

**INFORME SEDIMENTOLOGICO
DE LA HOJA GEOLOGIA DE
CASTEJON (29-15)**

JULIO/90

COMPAÑIA GENERAL DE SONDEOS, S.A.

INDICE

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.	LITOESTRATIGRAFIA. DESCRIPCION DE FACIES	9
2.1.1.	Ambiente deposicional de abanico aluvial distal	10
2.1.1.1.	Facies de llanura de inundaciÓn	11
2.1.1.2.	Facies de orla de abanico	14
2.1.2.	Ambiente deposicional lacustre-palustre	15
2.1.2.1.	Facies lacustre-palustres	16
2.1.2.2.	Facies lacustres	17
2.1.3.	Ambiente deposicional de margen de lago salino	19
2.1.4.	Ambiente deposicional de lago salino	21
2.2.	BIOESTRATIGRAFIA	22
2.3.	CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL	24
3.-	BIBLIOGRAFIA	36

1.- INTRODUCCION

1.- INTRODUCCION

1.1. SITUACION GEOGRAFICA

La zona estudiada, comprende el territorio ubicado en la hoja topográfica de Castejón de Monegros (29-15) la cual se halla dentro de las Comarcas naturales de Los Monegros y La Ribera del Ebro. La superficie estudiada se halla situada dentro de la parte aragonesa de la depresión del Ebro y, administrativamente, comparte su superficie entre las provincias de Zaragoza y Huesca.

1.2. SITUACION GEOLOGICA

Geológicamente, los materiales estudiados corresponden a los sedimentos que colmaron la Cuenca del Ebro, durante gran parte 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, Los Catalánides, 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 centro-oriental de la parte aragonesa de la Depresión del Ebro y, los materiales que configuran el territorio, poseen una edad comprendida entre el Ageniense y el Aragoniense.

1.3. METODOLOGIA DE TRABAJO

El estudio de la zona, se ha realizado en base a la cartografía geológica a escala 1:50.000, de la hoja de Castejón de Monegros (29-15). Para este fin se han levantado un total de 8 columnas sedimentológicas de detalle y se han recogido numerosas muestras, con las que se ha realizado tanto el estudio petrográfico, como el estudio micropaleontológico. También se ha realizado un estudio de micromamíferos, con el fin de poder datar los materiales que configuran el territorio.

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 (*sensu* MITCHUM et al., 1977). Esta definición, corresponde a la de secuencia

deposicional (*sensu* 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 WAGOONER 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 (*sensu* 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

Los sedimentos que comprenden el territorio estudiado poseen una edad comprendida entre el Ageniense y el Aragoniense tal como se ha mencionado en el primer apartado.

Los materiales presentes en el sector estudiado se pueden agrupar, a grandes rasgos, en cuatro grandes dominios litológicos. Así, en el sector sur-occidental y en la superficie de la media hoja situada al S de la diagonal SE-NO del mapa, se desarrollan (1) sedimentos evaporíticos correspondientes a un ambiente de lago salino; justo en el extremo sur-occidental afloran, entre sedimento cuaternario, (2) sedimentos correspondientes a margen de lago salino y a zonas palustre-lacustres; en la franja orientada según la diagonal SE-NO que se halla a los pies de la Sierra de Alcubierre, se desarrollan (3) materiales margo-yesíferos correspondientes a un ambiente de margen de lago salino; finalmente en el sector N y NE, el área ocupada por los relieves de la Sierra de Alcubierre, se desarrollan (4) sedimentos dominantemente margo-carbonatados depositados en ambientes lacustres y palustres. Sin embargo en esta última área existe alguna delgada intercalación de materiales margo-terrígenos que corresponderían a un ambiente de abanico aluvial distal-orla de abanico (P.I.G. 2).

Los materiales que se ubican en el extremo sur-occidental de la hoja forman parte del Mb. Bujaraloz (Fm. Alcubierre) de QUIRANTES (1969). Los sedimentos que afloran en la Sierra de Alcubierre forman parte de la Fm. Alcubierre del mismo autor. El poco desarrollado sedimento detrítico que se localiza hacia el N de la hoja formaría parte de la Fm. Sariñena, mientras que los sedimentos evaporíticos que ocupan la mayor parte de la hoja corresponderían a la Fm. Zaragoza, ambas definidas por QUIRANTES (1969).

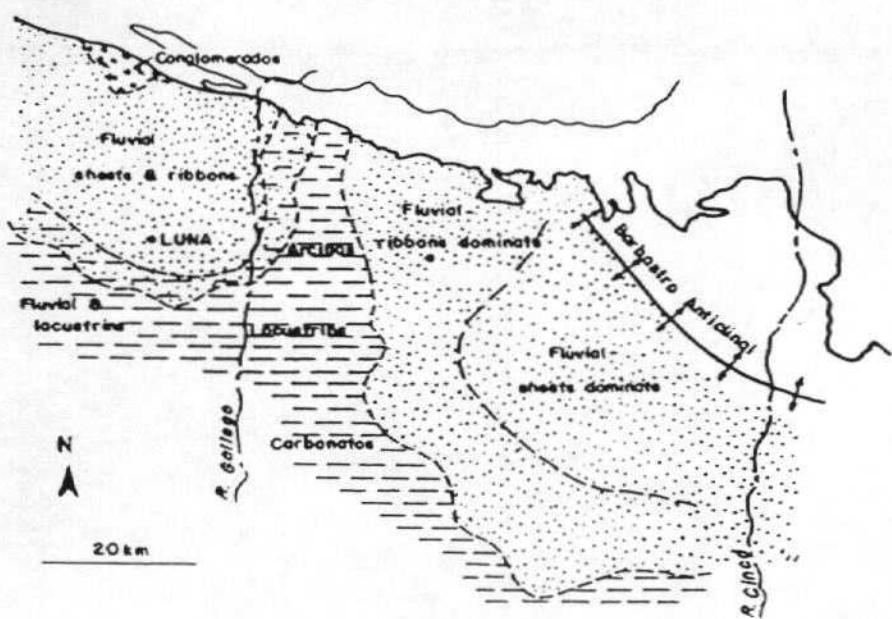


Fig.-1A - CINTURONES DE FACIES EN LOS SEDIMENTOS DEL MIOCENO INFERIOR ENTRE LUNA Y EL RIO CINCA (según HIRST & NICHOLS, 1986)

