenido en materia orgánica y restos fosilíferos es abundante. Corresponden a secuencias de somerización.

2.2.1.3. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE MARGEN DE LAGO SALINO

Los sedimentos depositados en este ambiente deposicional están muy poco desarrollados en la hoja, únicamente en la zona septentrional se podría caracterizar este tipo de depósito. Esto es debido a que al estar situada la hoja de Pina de Ebro en un extremo de la Cuenca del Ebro, el cambio lateral de facies es brusco, pasando de facies aluviales proximales a facies de lago salino en pocos kilómetros, siendo poco representativas las facies de margen de lago salino.

Estas facies, consisten desde el punto de vista litológico, en arcillas rojas entre las que se intercalan paquetes yesíferos de orden métrico, con texturas sacaroides, alabastrinas o finamente laminadas, o bien con estructura nodular, intercalados con margas. La potencia del tramo de 10-15 m.

Eventualmente, las margas incluyen niveles decimétricos de calizas micríticas, en ocasiones algo limosas, de facies lacustre-palustre. La secuencia tipo para estas facies viene reflejada en la Figura 3E. Únicamente está presente en dos unidades genético-sedimentarias.

2.2.1.4. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE LAGO SALINO

Los sedimentos correspondientes a este ambiente deposicional se localizan en la mitad septentrional de la hoja, teniendo un área de afloramiento extenso.

Su estudio sedimentológico se ha realizado mediante la sección de Mediana (07) donde se han medido 45 m de potencia.

Litológicamente se trata de depósitos constituidos por una alternancia de capas de yeso estratificadas, de forma tabular y niveles margosos que pueden incluir niveles nodulares de yeso y alguna intercalación carbonatada.

Los ciclos elementales de facies se organizan de forma parecida a los que caracterizan el ambiente de margen de lago salino (ver figura 3F) (SALVANY, 1989 A, y 1989 B, y HERNANDEZ et al, 1991).

Se trata de ciclos de escala métrica que, si se presentan completos, se organizan de muro a techo de la forma siguiente: yesos tabulares, margas con yeso nodular y calizas, aunque el último término de la secuencia suele estar ausente.

2.3. BIOESTRATIGRAFIA

La datación cronoestratigráfica de la parte inferior de estos materiales (1^a unidad genético-sedimentaria), se conoce con bastante precisión en el área de Fraga, gracias a los yacimientos de micromamíferos (Fraga-6 y Fraga-7) estudiados por AGUSTI et al. (1988). Estos estudios permiten incluir al primer ciclo sedimentario, dentro del Oligoceno superior, en su biozona Rhodanomys transiens y probablemente ocupando la parte superior de su biozona Eomys aff. major.

Por lo que se refiere a la segunda unidad genético-sedimentaria, al menos su parte inferior es de edad oligocena (Chattiene), según se desprende de los datos bioestratigráficos que aportan AGUSTI et al. (1988), con el estudio de vertebrados en los yacimientos de Fraga 11 y de Ballobar 12, situados al NE de la zona de estudio, en la hoja de Fraga (31-15). Según los mismos autores, la parte superior puede llegar al Mioceno, ya que el yacimiento TC-68, situado en la serie de Torrente de Cinca (en la hoja de Mequinenza, 31-16), concretamente en la parte superior del tramo carbonatado del ciclo, posee esta edad (zona 1 de MEIN). También se han identificado restos de micromamíferos en el yacimiento de Ontiñena (CUENCA 1991 a y b), situado en la hoja de Sariñena (30-14), en los niveles superiores de estos materiales, los cuales poseen una edad idéntica a la citada en el yacimiento TC-68.

En el ámbito de la hoja, no ha sido posible determinar tampoco las edades de las unidades genético-sedimentarias restantes, debido a la carencia de yacimientos de micromamíferos. Sin embargo, en hojas próximas existen datos paleontológicos de interés que permiten acotar su edad, ya que en la parte media-inferior del cuarto ciclo sedimentario, dentro de la hoja de Peñalba (30-15), AZANZA et al. (1988) y CUENCA et al. (1989) han estudiado cinco yacimientos paleontológicos. En estos yacimientos han citado Ritteneria manca, especie que caracteriza la biozona 2b de MEIN (1975). Esta biozona caracteriza la parte superior del Ageniense. Por lo tanto, el límite Ageniense-Aragonense, se situa en la parte media la cuarta unidad genético-sedimentaria, siendo la quinta ya de edad Aragonense.

