

**INFORME SEDIMENTOLÓGICO  
DE LA HOJA DE FUSTIÑANA**

**26-12**

**283**

**JUNIO/91**

INDICE

## INDICE

	Pág.
1.- <u>INTRODUCCION</u> . . . . .	1
1.1. SITUACION GEOGRAFICA . . . . .	2
1.2. SITUACION GEOLOGICA . . . . .	2
1.3. METODOLOGIA DE TRABAJO . . . . .	3
1.4. NOMENCLATURA . . . . .	3
2.- <u>ESTRATIGRAFIA</u> . . . . .	5
2.1. LITOESTRATIGRAFIA. DESCRIPCION DE FACIES . .	6
2.1.1. <u>Ambiente deposicional de abanico aluvial distal</u> . . . . .	7
2.1.1.1. Facies de relleno de canal . .	9
2.1.1.2. Facies de llanura de inundación . . . . .	10
2.1.2. <u>Ambiente deposicional lacustre-palustre carbonatado</u> . . . . .	10
2.1.2.1. Facies lacustre-palustres . .	11
2.1.3. <u>Ambiente deposicional de margen de lago salino</u> . . . . .	13
2.1.3.1. Facies de margen de lago salino . . . . .	13
2.2. BIOESTRATIGRAFIA . . . . .	14
2.3. CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL	15
3.- <u>BIBLIOGRAFIA</u> . . . . .	25

INTRODUCCION

1.-

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1. SITUACION GEOGRAFICA

La zona estudiada comprende el territorio ocupado por la Hoja topográfica 1:50.000 de Fustiñana (283), situada en el área de enlace entre las comarcas de Las Bárdenas (Navarra) y Cinco Villas (Zaragoza). Ambas comarcas se sitúan en la parte central de la Depresión del Ebro.

### 1.2. SITUACION GEOLOGICA

Geológicamente los materiales estudiados corresponden a los sedimentos que colmataron la Cuenca del Ebro durante el Mioceno inferior-medio. Esta cuenca, desde el Paleoceno hasta la actualidad se ha comportado como una cuenca de antepaís cuya evolución está relacionada con la evolución de los orógenos que la circundan (PUIGDEFABREGAS *et al.*, 1986), al N los Pirineos, al S la Cordillera Ibérica y por el E Los Catalánides. Dentro de este período cabe distinguir una fase de relleno sedimentario marino-continental, que se extiende hasta el Eoceno superior (Priabonense) y una fase de relleno sedimentario continental, que se extiende desde el Eoceno superior hasta la actualidad. En esta segunda fase la cuenca ha tenido un comportamiento endorréico, con desarrollo de sistemas aluviales en sus márgenes y sistemas lacustres carbonatados y evaporíticos en su zona central (RIBA, *et al.*, 1983).

Según los conocimientos actuales puede afirmarse que durante el Oligoceno existieron dos depocentros de sedimentación fluvio-lacustre dentro de la Cuenca: uno situado en el sector catalán y el otro en el sector navarro-riojano. Sin embargo, durante el Mioceno la paleogeografía de la cuenca cambió siendo el sector aragonés la zona más subsidente de la misma.

El área de estudio corresponde a la parte occidental del sector aragonés de la cuenca, donde la sedimentación registrada durante el Mioceno inferior-medio fue principalmente de carácter lacustre marginal y aluvial distal.

### 1.3. METODOLOGIA DE TRABAJO

El estudio de la zona se ha realizado en el entorno de la Hoja 1:50.000 de Fustiñana (283). El trabajo ha consistido en un estudio cartográfico convencional, con ayuda de fotografía aérea 1:33.000, apoyado con el levantamiento de 8 columnas estratigráficas, a 1:200, y el muestreo de arcillas, carbonatos y areniscas para su estudio petrológico y paleontológico (un total de 98 muestras). Para el análisis micropaleontológico se han considerado 27 muestras, así como 3 muestras para el estudio de micromamíferos. También se ha destinado 1 muestra para estudios especiales de arcillas. Las muestras restantes se han destinado a la realización de lámina delgada para su estudio petrográfico (71 láminas delgadas).

### 1.4. NOMENCLATURA

A continuación se definen los principales términos utilizados para la elaboración del presente estudio sedimentológico.

UNIDAD GENETICO-SEDIMENTARIA.- Utilizamos dicho término para definir a un conjunto de materiales genéticamente relacionados y limitados por discordancias (sensu MITCHUM et al., 1977). Esta definición corresponde a la de secuencia deposicional (sensu VAIL et al. 1977) para sedimentos marinos y a la de hinterland sequences (VAIL et al. 1977) para sedimentos continentales. Debido a la ausencia de un modelo bien definido en cuencas continentales (VAN WAGO-

NER, et al., 1990), preferimos utilizar el término de unidad genético-sedimentaria.

SISTEMA DEPOSICIONAL.- Asociación tridimensional de facies formada por un conjunto de ambientes relacionados fisiográficamente (sensu FISCHER & McGOWEN, 1967) (SCOTT & KIDSON, 1977).

AMBIENTE DEPOSICIONAL.- Condiciones biológicas, químicas y físicas específicas, deducidas a partir de grupos de litofacies y paleocomunidades (SCOTT & KIDSON, 1977).

2.- ESTRATIGRAFIA

## 2.- ESTRATIGRAFIA

Como se ha dicho anteriormente, los sedimentos que comprenden el territorio estudiado poseen una edad comprendida entre el Mioceno inferior y el Mioceno medio.