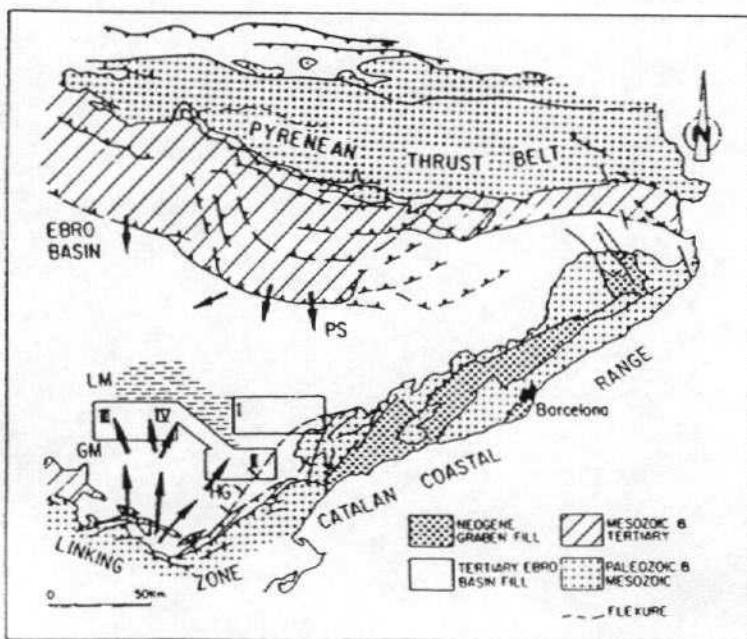
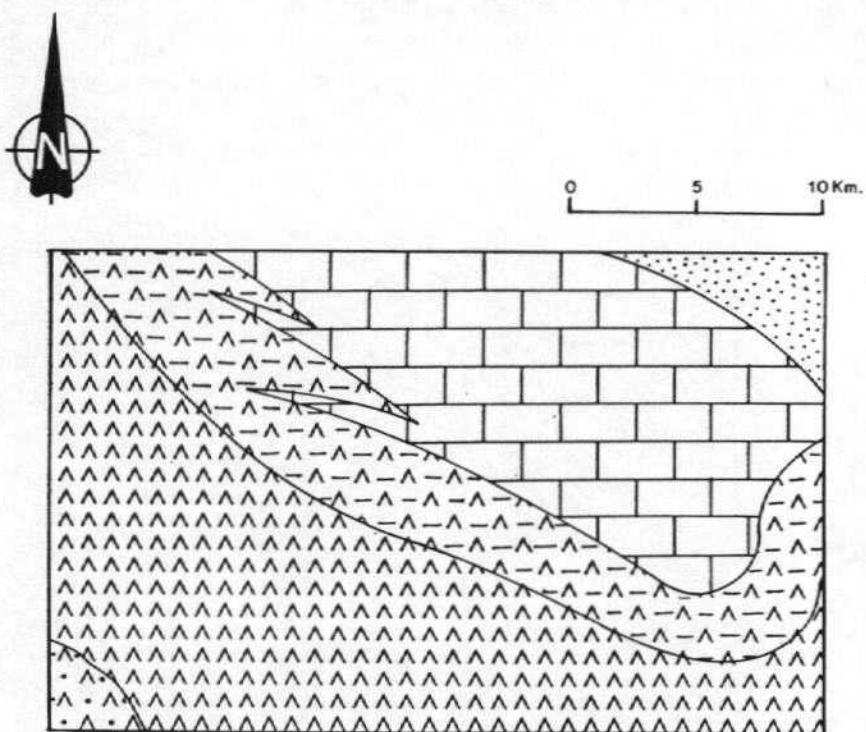


Fig.1B .- DIRECCIONES DE APORTE DEL SEDIMENTO PRESENTE EN EL TERRITORIO COMPRENDIDO EN LA HOJA. (según ANADON et al. 1989 a, modificado)



- [Dotted Pattern] FACIES DE ORLA DE ABANICO ALUVIAL
- [Brick Pattern] AMBIENTE LACUSTRE - PALUSTRE
- [Diagonal Line Pattern] AMBIENTE DE MARGEN DE LAGO SALINO
- [Triangle Pattern] AMBIENTE DE LAGO SALINO
- [Small Triangle Pattern] AMBIENTE ALUVIAL DISTAL / MARGEN DE LAGO SALINO

FIG. 2.- DISTRIBUCION DE FACIES EN LA HOJA DE CASTEJON DE MONEGROS
 (29-15) DURANTE EL MIOCENO

Cabe mencionar, que la mayor parte los depósitos de origen aluvial, que hallamos en la hoja, proceden del Pirineo y constituyen parte del Sistema de Huesca, definido por HIRST y NICHOLS (1986) (Fig 1). El sedimento detrítico del extremo SO del mapa posee una procedencia ibérica.

2.1. LITOESTRATIGRAFIA. DESCRIPCION DE FACIES

Los materiales descritos, de forma general, en el apartado anterior y, atendiendo a las facies que los configuran, se pueden agrupar en cuatro ambientes deposicionales distintos (Fig 2). Estos ambientes deposicionales se ordenan, en un sentido amplio de proximal a distal, como sigue:

- A) **Ambiente deposicional de abanico aluvial distal:** los sedimentos depositados en este ambiente deposicional se desarrollan, de forma local, en la Sierra de Alcubierre.
- B) **Ambiente deposicional lacustre-palustre:** su mayor desarrollo, se encuentra en el sector donde se ubica la Sierra de Alcubierre (ver Fig. 2). Los sedimentos correspondientes a este ambiente están constituidos dominantemente por facies margo-carbonatadas. No obstante, como se ha comentado en el apartado anterior, entre estos depósitos, se intercalan facies terrígenas aluviales y, también, facies margo-evaporíticas de margen de lago salino. Cabe mencionar que en el extremo SO de la hoja, entre sedimentos de margen de lago salino y de lago salino existe una delgada cuña de materiales correspondientes a este ambiente deposicional.
- C) **Ambiente deposicional de margen de lago salino:** los depósitos que forman este ambiente deposicional, se hallan representados por las facies, fundamentalmente margo-yesíferas, que se desarrollan a los pies de la Sierra de Alcubierre. Además hacia el NO existen dos intercalaciones de facies correspon-

dientes a este ambiente deposicional intercaladas entre los sedimentos de ambiente lacustre-palustre.

- D) Ambiente deposicional de lago salino: en el área estudiada estos sedimentos afloran en toda la mitad SO de la hoja, hasta el límite con las hojas de Fuentes de Ebro (28-15) y de Gelsa (29-16).

2.1.1. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE ABANICO ALUVIAL DISTAL

Se han distinguido sedimentos correspondientes a este ambiente deposicional en la parte basal de las cinco unidades genético-sedimentarias diferenciadas en el ámbito de la hoja. Se trata de sedimentos correspondientes a este ambiente deposicional aunque son de carácter muy distal, y en la mayoría de los casos están en tránsito a facies de margen de lago salino.

Se han medido sedimentos correspondientes a este ambiente en las siguientes columnas (se especifican los metros de sedimento correspondientes a este ambiente dentro del total de metros de sedimento medidos en la columna):

Nº	COLUMNA	METROS	TOTAL COLUMNA
01	Miramón	73 m	123 m
02	La Almolda	71 m	100 m
03	S ^a Pallaruelo	99 m	130 m
04	El Noble	08 m	21 m
05	S de la N-II	18 m	80 m

Los tres primeros tramos mencionados están constituidos por arcillas rojas muy bioturbadas con intercalaciones de niveles irregulares de yeso nodular. Según

estas características básicas estas facies corresponderían a abanico aluvial distal en tránsito a margen de lago salino.

El cuarto nivel mencionado, que forma parte la tercera unidad genético sedimentaria, está constituido por una alternancia de arcillas rojas, margas grises, niveles delgados de caliza y algún esporádico nivel centimétrico de arenisca.

Los tres tramos suprayacentes presentan, a grandes rasgos, facies de abanico aluvial distal constituidas por sedimento pelítico, ligeramente edafizado, con intercalaciones de niveles calcáreos y sin desarrollo de facies areniscosa canalizadas. El primero de estos tres tramos forma parte de la cuarta unidad genético-sedimentaria en la hoja, mientras que los dos superiores forman parte de la quinta y más alta de ellas.

Todos estos niveles, a excepción del más inferior que apenas posee afloramiento en la hoja, pasan transicionalmente a facies margo-yesíferas de margen de lago salino y, finalmente, a facies de lago salino.

Los materiales que configuran el ambiente deposicional de abanico aluvial distal, dentro de la zona estudiada, presentan dos tipos de facies: a) facies de llanura de inundación y b) facies de orla de abanico.

2.1.1.1. FACIES DE LLANURA DE INUNDACION.

Estos depósitos son los más proximales que hallamos aflorando en todo el territorio de la hoja.