2.4. CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL

La ejecución de la cartografía y del estudio sedimentológico de la hoja de Pina de Ebro, forma parte del proyecto MAGNA-EBRO, que incluye la realización de 6 hojas a escala 1:50.000, situadas en el extremo occidental de la Cuenca del Ebro, y que junto a las 28 hojas estudiadas con anterioridad ha permitido realizar un análisis detallado de esta cuenca. De esta forma, hemos podido observar que, en la parte central de la misma y, en áreas donde se interdigitan materiales de abanico aluvial distal con materiales de origen lacustre-palustre, los sedimentos se disponen, según la sucesión estratigráfica, de una forma cíclica. Dichos ciclos corresponden a las unidades genético-sedimentarias que se definirán posteriormente.

En la parte aragonesa de la Depresión, concretamente en las áreas de Fraga, Sariñena, Peñalba y Lanaja situadas hacia el NE de la hoja de Pina de Ebro, los materiales de edad Oligoceno superior - Mioceno medio, se disponen en 9 unidades genético-sedimentarias (desde la Unidad de Fayón-Fraga, hasta la Unidad de San Caprasio; ver Tablas 1 y 2). Cada una de éstas está formada en la base, por materiales de abanico aluvial distal, que forman parte del Sistema Deposicional

de Huesca (HIRST y NICHOLS, 1986) y hacia techo, pasan transicionalmente a materiales lacustre-palustres. De la misma forma, en la zona de Fustiñana, Ejea y Almudevar situadas al NO de Pina de Ebro, en la parte centro-occidental de la cuenca, la disposición cíclica de estos materiales, se realiza de forma similar, pero los materiales aluviales, que forman la base de los ciclos, en este área forman parte del Sistema deposicional de Luna (HIRST y NICHOLS, 1986). La cartografía y la correlación de los límites que separan estas unidades cíclicas, hacia las áreas centrales de la cuenca, nos ha permitido observar su evolución hacia ambientes deposicionales de margen de lago salino y de lago salino. De la misma forma, la cartografía de estos límites, hacia áreas relativamente marginales de la cuenca, donde solamente existen facies detríticas, nos ha permitido distinguir los ambientes de abanico aluvial distal que corresponden a cada una de las unidades.

La ejecución de las hojas de Mequinenza, Bujaraloz, Gelsa, Caspe, Fabara y Pina de Ebro, nos ha permitido observar que, hacia la parte meridional del centro de la Cuenca del Ebro, estas unidades presentan una disposición cíclica y una evolución de facies, prácticamente idénticas que en los sectores septentrionales, pero los materiales fluvio-aluviales que las constituyen proceden de la Cordillera Ibérica.

Por el contrario, en las hojas realizadas en la parte catalana de la Cuenca del Ebro, se han cartografiado los materiales de edad comprendida entre el Priabonense y el Oligoceno superior. En las áreas donde se interdigitan los ambientes deposicionales de abanico aluvial distal y los ambientes lacustre-palustres, estos materiales también se organizan de forma cíclica. Así pues, dentro de ellos, hemos podido distinguir un total de 13 unidades (desde la Unidad Sanaüja hasta la Unidad Mequinenza-Ballobar; ver Tabla 1). La primera de estas unidades, la Unidad Sanaüja, únicamente está representada, en el núcleo del anticlinal de Sanaüja, por facies evaporíticas de margen de lago salino y de lago salino. Según

las cartografías realizadas, sabemos que, como mínimo, la Unidad Torà, la Unidad Ivorra y la Unidad Sant Ramon, a lo largo del núcleo del anticlinal de Barbastro-Balaguer, pasan a facies evaporíticas. Las demás unidades, en las áreas septentrionales cartografiadas, están constituidas por materiales de abanico aluvial distal y, en las áreas meridionales, están formadas, en la base por facies fluviales y, en el techo, por facies lacustres. Los materiales fluvio-aluviales que constituyen la base de estas unidades, en el sector septentrional de la parte catalana de la Cuenca, proceden del Pirineo, mientras que en el sector meridional, proceden de Los Catalánides.