Dentro de la zona, existen dos dominios litológicos diferentes que en la cartografía aparecen identificados: un dominio septentrional, constituido por arcillas y areniscas de origen fluvial, y un dominio meridional, además de los afloramientos yesíferos de la esquina noroccidental, que constituye la prolongación del anticlinal de Los Arcos, formado principalmente por facies margo-carbonatadas, ocasionalmente yesíferas, de origen lacustre. Los materiales que se ubican en la parte septentrional de la Hoja, forman parte de la Formación Uncastillo (SOLER y PUIGDEFABREGAS, 1970), mientras que los materiales que se desarrollan en la parte meridional de la misma, pertenecen a la Formación Alcubierre (QUIRANTES, 1969).

Cabe mencionar, que los depósitos fluviales mencionados, son de procedencia pirenaica y que forman parte del Sistema deposicional de Luna (HIRST, 1983; HIRST Y NICHOLS, 1986). (FIG.-4)

### 2.1. LITOESTRATIGRAFIA. DESCRIPCION DE FACIES

Los materiales descritos de forma general en el apartado anterior pueden agruparse en tres ambientes deposicionales distintos:

#### A) Ambiente deposicional de abanico aluvial distal

Están bien representados en toda la Hoja. Aunque predominan en la zona noroccidental estos materia-

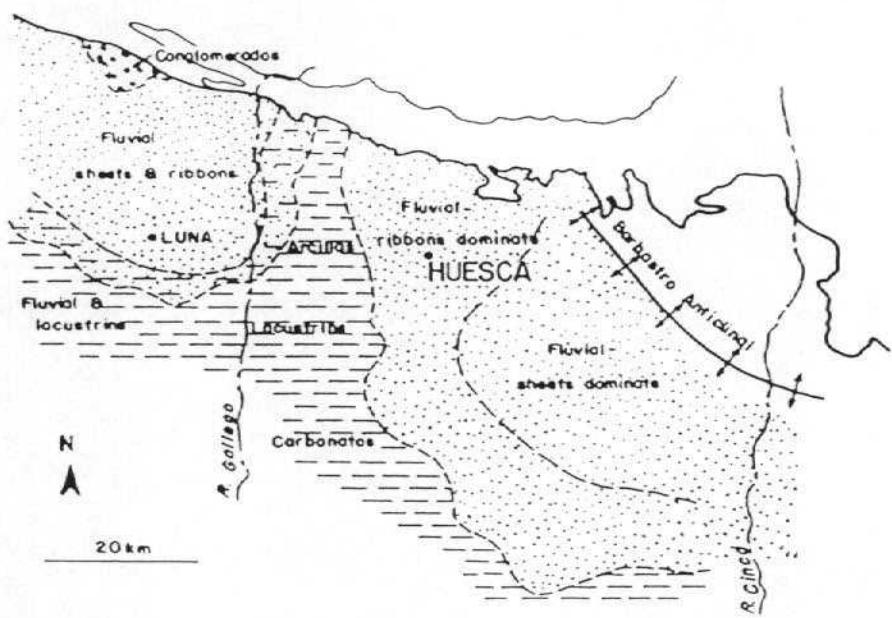


Fig.- 1 - CINTURONES DE FACIES EN LOS SEDIMENTOS DEL MIOCENO INFERIOR  
ENTRE LUNA Y EL RIO CINCA(según HIRST & NICHOLS, 1986)

## 3.2.2. Ambientes deposicionales del cuadrante SE

Los materiales aluviales y/o fluviales pertenecen al sistema deposicional de Luna (HIRST y NICHOLS, 1986) de procedencia pirenaica y a otro sistema deposicional de procedencia ibérica.

**B)** Ambiente deposicional lacustre-palustre carbonatado

Al igual que en el caso anterior, sus materiales correspondientes están bien representados en diferentes niveles de la serie estratigráfica, aunque su predominio es más claro en las partes centrales de la Hoja, dando lugar a cambios laterales con los materiales de otros ambientes deposicionales.

**C)** Ambiente deposicional de margen de lago salino

Los depósitos que forman este ambiente deposicional se hallan intercalados entre la facies que configuran el ambiente lacustre-palustre que en el área de estudio se dispone como cambio lateral de facies. Estos depósitos son minoritarios con respecto a los dos casos anteriores en cuanto a su representación estratigráfica y cartográfica, y su área correspondiente queda circunscrita al cuadrante SE.

### 2.1.1. Ambiente deposicional de abanico aluvial distal

Tal como se ha expuesto anteriormente, los materiales correspondientes a este ambiente deposicional están bien representados en diferentes niveles de la serie que constituye la Hoja. Básicamente se trata de las unidades cartográficas 2, 3, 9 y 11, y también en parte está representado en las unidades 6, 7 y 10. En estos diferentes casos