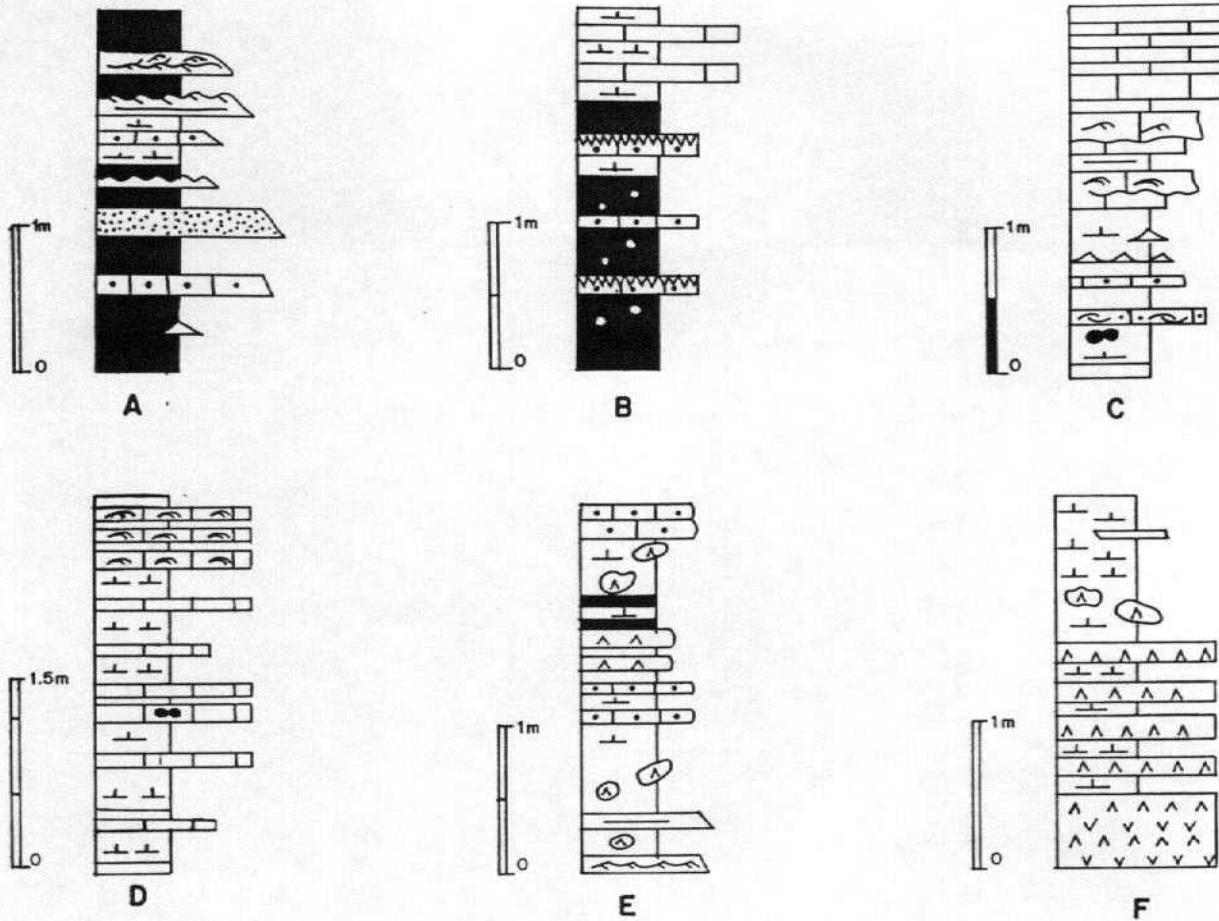
Estas facies consisten, básicamente, en pelitas con intercalación de capas de arenisca y de caliza.

Las pelitas poseen unas coloraciones rojas, verdosas y ocres con evidentes signos de bioturbación: el propio color, estructuras verticales y moteado (mottling). La rubefacción , o proceso de oxidación del hierro presente en el sedimento, es muy común y se extiende a todos los niveles de una serie de llanura de inundación. El moteado, o manchas de reducción, se desarrolla en zonas con más presencia de agua. Las pelitas de coloraciones más claras también se dan aunque asociadas a zonas donde la acumulación de agua es más prolongada.

Si observamos la evolución vertical de los procesos edáficos llegaremos a la conclusión de que, mientras en las partes bajas de una serie de llanura de inundación predomina la rubefacción y el desarollo de estructuras verticales, en las partes superiores, ya en tránsito a facies de ambiente deposicional palustre-lacustre, empiezan a predominar los procesos edáficos de carácter hidromórfico.

Las capas de arenisca que se intercalan entre las pelitas poseen un espesor centímetro, son planoparalelas y su tamaño de grano es fino. Estas capas, internamente, suelen ser masivas o bien presentar laminación paralela y de ripples de corriente a techo. Estas capas de arenisca se hallan a menudo bioturbadas. También se intercalan capas de grano fino y muy fino, de espesor centimétrico, con estratificación wavy y linsen, limos carbonatados y tramos margosos (Fig. 3 A).

Las capas de caliza que se intercalan entre este sedimento suelen tener poca continuidad lateral. Estas capas pueden contener restos de moluscos, ostrácodos y caráceas y suelen estar perforadas por acción de las raíces. El estudio de las microfacies pone de manifiesto que existen intraclastos calcíticos junto a los bioclastos. También es muy común la porosidad fenestral y la porosidad móldica como indicadores de la exposición subaérea de la capa.