Según nuestro criterio, las 20 unidades que se hallan representadas en las Tablas 1 y 2, corresponden a **unidades genético-sedimentarias**. Como se ha mencionado en el capítulo de nomenclatura, la definición de unidad genético-sedimentaria, correspondería a la de secuencia deposicional (s.s. MITCHUM, et al., 1977) pero dado que en la literatura geológica no existe un modelo genético para las secuencias deposicionales en cuencas endorreicas, creemos más oportuno utilizar el primero de los dos términos.

Cabe señalar, que cada una de estas unidades genético-sedimentarias, está organizada en ciclos de rango inferior, que corresponden a ciclos de facies y que son asimilables a parasecuencias, o ciclos de 4º orden (s.s. VAN WAGONER, 1985). Estos se pueden observar mejor en los ambientes deposicionales lacustre-palustres y de margen de lago salino.

Los contactos que limitan a estas unidades, se han caracterizado en base a cambios bruscos de facies, los cuales, según en la parte que nos hallemos de la cuenca, se manifiestan de tres formas distintas:

E D A D		UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS	B I O Z O N A S	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
MIOCENO	AGENIENSE			
O. S U P E R I O R	ARVERNIENSE	Unidad Huesca	▲ Biozona I <u>MEIN</u> ▲ Zona <u>Rhodanomys transiens</u> (MP-30)	Arcillas y calizas de las Fm. Alcubierre y Mequinenza. Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell y Sariñena. Yesos de la Fm Lerín.
		Unidad Ballobar		Arcillas y calizas de la Fm. Mequinenza. Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell y Sariñena.
		Unidad Fraga	▲ Zona <u>Eomys aff. major?</u> ▲ "Eomys major?"	Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell, Sariñena y Peralta
	SUEVIENSE — ARVERNIENSE	Unidad Alfés		Arcillas, areniscas, calizas lacustres y caliza alfares (Embalse Secá) Aytona.
		Unidad Castelldans	?? <u>Eomys Zitteli</u> (Pla del PEPE)	Arcillas, areniscas, calizas lacustres y calizas de Castelldans
		Unidad Arbeca		Arcillas, areniscas lacustres y caliches de Vacaroja Sedimentos fluviales de la Formación Urgell
		Unidad La Floresta	▲ Zona <u>Theridomys aff. major</u> (Pla de la MAUXA)	Areniscas y calizas lacustres de La Floresta, Arcillas Formación Urgell, Pla de la MAUXA)
		Unidad Omells		Arcillas, areniscas y calizas lacustres de Omells Sedimentos fluviales de la Formación Urgell
		Unidad Vallbona		Arcillas, areniscas y calizas lacustres de Vallbona Sedimentos fluviales de la Formación Urgell
OLIGOCENO	SUEVIENSE	Unidad Tárrega	▲ Zona <u>Theridomys major</u>	Calizas de Cervera y del Talladell Formación Urgell — Parte inferior
		Unidad Sant Ramón	▲ Zona <u>Theridomys calafensis</u>	Calizas de Sant Ramón — Yesos de Talavera Molasa de Solsona (Sector de Guissona)
		Unidad Ivorra		Calizas de Ivorra Molasa de Solsona (sector de Guissona)
		Unidad de Torá		Complejo lacustre de Sanäuja
EOCENO SUP.	PRIABONIEN.	Unidad Sanäuja		Yesos del núcleo del anticlinal de Sanäuja

TABLA I.- Síntesis de las unidades genético-sedimentarias oligocenas del Sector Oriental de la Cuenca del Ebro

E D A D		UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS	B I O Z O N A S	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
M I O C O — M	AGENIENSE ARAGONIENSE — VALLESIENSE	UNIDAD ALCUBIERRE III	▲ Biozona 4b-8 MEIN	Areniscas, arcillas y calizas de la Formación Alcubierre.
		UNIDAD ALCUBIERRE II	▲ Biozona 4-9 MEIN	Margas y calizas de la Formación Alcubierre.
		UNIDAD ALCUBIERRE I		Margas y calizas de la Formación Alcubierre.
		UNIDAD ROSEL		Areniscas, arcillas y calizas de las Fm. Sariñena y Alcubierre yesos de la Fm. Zaragoza.
		UNIDAD ZUERA	▲ Zona <u>Ritteneria manca</u> ▲ Zona <u>Rhodanomys transiens</u>	Areniscas, arcillas y calizas de las Fm. Sariñena y Alcubierre, yesos de la Fm. Zaragoza.
		UNIDAD GALOCHA	▲ Biozona 1 MEIN ▲ Zona <u>Rhodanomys transiens</u> (M.P. 30)	Arcillas y areniscas de la Fm. Sariñena. Arcillas y calizas de la Fm. Alcubierre y Mequinenza, yesos de la Fm Zaragoza.
		UNIDAD HUESCA	▲	Arcillas y calizas de las Fms. Alcubierre y Mequinenza. Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell y Sariñena, yesos de la Fm. Lerín.
OLIGOCENO SUP.	ARVERNIEN			

TABLA II.— Síntesis de las unidades genético-sedimentarias de edad miocena en el sector centro-septentrional de la cuenca del Ebro.