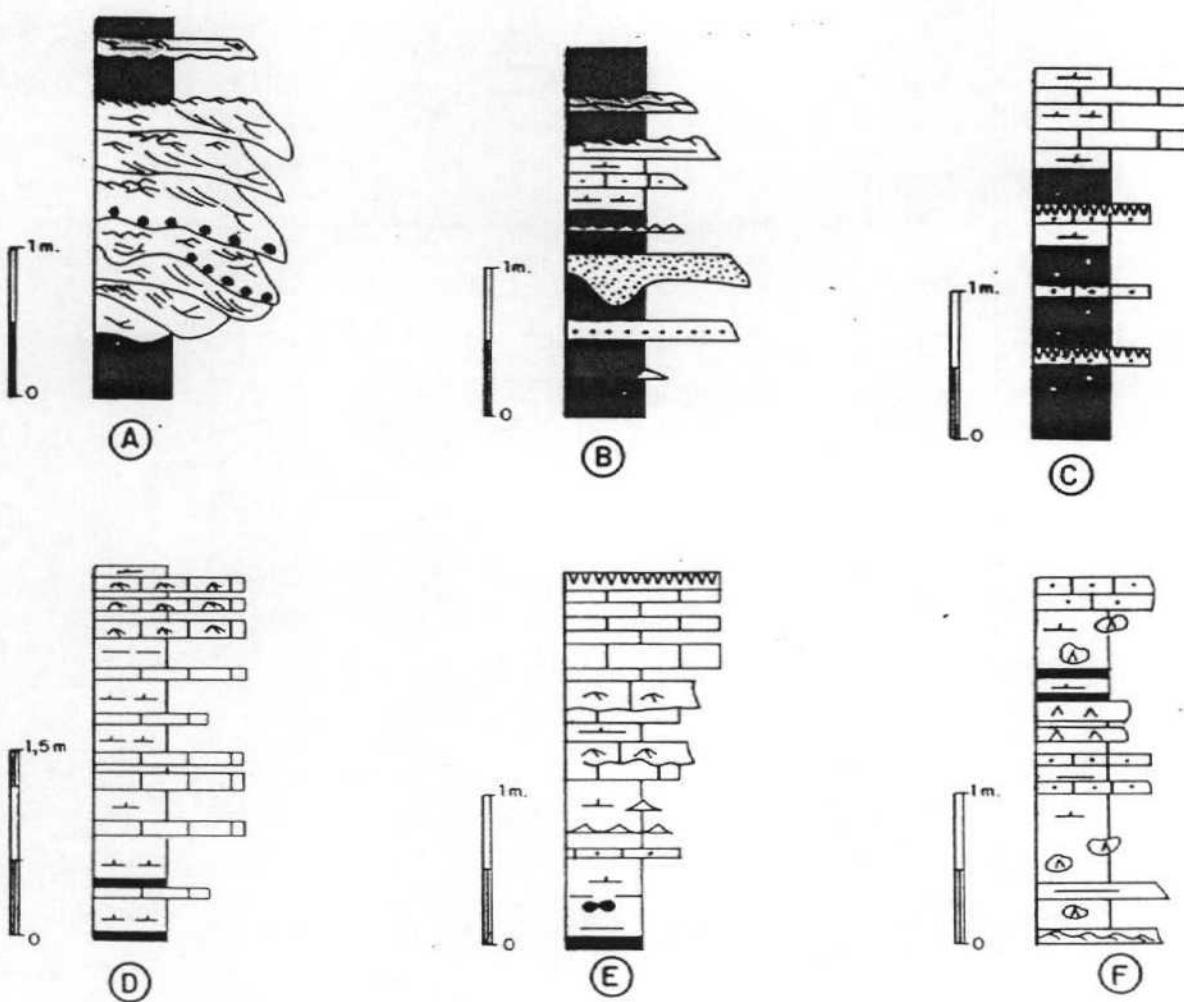
cia pirenaica e ibérica, con indentación de sus diferentes materiales. Propiamente no existen en la literatura trabajos que permitan establecer con precisión estos aspectos paleogeográficos.

#### 2.1.1.1. Facies de relleno de canal

Normalmente se organizan en bancos de arenisca de grano medio y fino, con un espesor comprendido entre 30 cm y 2 m. Estos bancos presentan superficies de reactivación, a menudo marcadas por cantes blandos, que individualizan a cuerpos areniscosos que a su vez presentan superficies de acreción lateral. Entre las superficies de acreción lateral, se desarrollan cosets de láminas, dentro de los cuales existe una gradación vertical y lateral (siguiendo las superficies de acreción) de estructuras sedimentarias. Esta gradación solamente se observa en algunos casos, donde las estructuras sedimentarias se han preservado y, de base a techo, consiste en: estratificación cruzada en surco, estratificación cruzada planar y, finalmente, ripples de corriente. Según estas características, estos bancos de arenisca corresponden a point bars de ríos meandriformes (ver ALLEN, 1965 y 1968). Las superficies de reactivación individualizan a diferentes scroll bars.

Algunos cuerpos areniscosos poseen, como los anteriormente descritos, una granulometría de arena media y fina. Su espesor oscila entre 0,5 m y 1,5 m. Están granoclásificados positivamente e, internamente, presentan estratificación cruzada de tipo planar y, hacia el techo, ripples de corriente. En ellos, raras veces se observan superficies de acreción lateral. Estos cuerpos se han interpretado como el relleno de paleocanales de ríos de baja sinuosidad. (FIG.2A)

También se presentan cuerpos areniscosos tabulares, con una fuerte base erosiva. Su espesor normalmente



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 DE LAS UNIDADES 2, 3 y 4

E - SECUENCIAS DE FACIES LACUSTRES DE LAS 2 UNIDADES SUPERIORES

F - SECUENCIAS DE FACIES DE MARGEN DE LAGO SALINO

#### LEYENDA

ARENISCAS	{		YESOS NODULARES	—	LAMINACION PARALELA
				—	ESTRATIFICACION WAVY
CALIZAS	{		ESTRATIFICACION CRUZADA EN SURCO	△	ESTRATIFICACION LINSEN
				~~~~~	MARCAS DE RAICES
CALCISILTITAS	{		ESTRATIFICACION CRUZADA PLANAR	●●●	NODULOS DE SILEX
				~~~	CANTOS BLANDOS
PELITAS	{		RIPPLES DE CORRIENTE	—	RIPPLES ASCENDENTES
				—	RIPPLES DE OSCILACION
MARGAS	{				

FIG. 2 .-SECUENCIAS DE FACIES REPRESENTATIVAS DE LOS AMBIENTES DEPOSICIONALES QUE SE DESARROLLAN EN LA HOJA DE FUSTIÑANA (26-12)

oscila entre los 10-15 cm y los 50 cm. Internamente, son cuerpos masivos, donde no se observa ninguna estructura tractiva. Según estas características se interpretan como el relleno de cicatrices erosivas (scours), durante etapas de fuertes avenidas. Estos cuerpos estarían asociados a las facies de desbordamiento (crevasses) (ver ALLEN, 1965 Y SELLEY, 1977).