A - FACIES DE ORLA DE ABANICO

B - SECUENCIAS DE FACIES PALUSTRES

C - SECUENCIA DE FACIES LACUSTRES DE LAS DOS UNIDADES GENETICO-SEDIMENTARIAS SUPERIORES

D - SECUENCIAS DE FACIES LACUSTRES

E - SECUENCIAS DE FACIES DE MARGEN DE LAGO SALINO

F - SECUENCIAS DE FACIES DE LAGO SALINO

LEYENDA

[Areniscas]	ARENISCAS	[Yesos tabulares]	YESOS TABULARES	[Ripples de oscilación]	RIPPLES DE OSCILACION
[...]		[Yesos nodulares]	YESOS NODULARES	—	LAMINACION PARALELA
[Calizas]	CALIZAS	↙	ESTRATIFICACION CRUZADA EN SURCO	~~~~	ESTRATIFICACION WAVY
[Calcisiltitas]	CALCISILTITAS		ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR	△	ESTRATIFICACION LINSEN
[Lutitas]	LUTITAS	↖	RIPPLES DE CORRIENTE	VVVV	MARCAS DE RAICES
[Margas]	MARGAS	~~~~~	RIPPLES ASCENDENTES	•••	CANTOS BLANDOS
		~~~~~	ESTRATIFICACION CRUZADA HUMMOCKY	●●●	NODULOS DE SILEX

FIG. 3.-SECUENCIAS DE FACIES REPRESENTATIVAS DE LOS AMBIENTES DEPOSICIONALES QUE SE

DESARROLLAN EN LA HOJA DE CASTEJON DE MONEGROS (29-15)

Las capas de arenisca y las pelitas, fueron depositadas por flujos gravitativos y son el producto del desbordamiento, durante etapas de avenidas, de los esporádicos paleocanales que discurrían por una amplia llanura de inundación. Las capas de caliza suelen presentar escasa continuidad lateral y se interpretan como el producto de encharcamientos locales, que se desarrollaban en la llanura de inundación (Fig. 3 A). En otras ocasiones, las capas calcáreas intercaladas entre estas facies, poseen una gran continuidad lateral y una considerable entidad cartográfica. En este caso, se interpretan como depósitos lacustre-palustres sedimentados, como consecuencia de un ascenso relativo del nivel de base, en todo el área que quedaría inundada por los efectos del mismo.

#### 2.1.1.2. FACIES DE ORLA DE ABANICO

Dentro del área cartografiada estas facies se desarrollan básicamente en la base de la tercera, cuarta y quinta unidad genético-sedimentaria, en el área norte y nor-oriental del territorio.

Consisten en arcillas ocres y rojizas, las cuales frecuentemente se hallan edafizadas. Entre las lutitas, se intercalan capas de arenisca, capas calcáreas y tramos margosos. Las capas de arenisca suelen ser planoparalelas y, cuando no presentan señales de bioturbación, poseen estratificación paralela y **ripples** de corriente. Las capas de menor espesor, poseen estratificación de tipo **wavy**.

Las calizas son micríticas y, ocasionalmente, poseen una considerable extensión areal. Localmente, se intercalan cuerpos areniscosos lenticulares, de reducido espesor y de poca extensión lateral.

En realidad, son facies muy similares a las facies de desbordamiento, únicamente cabe destacar, que la presencia de carbonatos, en este tipo de facies, es más frecuente, así como también la mayor extensión de los mismos. El hecho de que lateralmente pasen a facies de abanico aluvial distal canalizadas, motiva que las consideremos como facies de orla de abanico (fig. 3 B), en contraposición de las facies canalizadas, que representarían las facies de eje de abanico.

### 2.1.2. AMBIENTE DEPOSICIONAL LACUSTRE-PALUSTRE

Dentro del área de estudio, las facies que constituyen este ambiente deposicional, se hallan ampliamente representadas por los materiales margo-carbonatados que, en buena medida, configuran la Sierra de Alcubierre. Estos sedimentos, se sitúan estratigráficamente en la parte superior de la tercera, cuarta y quinta unidad genético-sedimentaria, respectivamente, según la sucesión estratigráfica. De igual forma, los materiales margo-carbonatados que, en el extremo sur-occidental de la zona, forman el techo de la primera unidad genético-sedimentaria caracterizada en la zona, también constituyen este ambiente deposicional.

Se han medido sedimentos correspondientes a este ambiente en las siguientes columnas:

Nº	COLUMNA	METROS	TOTAL COLUMNA
01	Miramón	64 m	123 m
02	La Almolda	32 m	100 m
03	S ^a Pallaruelo	36 m	130 m
04	El Noble	05 m	21 m

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 corres-

ponderían a facies lacustre-palustres. En la zona de estudio, estas facies, están muy bien desarrolladas en el extremo SO, a techo del primer ciclo diferenciado, y en el sector norte, a techo del tercer, cuarto y quinto ciclos, en las inmediaciones de la Sierra de Alcubierre; y (b) una asociación de facies constituida básicamente por una alternancia de capas de caliza y margas, que corresponderían a facies lacustres, muy bien desarrolladas en la Sierra de Alcubierre.

#### 2.1.2.1. FACIES LACUSTRE-PALUSTRES

Dentro del área cartografiada, la zona donde se hallan mejor representadas estas facies es en el sector SO de la hoja, en las cercanías del pueblo de Pina de Ebro, ya fuera de hoja. Consisten en una monótona alternancia entre lutitas versicolores y capas calcáreas de espesor centimétrico y, ocasionalmente, métrico (ver DALEY, 1973).

Su descripción se realiza en base a la columna de El Noble (04) donde estos sedimentos están muy bien desarrollados aunque posean una potencia muy reducida.

Los tramos lutíticos, en la base están formados por pelitas versicolores, que muestran señales de edafización, como marmorizaciones y, ocasionalmente, marcas de raíces (Fig. 3 B). En las unidades genético-sedimentarias tercera, cuarta y quinta que se han diferenciado en la hoja, estas pelitas pasan a ser margas hacia techo. A su vez los niveles margosos, están culminados por capas de caliza, cuyo espesor es centimétrico-decimétrico.

La marmorización presenta diferente coloración indicativa de la remobilización del hierro en suelos hidromorfos (gley y pseudogley). Aunque la marmorización es la característica más importante, viene siempre acompañada por nodulizaciones, concreciones y acumulaciones de materia orgánica.

Los niveles calcáreos pueden agruparse en paquetes que no suelen superar los 70-100 cms. De este modo, estas facies están organizadas en ciclos elementales de facies que, de base a techo, presentan una evolución desde facies netamente palustres a otras de carácter más lacustre. Los niveles carbonatados, suelen tener un cierto contenido en limo, normalmente presentan perforaciones producidas por raíces y, también, un importante contenido en materia orgánica y en restos orgánogenos (caraceas, ostrácodos y gasterópodos). Raramente, en el techo de las capas se desarrollan ferruginizaciones.

Las tablas de caliza presentan porosidad vacuolar como consecuencia de los procesos de inundación y desecación que ha sufrido el sedimento. Esta evolución de las condiciones de humedad del sedimento permite la creación de una serie de fracturas que FREYTET y PLAZIAT, (1982) clasificaron como: **Vertical joint planes, curved-faced nodules, horizontal joint planes, curved and craze planes, skew planes y craze planes.**