- 1) En áreas relativamente proximales de la cuenca, se ponen de manifiesto a partir del contacto existente entre las facies fluvio-aluviales de la base de cada unidad, con las facies fluvio-palustres del techo de las unidades infrayacentes.
- 2) En áreas relativamente más distales, se reflejan a través del contacto que existe entre las facies fluvio-aluviales, que caracterizan la base de las unidades y las facies lacustre-palustres, que caracterizan el techo de las unidades infrayacentes.
- 3) Finalmente, en los sectores más distales, se caracterizan a partir del contacto entre las facies, o bien aluviales distales, o bien de margen de lago salino, que forman la base de las unidades, y las facies de lago salino que forman el techo de las unidades infrayacentes.

La dificultad de cuantificar, dada la pobre existencia de yacimientos fosilíferos de importancia cronoestratigráfica, los posibles hiatos sedimentarios ligados a estos límites, impide que los denominemos paraconformidades, aun cuando representan cambios bruscos de facies con rango cuencal y, en algunas ocasiones, haya podido constatarse su enlace con discordancias cartográficas.

En base a estos datos podemos constatar que cada una de estas unidades está formada, según la sucesión estratigráfica y su evolución lateral, por dos partes bien diferenciadas:

- A) Una parte inferior, formada, en las áreas relativamente proximales, por facies terrígenas de origen fluvio-aluvial y, en las áreas más distales, por facies margo-yesíferas depositadas bajo un ambiente de margen de lago salino. El tránsito de las facies proximales hacia las distales se realiza de forma transicional. En conjunto se trata de una asociación de facies de abanico aluvial distal, que termina en una llanura lutítica (**playa lake**), donde,

debido a la presencia de un clima idóneo, tiene lugar la sedimentación de materiales evaporíticos. Cabe señalar que dentro del ambiente deposicional de abanico aluvial distal, se puede diferenciar una asociación de facies de núcleo de abanico que pasa directamente a los depósitos de margen de lago salino y una asociación de facies de orla de abanico, que está constituida por facies terrígenas y carbonáticas de llanura de inundación.

- B) Una parte superior, formada, en las zonas relativamente proximales, por facies fluviales, en donde predominan los materiales pelíticos, edafizados, de llanura de inundación, en donde el desarrollo de paleocanales de arenisca es efímero y en donde tienen lugar el desarrollo de niveles carbonáticos de origen lacustre-palustre. Lateralmente hacia áreas más distales, estas facies pasan transicionalmente, o bien a facies carbonáticas de origen lacustre-palustre (en la mayoría de las 20 unidades genético-sedimentarias), o bien a facies terrígeno-carbonáticas lacustres (en las unidades oligocenas de Torà, de Vallbona, de Omells, de La Floresta y de Arbeca). Finalmente, en las áreas relativamente centrales de la cuenca, todo este conjunto de materiales pasa a facies margo-evaporíticas de margen de lago salino y de lago salino.

Por lo que se refiere al origen de estas unidades, desde nuestra opinión creemos que hay que tener en cuenta la intervención de dos factores principales para explicar su génesis y su distribución areal:

- 1) Por una parte creemos que las sucesivas oscilaciones climáticas, han jugado un importante papel en la ordenación vertical y lateral de las facies que constituyen tanto las unidades genético-sedimentarias, como los ciclos de rango inferior y, por lo tanto, en la génesis de las mismas. Estas oscilaciones, en buena parte debieron provocar sucesivos cambios del nivel de base, o de la superficie de equilibrio, entendiéndose como tal, aquella superficie imaginaria de la litosfera sobre la cual no hay ni erosión ni sedimentación, es

decir, sobre la que ambos procesos se encuentran en equilibrio (WHEELER, 1964; SLOSS, 1964; ULIANA Y LEGARRETA, 1988).