#### 2.1.1.2. Facies de llanura de inundación

Tal como ya se ha dicho estos depósitos son fundamentalmente de carácter arcilloso o lutítico.

Consisten en arcillas y/o lutitas de coloración variable, más o menos moteadas, que pueden presentar señales de edafización (moteados, trazas de raíces, etc) y pueden ser masivas o bien estar laminadas. También se intercalan capas de grano fino y muy fino con climbing ripples, capas de espesor centimétrico con estratificación wavy y linsen, limos carbonatados y tramos margosos. (FIG. 2B).

#### 2.1.2. Ambiente deposicional lacustre-palustre carbonatado

Quedan bien diferenciados tres tramos carbonatados en el dominio de la Hoja de Fustiñana, que corresponden a las unidades cartográficas 5, 10 y 12. Con menor grado de desarrollo también presentan facies carbonatadas las unidades 4, 7 y 13, así como las restantes unidades, aunque en este último caso de forma muy subordinada. Ello pone de manifiesto que el desarrollo de ambiente lacustre-palustre carbonatado ha sido prácticamente constante, con mayor o menor grado, en toda la serie miocena representada en la Hoja.

En la cuenca sedimentaria, estos carbonatos están normalmente desarrollados en la zona de enlace entre los sedimentos aluviales de margen de cuenca y los sedimentos lacustres evaporíticos de centro de la misma. Su deposición está ligada a estadios de expansión lacustre donde las aguas tienen un carácter dulce permitiendo el crecimiento de una amplia variedad de organismos. En estadios de retracción lacustre las aguas se concentran y el nivel lacustre se restringe al centro de la cuenca sucediendo a la sedimentación carbonatada otra de carácter salino con precipitación de sulfatos (yeso, anhidrita, ...) y sal (halita). (FIG. 2 C,D y E).

En las unidades estratigráficamente más altas (Alcubierre) estas calizas llegar a dominar la sedimentación de toda la zona central de la cuenca, con escasa o nula representación de facies salinas.

#### 2.1.2.1. Facies lacustre-palustres

El estadio litológico de estos carbonatos permite ver que se trata siempre, y con pocas diferencias, del mismo tipo de sedimentos: calizas bioturbadas formadas principalmente por carófitas acompañadas de ostrácodos, gasterópodos y resto de otros organismos que vivieron en el ambiente lacustre.

Algunas particularidades sedimentológicas a destacar son:

En las unidades con mayor potencia de las capas de caliza, que representan etapas de mayor estabilidad y desarrollo de los medios lacustre carbonatados, están mejor representados los restos de gasterópodos y fragmentos de huesos de pez. En estos casos suelen manifestarse procesos de silicificación y estructuras sedimentarias diversas

(hummockies, estratificación cruzada de pequeña escala, etc.).

Estas capas de caliza tienen una gran continuidad lateral (niveles guía) y suelen mantener individualmente su espesor durante largas distancias.

En algunas unidades estas calizas tienen un carácter más detritico (calcarenita), con una componente siliciclastico importante, de fracción limo o arena fina.

El tipo de secuencia sedimentaria elemental que mejor caracteriza estas capas de calizas consta de una parte inferior de aspecto masivo, con base normalmente erosiva, y una parte superior de composición más margosa y bioturbada. Entre la parte inferior y la superior el tránsito es gradual. La bioturbación, que se manifiesta por medio de pequeños tubos más o menos verticales y de pocos milímetros de diámetro, suele estar relacionado con la colonización de vegetales en el fondo del lago, y puede afectar a la totalidad de la capa por muy delgada o potente que ésta sea (desde pocos centímetros, hasta 3 m de espesor en algunos casos).

Otro tipo de material relacionado con la sedimentación en el ambiente deposicional lacustre carbonatado son las margas. Estas margas, que están asociadas a las capas de caliza, limitándolas por encima o debajo, son siempre de tonalidades grises y contienen abundantes restos de microorganismos (ogonio y tallas caráceas, huesos de pez, etc.). Se trata de sedimentos lutíticos empapados o inundados de agua en la zona periférica lacustre y/o interna. Entre estas margas y las calizas puede encontrarse toda la escala intermedia de margocalizas y calizas margosa.

### 2.1.3. Ambiente deposicional de margen de lago salino

Aunque en diferentes unidades de la Hoja se reconocen indicios de evaporitas (nódulos y micronódulos de yeso), propiamente los materiales procedentes de este ambiente de deposición se encuentran representados en las unidades cartográficas 1 y 8, tratándose en ambos casos del mismo tipo de sedimentos: yesos nodulares de margen de lago salino. (Fig. 2F).

Sin embargo, la paleogeografía de estas unidades es bien diferente, pues en el primer caso (unidad 1) se trata de las facies de margen de lago salino asociada a la de Yesos de Los Arcos, bien desarrollados en la Ribera de Navarra, mientras que en el segundo caso (unidad 8) lo son de los Yesos de Zaragoza, desarrollados en la Ribera de Aragón.