#### 2.1.2.2. FACIES LACUSTRES

Consisten básicamente en una alternancia de calizas y margas grises, ocasionalmente rosadas. La descripción de estos materiales se hace en base a varias de las columnas mencionadas en el apartado 2.1.2., básicamente Miramón (01) y La Almolda (02).

Los materiales margocarbonatados, que constituyen la parte superior de las tres unidades genético-sedimentarias superiores caracterizadas en la zona, formarían parte de estas facies. Estos sedimentos se organizan según ciclos de facies somerizantes de escala métrica. Existen dos tipos de ciclos que corresponden, a los sedimentos lacustres del techo de la tercera unidad genético-sedimentaria, o a los sedimentos lacustres que constituyen el techo de la cuarta y quinta unidad genético-sedimentaria diferenciadas. Estos dos tipos de ciclos de facies son los siguientes:

- A) El primer tipo de ciclo de facies, en la base, está formado por margas grisáceas en las que, ocasionalmente, se intercalan capas centimétricas de margocalizas. En el techo, está constituido por biomicritas con restos de caráceas y de ostrácodos (Fig. 3 D). Estos ciclos de facies, corresponden a ciclos de somerización y son similares a los descritos por FREYTET y PLAZIAT (1982). Su espesor oscila entre los 0.5 m y los 2 m. Dentro del área, se halla muy bien representados en los materiales que constituyen la parte superior del tercer ciclo sedimentario.

Del estudio de las microfacies se deduce que estas calizas corresponden a típicas **Crumbly gravelly limestones** o **coated gravelly limestones** (FREYTET, 1973). Están compuestas por elementos micríticos pequeños y redondeados, de varios mm de longitud. Estos elementos micríticos tienen una distribución irregular dentro de la roca y poseen, en ocasiones, restos de gasterópodos, de caráceas y de ostrácodos.

Cuando el cemento es relativamente abundante se pueden distinguir dos subtipos: micrítico y esparítico. En el esparítico, los elementos se encuentran en contacto grano a grano y el cemento es secundario. Cuando el cemento es micrítico, los elementos individuales pueden estar, o bien en contacto, o bien dispersos en la matriz. En ambos casos, los límites de estas "gravas" están mal definidos. Esta indefinición puede ocasionar que solamente podamos observar fantasmas del fango original, y también morfologías de voids, como los **stellate voids** (FREYTET, 1973).

- B) Los materiales lacustres que constituyen la parte superior del cuarto y quinto ciclo sedimentario, se organizan en ciclos de facies diferentes; son similares a los descritos por ARENAS *et al.* (1989): éstos poseen un espesor que oscila entre 0.5 m y 5 m, aproximadamente. Cuando el ciclo es completo de base a techo está constituido por los siguientes tramos (Fig. 3 C): (1) un tramo basal predominantemente margoso, en el que algunas veces se interca-

lan arcillas ocres. (2) Un segundo tramo formado por margas con intercalaciones de calcisiltitas y de areniscas de grano fino y muy fino, que son de espesor centimétrico y, a menudo, presentan estratificación wavy y linsen. Ocasionalmente, se intercalan niveles calcáreos con estromatolitos. (3) Un tercer tramo formado por capas de calizas limosas con superficies de reactivación y con desarrollo de estratificación cruzada hummocky y ripples de oscilación en el techo. Normalmente, presentan nódulos de sílex. (4) Un cuarto y último nivel formado por biomicritas con restos de caráceas y de ostrácodos y, a techo, con perforaciones verticales producidas por raíces (ver FREYTET y PLAZIAT, 1982). Como los ciclos descritos en el párrafo anterior, corresponden a ciclos de somerización.

### 2.1.3. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE MARGEN DE LAGO SALINO

Los sedimentos depositados en este ambiente deposicional, dentro del área de estudio, se desarrollan extensamente en el sector occidental y en una franja central de orientación NO-SE. Estos sedimentos forman parte de la segunda unidad, intercalados entre sedimentos de margen de lago salino, de la tercera, en el que poseen un buen desarrollo, y finalmente de la base de la cuarta unidad en el sector NO de la hoja.

Se han medido sedimentos correspondientes a este ambiente en las siguientes columnas:

Nº	COLUMNA	METROS	TOTAL COLUMNA
04	El Noble	08 m	21 m
05	S de la N-II	20 m	80 m
06	Val de Tuerta	12 m	28 m

Los materiales depositados en este ambiente se desarrollan en las partes frontales de los ambientes descritos con anterioridad. Existe una relación de cambio gradual, en el espacio y en el tiempo, entre estos sedimentos y los correspondientes a los ambientes anteriores. En la hoja son pocas las zonas, a excepción de la parte basal de la tercera unidad genético-sedimentaria, donde hallamos bien desarrollados los sedimentos correspondientes a este ambiente deposicional. Esto se explica por el hecho de que en la mayoría de los casos hallamos sedimentos correspondientes al tránsito aluvial distal/margen de lago salino, o bien palustre/-margen de lago salino.

Las facies de margen de lago salino, que corresponden al segundo ciclo, consisten principalmente en margas, entre las que se intercalan niveles de yeso nodular y de calcisiltita. Los nódulos de yeso, ocasionalmente se agrupan, formando niveles acintados.

La tercera y cuarta unidad genético-sedimentaria, son las que presentan las facies de margen de lago salino mejor desarrolladas en la hoja. Estas consisten principalmente en margas entre las que se intercalan yesos nodulares, calcisiltitas y, muy ocasionalmente, capas areniscosas tabulares y lenticulares.

Estos sedimentos se organizan en ciclos de facies (ver Fig. 3 E) que presentan las siguientes características: en la base están formados por margas y/o arcillas ocres, que contienen nódulos de yeso. En algunas ocasiones, estos nódulos llegan a formar niveles estratiformes, de escaso espesor. También se intercalan niveles de areniscas de grano muy fino y de limos carbonatados, con estructuras tractivas de tipo, *linsen* y *wavy*. En el techo, están formados por capas de caliza con un alto contenido organógeno, nódulos de sílex y abundantes perforaciones por raíces. La presencia de sedimento evaporítico no se reduce tan sólo a las partes inferiores del ciclo, si no que también puede estar presente entre las capas de caliza que se desarrollan a techo de los ciclos.

En el Mioceno del sector de Los Monenegros, HERNANDEZ et al. (1991) describen ciclos de facies en este tipo de ambiente, mientras que SALVANY (1989a y 1989b), describe ciclos de facies similares aunque en sedimentos más distales.

#### 2.1.4. AMBIENTE DEPOSICIONAL DE LAGO SALINO

Los sedimentos correspondientes a este ambiente, tienen una amplia representación cartográfica dentro del área, ya que afloran en toda la mitad sur-occidental de la hoja, constituyendo casi la totalidad de la segunda unidad genético-sedimentaria y la base de la tercera.