- 2) Por otro lado, opinamos que la distribución areal de estas unidades, dentro de la cuenca oligo-miocena, es debida a factores tectónicos, los cuales han propiciado, a lo largo del tiempo, un progresivo desplazamiento del depocentro lacustre de estas unidades hacia el centro geográfico de la cuenca, es decir, de E a O y de N a S. Además, creemos que, en algunas ocasiones, los descensos del nivel de base, producidos por cambios climáticos, pueden haber estado enfatizados por la subsidencia tectónica.

En el área comprendida dentro de la hoja de Pina de Ebro, se hallan representadas 8 unidades genético-sedimentarias, que de base a techo son las siguientes:

- 1) **Unidad Mequinenza-Ballobar:** Es la unidad infrayacente y presenta una edad Chattiense (ver Tabla 2). Dentro del área estudiada, se halla representada en la esquina SE. Está constituida por materiales aluviales distales, en la base, y en su parte superior se intercalan materiales carbonatados de origen lacustre-palustre. En esta zona son visibles solamente con 15 m de espesor.
- 2) **Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca:** Dentro del territorio aflora en la zona suroriental. Está formada por materiales fluviales correspondientes a zonas medias de abanico aluvial, los cuales evolucionan hacia el O y N aumentando su distalidad e intercalando diversos episodios carbonatados de ambientes lacustres-palustres. El espesor total de la unidad, evaluado en las sección del Barranco de Lopin (04) tiene 40 m. La parte inferior posee una edad Chattiense, mientras que su parte superior corresponde ya al Ageniense.

- 3) **Unidad Galocha-Ontiñena:** Se localiza en la zona oriental de la hoja, sobre todo en su parte meridional. Hacia el Norte la unidad forma una plataforma bien definida por materiales pelítico-yesíferos edafizados que forman el techo de ciclo. Hacia el SE está representada por facies medias de abanico aluvial que hacia el N y O aumentan su distalidad e intercalan diversos episodios carbonatados de génesis lacustre-palustre, y episodios yesíferos con paquetes de orden métrico de espesor.

En el cuadrante NE de la hoja, cerca de la localidad de Pina de Ebro, se localizan las facies más distales, correspondientes a ambientes de margen de lago salino. Se ha estudiado parcialmente en la sección de los Poyos (05) observándose un espesor de 30 m.