#### 2.1.3.1. Facies de margen de lago salino

Principalmente se caracterizan por la presencia de yesos nodulares que pueden estar más o menos dispersos entre un sedimento lutítico y/o carbonatado. Cuando la cantidad de nódulos de yeso es relevante y están muy apretados entre sí se llegan a formar propiamente capas de yeso con estructura nodular (chiken-wire) que llegan a formar buenos niveles guía.

Con mayor frecuencia se trata de tramos arcillosos de tonalidades deminantemente grises, que intercalan nódulos de yeso de forma más o menos dispersa.

La morfología y tamaño de los nódulos puede ser variable. Cuando los nódulos se hallan aislados tienden a dar formas subesféricas y tamaños variables desde 1-2 cm hasta 20-30 cm. Cuando han crecido próximos entre sí su

morfología está condicionada por el espacio disponible entre sí y pueden dar formas más variables: alargados, aplanados, etc. con tamaños, de hasta 5-10 cm.

En sentido vertical y también lateral las capas yesíferas más densas evolucionan a niveles nodulares más dispersos, formando a escala de afloramiento pequeños ciclos evaporíticos que evolucionan de margas a margas con yeso nodular y finalmente a capas nodulares de yeso bien desarrolladas con matriz lutítica o carbonatada. En estos casos el carbonato suele ser de tipo dolomícrito.

Los nódulos de yeso se formaron originalmente como anhidrita, intersticialmente en el seno de un sedimento blando lutítico o carbonatado empapado en aguas naturales con sulfato cálcico sometida a fuerte evaporación.

## 2.2. BIOESTRATIGRAFIA

El análisis de las muestras recogidas para el estudio de microvertebrados, dentro del territorio estudiado, no ha dado resultados favorables, pero en las Hojas vecinas de Tudela y Remolinos, existen yacimientos de vertebrados (Tudela y Remolinos) en materiales que presentan equivalentes estratigráficos en la Hoja de Fustiñana. Los yacimientos de Tudela se hallan en materiales estratigráficamente equivalentes a los que constituyen las unidades cartográficas 2, 3 y 4 el de Remolinos lo está en niveles lateralmente equivalentes a la unidad cartográfica 8. Los yacimientos de Tudela, inicialmente descrita por CRUSAFONT et al., (1966) determinan una edad Ageniense superior para los materiales que lo contienen. El yacimiento de Remolinos, de LLAMAS (1959) dió una edad de Aragoniense sin mayores precisiones.

### 2.3. CRONOESTRATIGRAFIA. ESTRATIGRAFIA SECUENCIAL

La ejecución de la cartografía y del estudio sedimentológico de la Hoja de Fustiñana, forma parte del proyecto MAGNA, que 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 superio-Mioceno medio, se disponen en 9 ciclos sedimentarios (desde la Unidad Fayón-Fraga, hasta la Unidad San Caprasio de las tablas I y II). Cada uno de estos ciclos está formado en la base, por materiales de abanico aluvial distal y hacia techo, pasan transicionalmente a materiales lacustre-palustres. De la misma forma, en la zona de Fustiñana, Ejea y Almudévar, en la parte centro-occidental de la Cuenca, la disposición cíclica de estos materiales, se realiza de forma similar. 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.

E D A D		UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS	B I O Z O N A S	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
MIOCENO	AQUITAN. AGENIENSE	Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca	▲ MN-1 ▲ Zona <u>Rhodanomys transiens</u> (1) (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.
OLIGOCENO SUPERIOR	E S T A T I E N S O	Unidad Mequinenza-Ballobar		Arcillas y calizas de la Fm. Mequinenza. Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell y Sariñena.
OLIGOCENO SUPERIOR	C H A T T I E N S O	Unidad Fayón-Fraga	▲ Zona <u>Eomys aff. major</u> (1) (MP-27) ▲ Zona <u>Eomys major</u> (1) ▲ Zona <u>Eomys Zitteli</u> (1) (MP-26)	Arcillas y areniscas de las Fms. Urgell, Sariñena y Peralta
OLIGOCENO SUPERIOR		Unidad Alfés-Ribarroja	▲ Zona <u>Theridomys aff. major</u> (1) (MP-25)	Arcillas, areniscas, calizas lacustres y caliza alfa (Embalse Secá) Aytona.
OLIGOCENO INFERIOR	E S T A M P I E N S O	Unidad Castelldans		Arcillas, areniscas, calizas lacustres y calizas de Castelldans
OLIGOCENO INFERIOR		Unidad Arbeca		Arcillas, areniscas lacustres y caliches de Vacaroja Sedimentos fluviales de la Formación Urgell
OLIGOCENO INFERIOR		Unidad La Floresta		Areniscas y calizas lacustres de La Floresta, Arcillas Formación Urgell, Pla de la MAUXA
OLIGOCENO INFERIOR		Unidad Omells		Arcillas, areniscas y calizas lacustres de Omells Sedimentos fluviales de la Formación Urgell
OLIGOCENO INFERIOR		Unidad Vallbona		Arcillas, areniscas y calizas lacustres de Vallbona Sedimentos fluviales de la Formación Urgell
OLIGOCENO INFERIOR		Unidad Tárrega	▲ Zona <u>Theridomys major</u> (1) (MP-23) ▲ Zona <u>Theridomys calafensis</u> (1) (MP-22)	Calizas de Cervera y del Talladell Formación Urgell - Parte inferior
OLIGOCENO INFERIOR		Unidad Sant Ramón		Calizas de Sant Ramón - Yesos de Talavera Molasa de Solsona (Sector de Guissona)
OLIGOCENO INFERIOR		Unidad Ivorra		Calizas de Ivorra Molasa de Solsona (sector de Guissona)
OLIGOCENO INFERIOR		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

BIOZONAS MN: MEIN (1989)