Su estudio sedimentológico, se ha hecho en base a los materiales que forman el segundo ciclo, y que se han medido en las siguientes columnas:

Nº	COLUMNA	METROS	TOTAL COLUMNA
05	S de la N-II	55 m	80 m
06	Val de Tuerta	16 m	28 m
07	P. Maria Hdez.	29 m	29 m
08	Pico Poyos	18 m	18 m

Se trata de depósitos constituidos por una alternancia de capas de yeso, de niveles margosos y, localmente, de capas de calcisiltita (Fig 3 F).

En esta hoja, donde el sedimento evaporítico es mayoritario, es difícil de observar los ciclos de facies, sin embargo la organización de estos ciclos sería similar a la observada en la vecina hoja de Peñalba (30-15). En la base de los ciclos existe un dominio de los niveles yesíferos con algo de marga, los cuales disminuyen hacia el techo. El ciclo culminaría con un nivel de calcisiltita.

Las margas son yesíferas, de color gris y con ocasionales laminaciones paralelas. Las calcisiltitas son de un espesor muy reducido y poseen porosidad móldica rellena de sedimento evaporítico.

Los yesos pueden ser de dos tipos generales, si bien existe una unidad cartográfica en la hoja que posee niveles de yeso con unas características distintivas muy marcadas. El primer tipo de yeso es nodular de textura alabastrina y hallarse formando niveles de aspecto estratiforme. El segundo tipo de yeso está constituido por niveles tabulares con aspecto micronodular, de tipo **chicken wire**, que poseen un amplio desarrollo espacial. Ambos tipos de yeso responden a yeso secundario de textura alabastrina.

El último tipo de yeso forma parte de la unidad cartográfica (4) de la cartografía geológica y no posee un gran desarrollo en el ámbito de la hoja. Estos yesos, que se hallan muy bien desarrollados en la vecina hoja de Gelsa (29-16), son de color verde y textura alabastrina. Al microscopio petrográfico se deduce una textura microgranular en mosaico y pequeñas grietas llenas por arcillas verdosas (responsables del color) y por calcita.

## 2.2. BIOESTRATIGRAFIA

En el territorio comprendido en la hoja no existen datos paleontológicos de interés bioestratigráfico. Debido a esto nos basamos en los datos de hojas vecinas, pues conocemos su posición estratigráfica respecto los materiales presentes en la zona.

En la hoja de Sariñena (30-14), CUENCA (1991 a y b) han estudiado el yacimiento de Ontiñena, donde han identificado restos de micromamíferos correspondientes a la biozona 1 de MEIN (Ageniense), en materiales estratigráficamente equivalentes a los que constituyen la primera unidad genético-sedimentaria caracterizada en la presente hoja. Por otro lado, en la parte media-inferior de la se-

gunda unidad, 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.

En la hoja de Lanaja (29-14), a lo largo de la ejecución del proyecto, se ha estudiado el yacimiento de Puigladrón, situado en materiales que forman la parte media de una unidad genético-sedimentaria superior a la quinta presente en la zona. Este estudio, ha permitido acotar su edad, entre el Mioceno medio y el Mioceno superior. Cabe también destacar, los estudios del yacimiento del Barranco de San Benito, también situado en la parte media-superior de esta misma unidad, donde se han estudiado restos de macromamíferos, que permiten atribuirle una edad comprendida entre el Aragoniense medio y el superior. (AZANZA, com. pers.).

En la vecina hoja de Fuentes de Ebro (28-15) se ha estudiado el yacimiento de los Campos del Abuelo situado a techo de la primera unidad genético-sedimentaria distinguida en la hoja. Este yacimiento da una edad (Ageniense) (AZANZA, com. pers.).

En base a estos datos, atribuimos al Ageniense, los materiales que forman toda la primera unidad genético-sedimentaria y también a los que forman la parte basal de la segunda unidad. A los materiales que constituyen la parte media-superior de la segunda unidad y, también, los que forman la totalidad de la tercera, cuarta y quinta les atribuimos una edad correspondiente al Aragoniense.

### 2.3. CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL

La ejecución de la cartografía y el estudio sedimentológico de la hoja de Castejón de Monegros, forma parte del proyecto MAGNA-EBRO, el cual incluye la realización de 28 hojas a escala 1:50.000, en casi toda la parte central de la Cuenca del Ebro.

La magnitud del proyecto, nos ha permitido realizar un análisis detallado de esta cuenca. De esta forma, hemos podido observar que, en la parte central de la cuenca 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.

En la parte aragonesa de la Depresión, concretamente en las áreas de Fraga, Sariñena, Peñalba y Lanaja, los materiales de edad Oligoceno superior - Mioceno medio, se disponen en 9 ciclos sedimentarios (desde la Unidad de Fayón-Fraga, hasta la Unidad de San Caprasio; ver Tablas I y II). Cada uno de estos ciclos está formado 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, 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 y Fabara, 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 Priaboniense 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 I). 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 I y II, 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 (*sensu* MITCHUM, et al., 1977) pero que, debido a que en la literatura geológica, no existe un modelo genético de las secuencias deposicionales, en cuencas continentales, 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 (*sensu* 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:

- 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.

EDAD	UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS	BIOZONAS	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
MIOCENO OLIGOCENO SUPERIOR OLIGOCENO INFERIOR EOCENO SUP.	AQUITAN. AGENIENSE CHATTIENSE ENSENADA ESTAMPA PRIABONIENSE	<p>▲ MN-1</p> <p>▲ Zona <u>Rhodanomys transiens</u> (1) (MP-30)</p> <p>▲ Zona <u>Eomys aff. major</u> (1) (MP-27)</p> <p>▲ Zona <u>Eomys major</u> (1)</p> <p>▲ Zona <u>Eomys Zitteli</u> (1) (MP-26)</p> <p>▲ Zona <u>Theridomys aff. major</u> (1) (MP-25)</p> <p>▲ Zona <u>Theridomys major</u> (1) (MP-23)</p> <p>▲ Zona <u>Theridomys calafensis</u> (1) (MP-22)</p>	<p>Arcillas y calizas de las Fm. Alcubierre y Mequinenza. Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell y Sariñena. Yesos de la Fm Lerín.</p> <p>Arcillas y calizas de la Fm. Mequinenza. Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell y Sariñena.</p> <p>Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell, Sariñena y Peralta</p> <p>Arcillas, areniscas, calizas lacustres y caliza alfa (Embalse Secá) Aytona.</p> <p>Arcillas, areniscas, calizas lacustres y calizas de Castelldans</p> <p>Arcillas, areniscas lacustres y caliches de Vacaroja Sedimentos fluviales de la Formación Urgell</p> <p>Areniscas y calizas lacustres de La Floresta. Arcillas Formación Urgell, Pla de la MAUXA</p> <p>Arcillas, areniscas y calizas lacustres de Omells Sedimentos fluviales de la Formación Urgell</p> <p>Arcillas, areniscas y calizas lacustres de Vallbona Sedimentos fluviales de la Formación Urgell</p> <p>Calizas de Cervera y del Talladell Formación Urgell - Parte inferior</p> <p>Calizas de Sant Ramón - Yesos de Talavera Molasa de Solsona (Sector de Guissona)</p> <p>Calizas de Ivorra Molasa de Solsona (sector de Guissona)</p> <p>Complejo lacustre de Sanäuja</p> <p>Yesos del núcleo del anticlinal de Sanäuja</p>
	Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca		
	Unidad Mequinenza-Ballobar		
	Unidad Fayón-Fraga		
	Unidad Alfés-Ribarroja		
	Unidad Castelldans		
	Unidad Arbeca		
	Unidad La Floresta		
	Unidad Omells		
	Unidad Vallbona		
	Unidad Tárrega		
	Unidad Sant Ramón		
	Unidad Ivorra		
	Unidad de Torá		
	Unidad Sanäuja		

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

BIOZONAS MN: MEIN (1989)

BIOZONAS MP: SCHMIDT-KITTLER (1987)

(1) AGUSTI, et al. (1988)

E D A D		UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS	B I O Z O N A S	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
O N M C O — M	VALLESIENSE	Unidad San Caprasio		Areniscas, arcillas y calizas de la Formación Alcubierre.
		Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejón		Margas y calizas de la Formación Alcubierre.
	U N I O N A R A G O N I E S O N E S E	Unidad Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora		Margas y calizas de la Formación Alcubierre.
		Unidad Remolinos-Lanaja	▲ (MN-3) (?)	Areniscas, arcillas y calizas de las Fm. Sarriñena y Alcubierre yesos de la Fm. Zaragoza.
		Unidad Bujaraloz-Sariñena	▲ Zona <u>Ritteneria manca</u> (2b) (1)	Areniscas, arcillas y calizas de las Fm. Sarriñena y Alcubierre, yesos de la Fm. Zaragoza.
		Unidad Galocha-Ontiñena		Arcillas y areniscas de la Fm. Sarriñena. Arcillas y calizas de la Fm. Alcubierre y Mequinenza, yesos de la Fm Zaragoza.
	OLIGOCENO SUP.	Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca	▲ Zona <u>Rhodanomys schlosseri</u> (MN-1) (2)	Arcillas y calizas de las Fms. Alcubierre y Mequinenza. Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell y Sarriñena, yesos de la Fm. Lerín.
			▲ Zona <u>Rhodanomys transiens</u> (2) (MP-30)	

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

BIOZONAS MN: MEIN (1989)

BIOZONAS MP: SCHMIDT-KITTLER (1987)

(1) MEIN (1975)

(2) AGUSTI, et al. (1988)

- 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 erosivas y/o 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 pueden diferenciar una asociación de facies de eje 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 carbonatadas 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 carbonatados de origen lacustre-palustre. Lateralmente hacia áreas más distales, estas facies pasan transicionalmente, o bien a facies carbonatadas de origen lacustre-palustre (en la mayoría de las 20 unidades genético-sedimentarias), o bien a facies terrígeno-carbonatadas 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 de las que constituyen 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 deposicional 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 Castejón de Monegros, se hallan representadas 5 unidades genético-sedimentarias, que corresponden a cada uno de los ciclos sedimentarios, diferenciados en el territorio y que de base a techo se denominan:

- 1) **Unidad de Galocha-Ontiñena:** Es la unidad más baja estratigráficamente y posee una edad Ageniense (ver Tabla II). Dentro del área estudiada su base no aflora y tan solo se halla representada en el extremo sur-occidental del territorio en las cercanías del río Ebro. Está constituida por materiales aluviales distales en tránsito a margen de lago salino en la parte inferior, y por facies lacustre-palustres a techo. No conocemos la potencia total de esta unidad, aunque su potencia aflorante es de 20-25 m. Posee una edad correspondiente al Ageniense.
- 2) **Unidad de Bujaraloz-Sariñena:** Dentro del territorio, aflora en la mitad sur-occidental de la hoja. En todo el ámbito aflorante esta unidad se halla aflomando en facies aluviales distales en tránsito a margen de lago salino, o bien en facies de lago salino. Su potencia, es del orden de 120-130 m. La base de la unidad es Ageniense, mientras que su parte media-superior, corresponde al Aragoniense.
- 3) **Unidad de Remolinos-Lanaja:** Aflora bordeando la Sierra de Alcubierre por su parte inferior y se halla representada a lo largo de todo el territorio. En el sector NE la base de esta unidad está constituida por facies de abanico aluvial distal/lacustre-palustres, mientras que su techo está constituido por facies margo-carbonatadas, de origen lacustre-palustre (Fig. 4). En el sector central y hacia el sector nor-occidental del área cartografiada, la parte basal, pasa progresivamente a facies de margen de lago salino, mientras que ya en el extremo nor-occidental ha pasado totalmente a facies de margen de lago salino y de lago salino.

La potencia total de esta unidad no se ha medido de forma continua en ninguna de las columnas, sin embargo ésta alcanza unos 120-130 m en el sector NE, y sufre una ligera disminución hacia el O. Posee una edad correspondiente al Aragoniense.

- 4) **Unidad de Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora:** Aflora a lo largo de toda la Sierra de Alcubierre, y en el sector N está constituida por un tramo lutítico y un tramo margo-carbonatado a techo. Hacia la parte central y occidental está constituida por dos tramos fundamentalmente lutíticos y por dos tramos margo-carbonatados. El primero de los tramos margo-carbonatados, se intercala en la parte media de la unidad y el segundo, constituye su techo. Los dos tramos fundamentalmente lutíticos están constituidos por sedimentos de orla de abanico, que hacia el O evolucionan ha facies de margen de lago salino. El nivel margo carbonatado superior y medio presentes en la unidad están constituidos por facies margo-carbonatadas de origen lacustre-palustre. Igualmente que la Unidad de Remolinos-Lanaja, en el extremo nor-occidental, está integralmente formada por facies de margen de lago salino.

Esta unidad posee una potencia de unos 130 m. en la parte nor-occidental, y sufre una ligera disminución de potencia hacia el O. Su edad corresponde al Aragoniense.