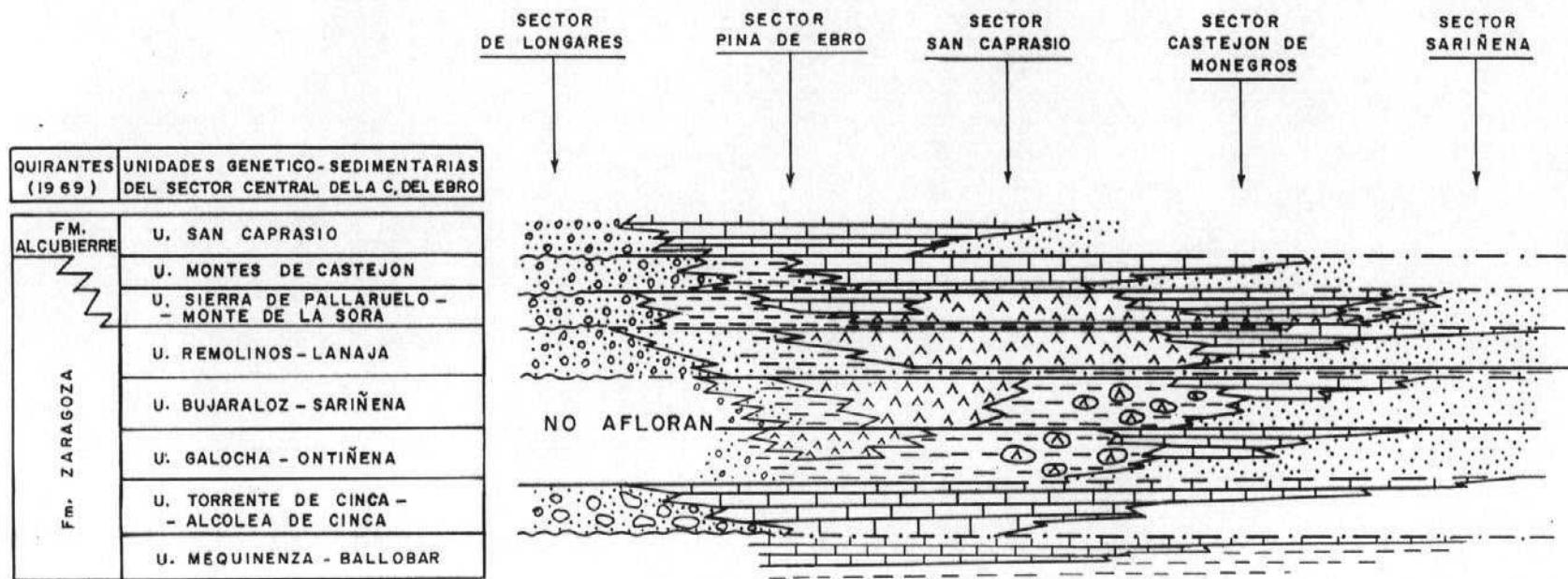
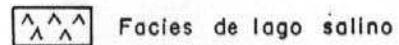
- 4) **Unidad Bujaraloz-Sariñena:** Aflora en toda la superficie de la hoja de Pina de Ebro. Esta unidad presenta una evolución vertical compleja, que va desde facies fluviales de ambiente deposicional de abanico aluvial, distal con desarrollo de episodios lacustre-palustres carbonatados y yesíferos en la base, a ambientes de margen de lago salino y en zonas localizadas episodios lacustres carbonatados a techo de ciclo. Alcanza una potencia de 140 m. Su parte inferior corresponde al Ageniense, mientras que la parte superior posee una edad Aragoniense.
- 5) **Unidad Remolinos-Lanaja:** Se localiza en la zona centro y occidental de la hoja, abarcando los vértices geodésicos Borderas y Santos en la carretera de Mediana a Belchite. Sus facies en la hoja corresponden, en la base, a ambientes fluvio-aluvial proximal a distal, que pasa a ambientes de lago salino hacia las partes superiores. Se aprecia una potencia total de 80 m. Su edad es Aragoniense.

- 6) **Unidad Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora:** Se localiza en la zona occidental de la hoja, presentando un mayor afloramiento en el cuadrante NO. Está formado en la esquina SO por materiales fluviales, correspondientes a zonas proximales de abanico aluvial, las cuales evolucionan hacia el Norte aumentando su distalidad pasando a ambientes de margen de lago salino y lago salino, hacia el Norte. En las partes superiores, en la esquina SO corresponden a facies de origen lacustre-palustre carbonatada. Tiene una potencia media de 120 m. Se le atribuye una edad Aragoniense medio.
- 7) **Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejon:** Se localiza en el cuadrante noroccidental de la hoja. Está constituida por materiales carbonatados de origen lacustre. Tiene una potencia de 80 m. y se le atribuye una edad Aragoniense medio.
- 8) **Unidad San Caprasio:** Se localiza en la zona septentrional justo en el extremo occidental de la hoja. Está constituida por materiales fluviales correspondientes a zonas distales de abanico aluvial, intercalando diversos episodios carbonatados de ambiente lacustre-palustre. La potencia parcial es de 10 m. Tiene una edad Vallesiense.

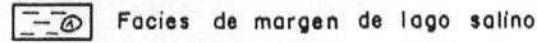
En la fig. 4 se representa la evolución espacial y temporal de estas unidades genético-sedimentarias en el sector meridional de la parte aragonesa de la cuenca del Ebro.

OSO

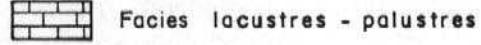
ENE

LEYENDA

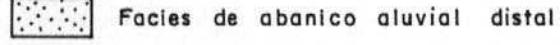
Facies de lago salino



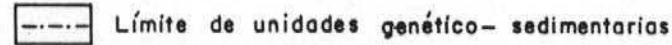
Facies de margen de lago salino



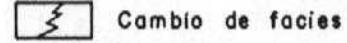
Facies lacustres - palustres



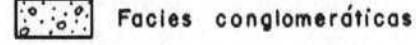
Facies de abanico aluvial distal



Límite de unidades genético-sedimentarias



Cambio de facies



Facies conglomeráticas

FIG. 4 - MODELO SECUENCIAL DE LAS UNIDADES GENETICO-SEDIMENTARIAS DEL SECTOR DE LOS MONEGROS