BIOZONAS MP: SCHMIDT-KITTNER (1987)

(1) AGUSTI, et al. (1988)

E D A D		UNIDADES CRONOESTRATIGRAFICAS	B I O Z O N A S	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS
O N E 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.
	ARAGONIENSE	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. Sariñena y Alcubierre yesos de la Fm. Zaragoza.
		Unidad Bujaraloz-Seriñena	▲ Zona <u>Ritteneria manca</u> (2b) (1)	Areniscas, arcillas y calizas de las Fm. Sariñena y Alcubierre, yesos de la Fm. Zaragoza.
		Unidad Galocha-Ontiñena		Arcillas y areniscas de la Fm. Sariñena. Arcillas y calizas de la Fm. Alcubierre y Mequinenza, yesos de la Fm Zaragoza.
		Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca	▲ Zona <u>Rhodanomys schlosseri</u> (MN-1) (2) ▲ Zona <u>Rhodanomys transiens</u> (2) (MP-30)	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.	CHATTIENSE			

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)

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 Prioabonense y el Oligoceno superior. En las áreas donde se interdigitan los ambientes deposicionales de abanico aluvial distal y ambientes lacustres-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 de la 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 Ramón, 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.

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 (s.s. 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 (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:

- 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 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 margoyesíferas 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 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 relati-

vamente 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. Esta 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 LEGARRETAM, 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 esta 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 esta enfatizados por la subsidencia tectónica.

En el área estudiada de la Hoja de Fustiñána, se hallan representadas 6 unidades genético-sedimentarias, que de base a techo se denominan: (FIG. 3)

**1/ Unidad Torrente de Cinca-Alcolea de Cinca:** Esta unidad corresponde a los Yesos de Los Arcos y sólo aflora en el vértice NO de la Hoja, tratándose a su vez del afloramiento más oriental y meridional de esta unidad en la Ribera de Navarra. (FIG. 4)

En la Hoja de Fustiñana estos materiales ofrecen una potencia máxima aflorante de 20 a 30 m, y están constituidos principalmente por arcillas y margas grises entre las que se encajan abundantes niveles de yesos.

Los yesos son nodulares (ocasionalmente laminados) y pueden estar formando capas más o menos arcillosas de espesor decimétrico o bien tratarse de nódulos individuales dispersos entre las arcillas. El tamaño de los nódulos puede variar entre 1-2 cms y 20 cms. Texturalmente se trata de yesos secundarios alabastrinos y porfiroblásticos. Estas facies arcillosas y yesíferas propiamente constituyen los niveles de tránsito entre los Yesos de Los Arcos y las arcillas basales de la Fm. Tudela (PEREZ y MUÑOZ, 1988).

Sedimentologicamente se trata de facies marginales de lago salino (playa-lake), con crecimiento de nódulos de anhidrita (ahora como yeso secundario) entre materiales arcillosos y margosos de llanura lutítica distal.

Clásicamente se han venido considerando a los Yesos de Los Arcos como los niveles de tránsito Oligoceno-Mioceno (CRUSAFONT et. al. 1966), en base a los yacimientos de vertebrados de Tudela I y II (Ageniense). Sin embargo, los yacimientos agenienses de Autol (CUENCA, 1985), emplazados en niveles que lateralmente se sitúan por debajo de los