- 5) **Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejón:** Aflora a lo largo de toda la parte superior de la Sierra de Alcubierre, y está constituida por dos tramos fundamentalmente lutíticos y por dos tramos margo-carbonatados. El primero de los tramos margo-carbonatados, se intercala en la parte media-superior de la unidad y el segundo, constituye su techo. En la parte centro-meridional de esta sierra, los tramos lutíticos, están formados por facies de abanico aluvial distal/orla de abanico (Fig 4). Los dos niveles margocarbonatados, están constituidos por facies de origen lacustre-palustre, en todo el área donde afloran.

La potencia total de la unidad no se ha medido en ninguna de las columnas, sin embargo supera los 130-140 m. Su edad queda comprendida entre el Aragoniense medio y el Aragoniense superior.

En la figura 4 se representa la evolución espacial y temporal de las unidades genético-sedimentarias en el sector centro-oriental de la parte aragonesa de la cuenca del Ebro. En la figura 5, se representa, más detalladamente la evolución de una de estas unidades, donde se puede observar el funcionamiento de los ciclos de facies.

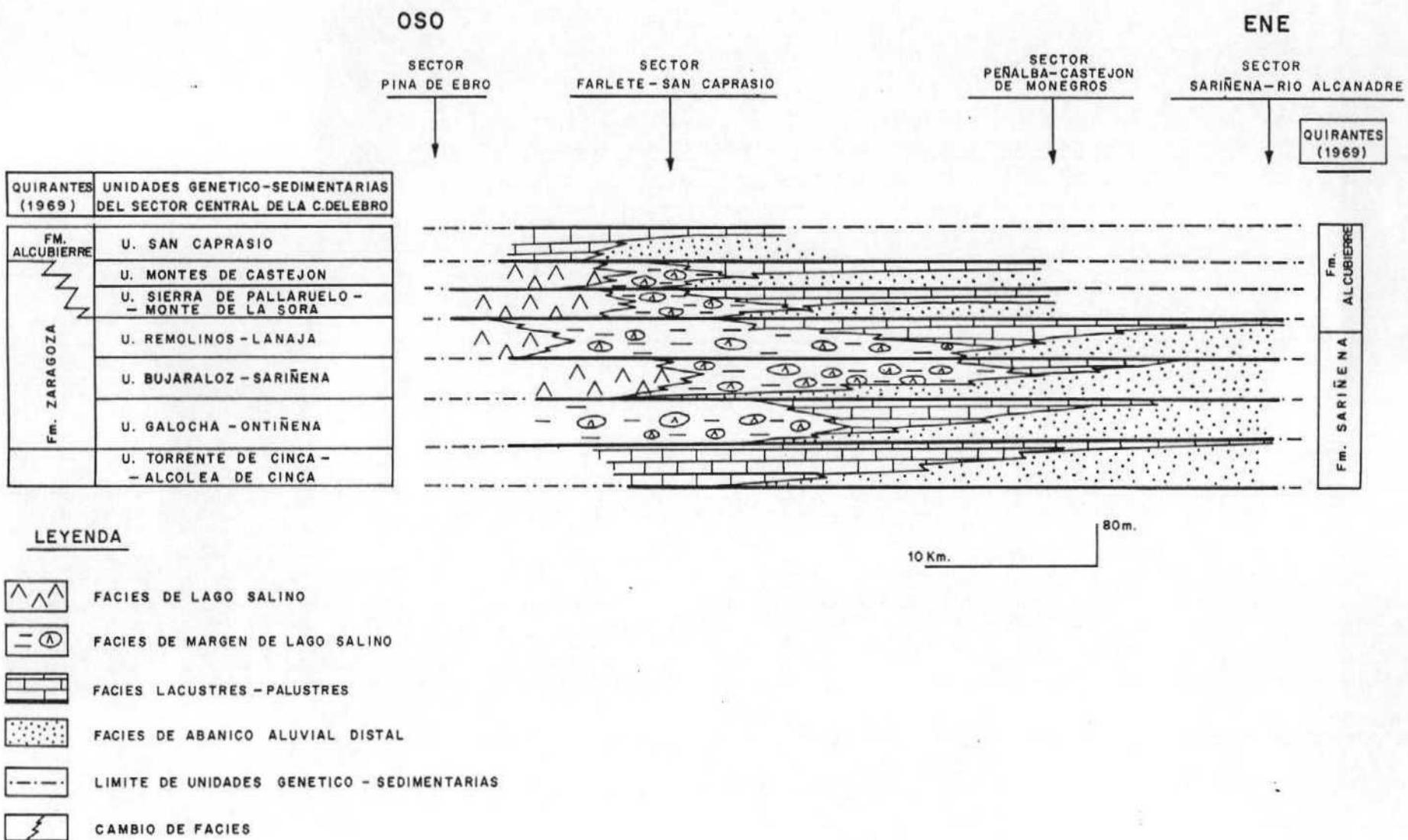


FIG. 4.- MODELO SECUENCIAL DE LAS UNIDADES GENETICO - SEDIMENTARIAS DEL SECTOR DE LOS MONEGROS

OSO

ENE

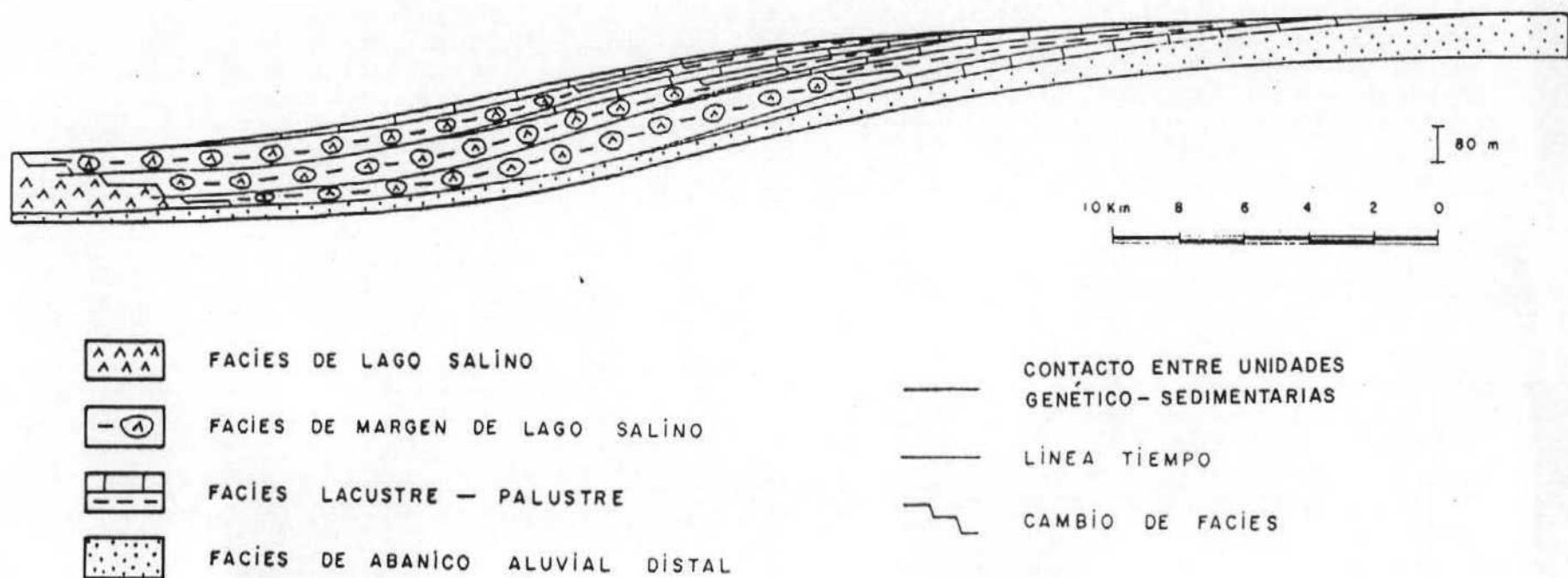


FIG. 5.— MODELO SECUENCIAL DE UNA UNIDAD GENETICO-SEDIMENTARIA EN EL SECTOR DE LOS MONEGROS

### **3.- BIBLIOGRAFIA**

---

### 3.- BIBLIOGRAFIA

---

- ALLEN J.R.L.**, 1965.- "A review of the origin and characteristics of Recent alluvial sediments". *Sedimentology*, v. 5, p. 89-191.
- ALLEN J.R.L.**, 1968.- "Current ripples. Their relation tp patterns of water and sediment motion". North-Holland Publishing Company. Amsterdam. pp. 1-422.
- ARENAS, C.; PARDO, G.; VILLENA, J. y PEREZ, A.** (1989).- Facies lacustres carbonatadas de la Sierra de Alcubierre (Sector Central de la Cuenca del Ebro). *XII Congreso Español de Sedimentología*, Bilbao, Comunicaciones, pp. 71-74.
- AZANZA, B.; CANUDO, J.I. y CUENCA, G.** (1988).- Nuevos datos bioestratigráficos del Terciario continental de la Cuenca del Ebro (sector centro-occidental). *II Congreso Geológico de España*. Granada. Vol. 1, pp. 261-264.
- CUENCA, G.; AZANZA, B.; CANUDO, J.I. y FUERTES, V.** (1989).- Los micromamíferos del Mioceno inferior de Peñalba (Huesca). Implicaciones bioestratigráficas. *Geogaceta*, nº 6, pp. 75-77.
- CUENCA, G.** (1991 a).- Nuevos datos bioestratigráficos del sector oriental de la Cuenca del Ebro. *I Congreso del grupo Español del Terciario, CONGET'91*. VIC. pp. 97-100.

- CUENCA, G. (1991 b).- Nuevos datos bioestratigráficos del Mioceno del sector central de la Cuenca del Ebro. I Congreso del grupo Español del Terciario CONGET'91. VIC, pp. 101-104.
- DALEY B., 1973.- "Fluvio-Lacustrine cyclothem from the oligocene of Hampshire". *Geol Magaz.*, vol. 110, nº 3, pp. 235-242.
- FISHER W.L., McGOWEN J. H., 1967.- "Depositional systems in the Wilcox Group of Texas and their relationship to occurrence of oil and gas": *Transactions of the Gulf Coast Association of Geological Societies*. v. 17, pp. 105-125.
- FREYTET P, 1973.- "Petrography and paleo-environment of carbonate deposits with particular reference to the upper Cretaceous and lower Eocene of Languedoc (southern France)". *Sed. Geol.*, 10, pp. 25-60.
- FREYTET P, PLAZIAT J. C., 1982.- "Continental Carbonate Sedimentation and Pedogenesis -Late Cretaceous and Early Tertiary of Southern France". *Contributions to Sedimentology*, 12., Füchtbauer H., Lisitzyn, A., Milliman J. D., Seibold E., Eds. Stuttgart, 1982.
- HERNANDEZ, A., COSTA, J.M., SOLÀ, J., VAN DEN HURK, A. M., RAMIREZ, J. I., SALAZAR, A., NAVARRO, J. J., ESNAOLA, J. M., GIL, C., MARQUES, L. A. (1991).- Evolución genético-sedimentaria de la unidad Zuera. (Mioceno inferior, Cuenca del Ebro)". Volumen de Comunicaciones del I Congreso del Grupo Español de Terciario, Vic 1991. pp.162-165.
- HIRST, J. P. P., NICHOLS, G. J., 1986.- "Thrust tectonic controls on Miocene alluvial distribution patterns, southern Pyrenees". *Spec. publs. Ass. Sediment*, 8, pp. 247-258.

- MEIN, P. (1975).**- "Report on Activity". RCMNS Working groups. Bratislava, pp. 78-81.
- MITCHUM R. M., VAIL P. R., THOMPSON III S., 1977.**- "Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, Part 2: the depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis" C. E. Payton Ed., Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration": AAPG Memoir 26, pp. 53-62.
- PUIGDEFABREGAS C., MUÑOZ J. A., MARZO M., 1986.**- "Thrust belt development in the eastern Pyrenees and related depositional sequences in the southern foreland basin". Spec. Publs. Int. Ass. Sediment. t. 8, pp. 229-246.
- QUIRANTES J., 1969.**- Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de Los Monegros. Tesis Doctoral. Univ. Granada. Publ. Instituto Fernando el Católico (CSIC) de la diputación provincial de Zaragoza, 200 pp.
- SALVANY J. M., 1989a.**- Las formaciones evaporíticas del terciario continental de la cuenca del Ebro en Navarra y la Rioja. Litoestratigrafía, petrología y sedimentología. Tesis doctoral. Univ. de Barcelona. 397 pp.
- SALVANY J. M., 1989b.**- Ciclos y megaciclos evaporíticos en las Formaciones Falces y Lerin. Oligoceno-Mioceno Inferior de la Cuenca del Ebro (Navarra-La Rioja). Comunicaciones del XII Congr. esp. de Sed. Leioa -Bilbo, 19-20 Sep. 1989. pp. 83-86.

- SCOTT R. W., KIDSON E. J., 1977.**- "Lower Cretaceous depositional systems, West Texas". In Bebout, D.G. y Loucks, R. G. Cretaceous carbonates of Texas and Mexico. Applications to subsurface exploration. Bur. of Econ. Geol. Reprot of investigations. n° 89, Austin, Texas.
- SLOSS L L., 1964.**- "Tectonic cycles of north american craton". Kansas Geological Survey Bulletin". pp. 450-460, 4 fig., 1 tabl.
- SELLY R.C., 1977.**- "An introduction to Sedimentology". Acade. Press. London, 1-408.
- ULIANA M. A., LEGARRETA L., 1988.**- Introducción a la Estratigrafía secuencial. Análisis de discontinuidades estratigráficas. Informe de la Asociación Geológica Argentina e Instituto Argentino del Petróleo. Noviembre de 1988.
- VAIL P. R., MITCHUM R. M., THOMPSON III S., 1977.**- "Seismic Stratigraphy and global changes of sea level, part 3: relative changes of sea level from coastal onlap, in C. W. Payton, ed., Seismic Stratigraphy applications to hydrocarbon exploration": AAPG Memoir 26. pp. 63-97.
- VAN WAGONER J.C., 1985.**- "Reservoir facies distribution as controlled by sea level change, abstract": Society of Economic paleontologists and mineralogists mid-year Meeting. Golden, Colorado, August 11-14, p. 91-92.

**VAN WAGONER J. C., MITCHUM R. M. CAMPION K. M., RAHMANIAN V. D., 1990.- "Siliciclastic Sequence. Stratigraphy in well logs, cores, and outcrops". AAPG Methods in Exploration Series. N° 7, 55 pp.'**

**WHEELER H. E., 1964.- "Base-level transit cycles. Kansas Geological Survey Bulletin". 169.**