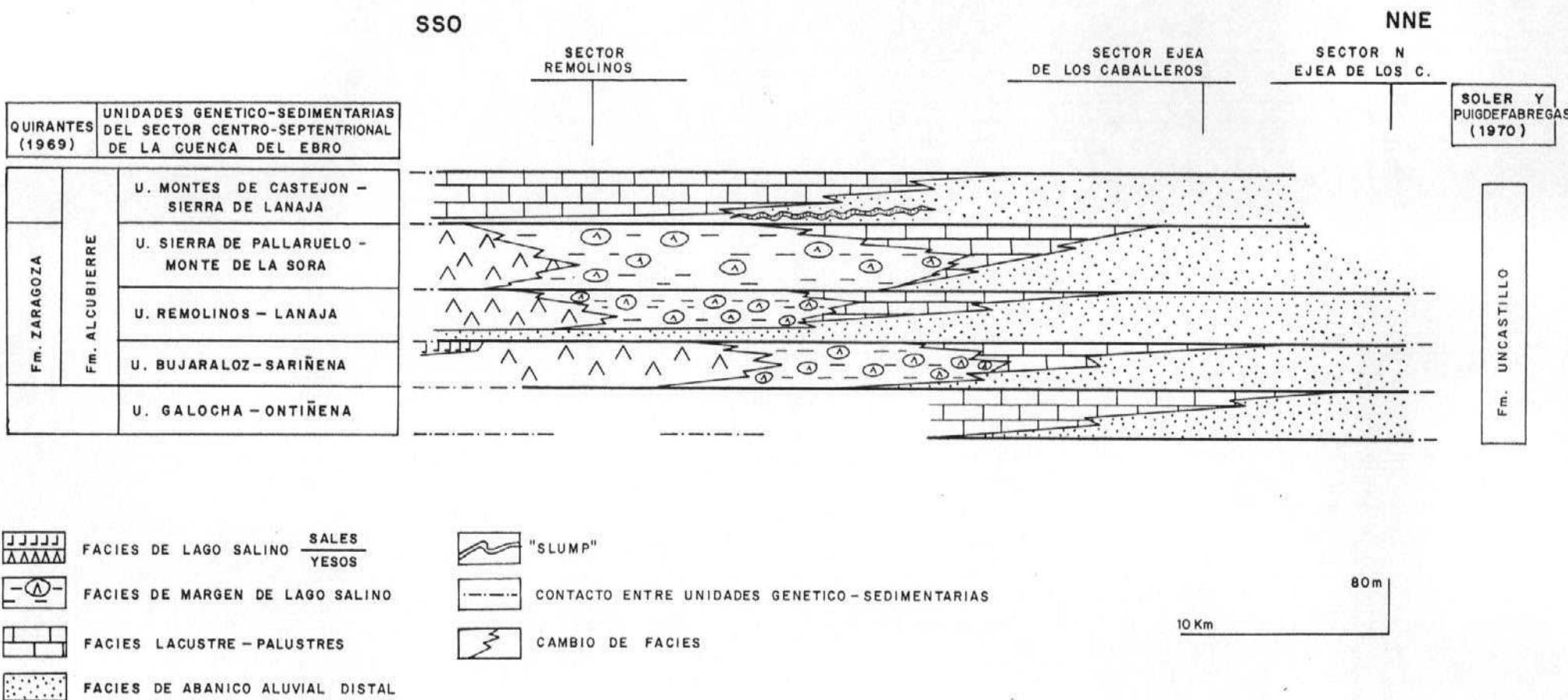


Fig. 3.- MODELO SECUENCIAL DE LAS UNIDADES GENETICO-SEDIMENTARIAS MIOCENAS EN EL SECTOR NOROCCIDENTAL DE LA PARTE ARAGONESA DE LA CUENCA DEL EBRO.

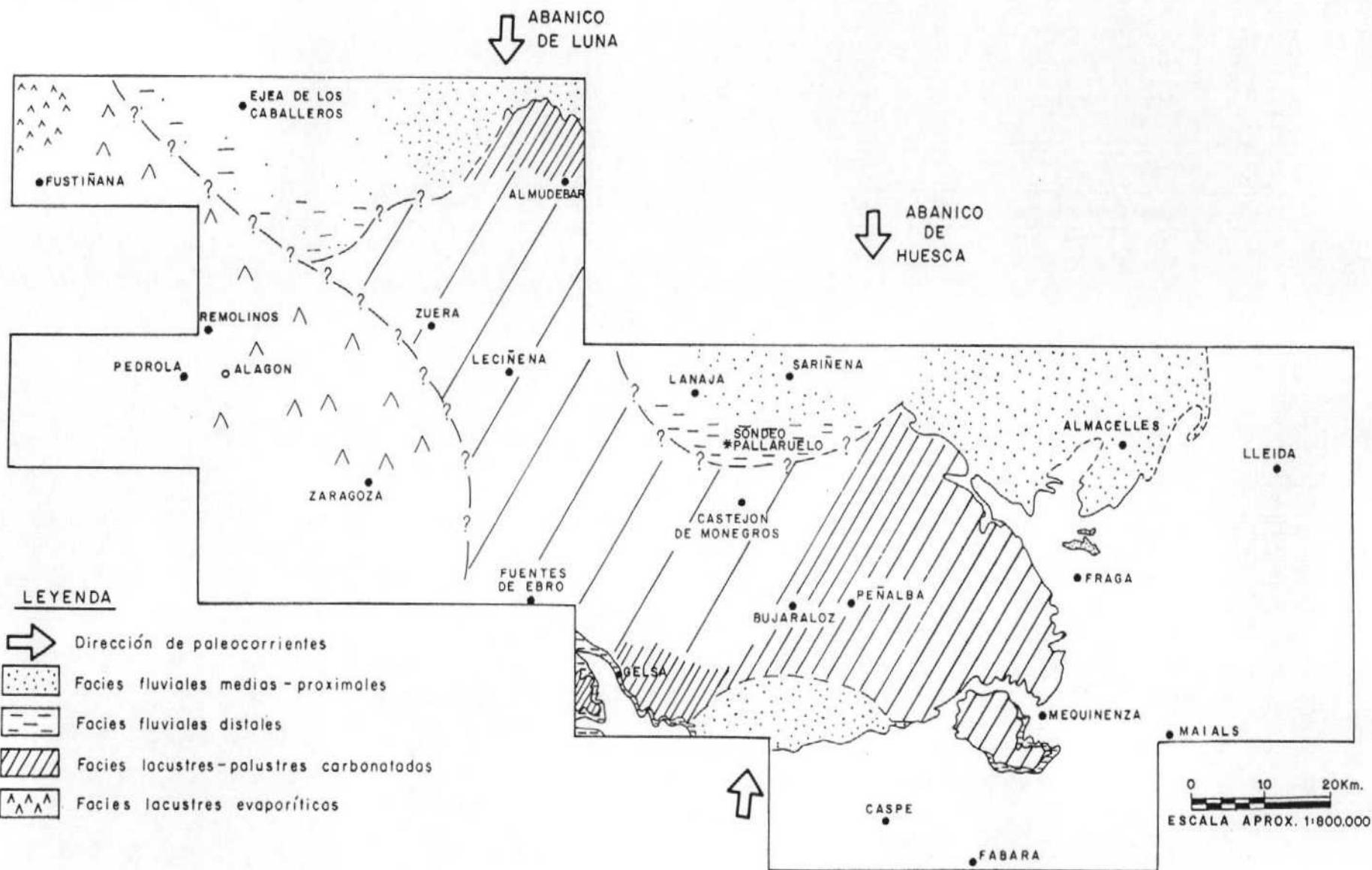


FIG. 4.- ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE FACIES DE LA UNIDAD GENETICO - SEDIMENTARIA DE TORRENTE DE CINCA -  
- ALCOLEA DE CINCA

Yesos de Los Arcos, permiten considerar que esta unidad corresponde al Mioceno inferior - Ageniense en su totalidad.

**2/ Unidad Galocha-Ontiñena:** Dentro de la hoja, en el área septentrional, está formada por un ambiente deposicional aluvial distal, mientras que tanto en el área centro-occidental como en la centro-oriental de la zona, entre estas facies fluviales y, sobretodo en la parte superior de la unidad, se intercalan materiales carbonatados de origen lacustre-palustre. (ver tabla II) (FIG.5)

**3/ Unidad Bujaraloz-Sariñena:** Sobre la unidad anterior y ocupando fundamentalmente el sector centro-meridional, se presenta la U. Bujaraloz-Sariñena, constituida por facies propias de un ambiente deposicional lacustre-palustre. Tanto en el sector occidental, como en el oriental, hacia la base, está formada por materiales de margen de lago salino. La parte basal de la unidad posee una edad Ageniense, mientras que la edad del resto de la unidad, corresponde al Aragoniense inferior. (FIG.6).

**4/ Unidad Remolinos-Lanaja:** En la zona centro meridional de la Hoja, la base de la Unidad Remolinos-Lanaja, está formada por facies fluvial-distal y su parte superior, por facies lacustre-palustres. Posee una edad Aragoniense. (FIG.7)

**5/ Unidad Sierra de Pallaruelo-Monte de La Sora:** Esta unidad está representada en la zona centro meridional por facies lacustre-palustres que se desarrollan en toda la parte meridional y culminan con las calizas que configuran el Monte de Sancho Abarca. La edad de esta unidad es Aragoniense. (FIG.8)

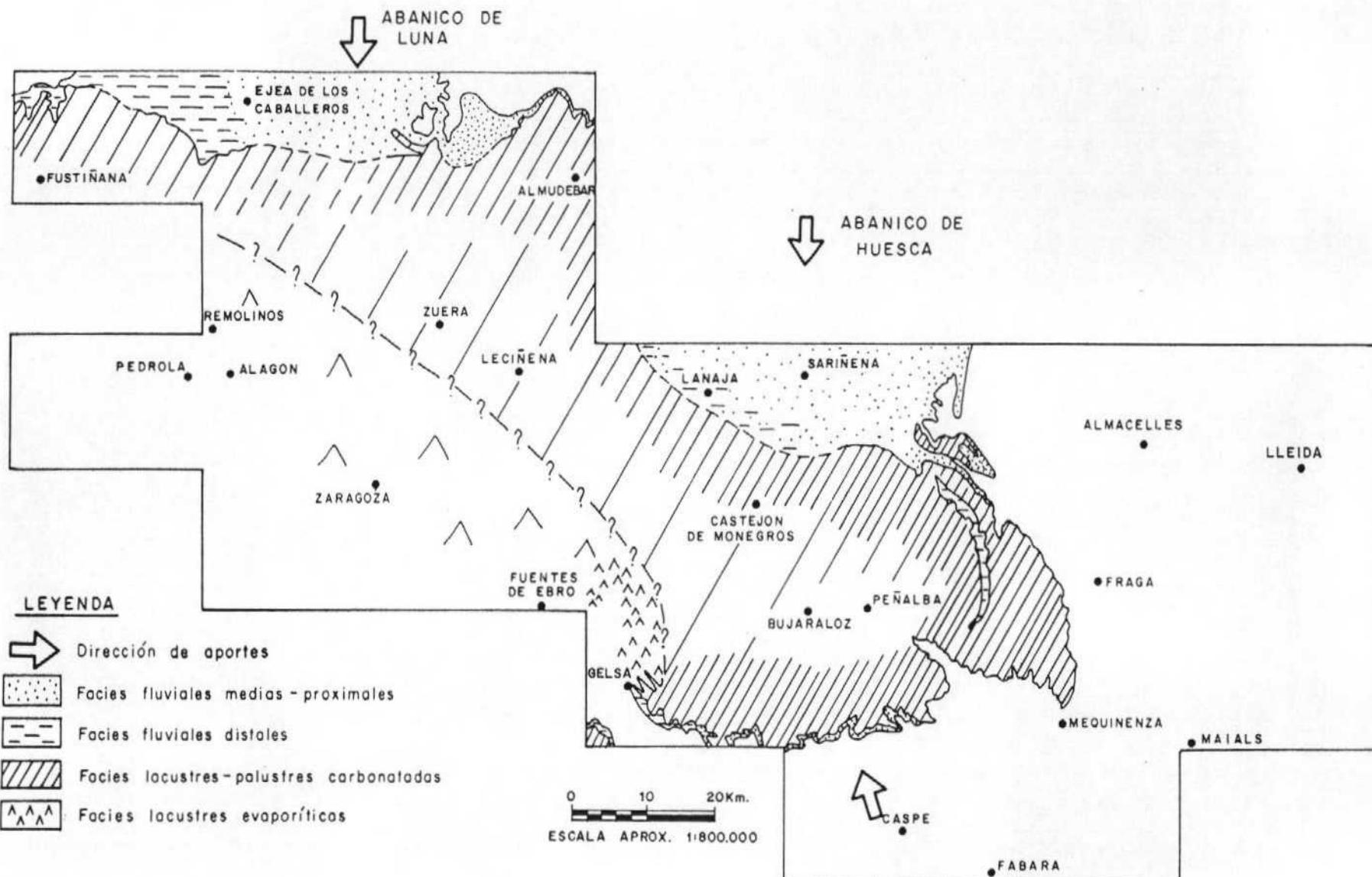


FIG. 5 .- ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE FACIES DE LA UNIDAD GENETICO - SEDIMENTARIA DE GALOCHA-ONTINENA

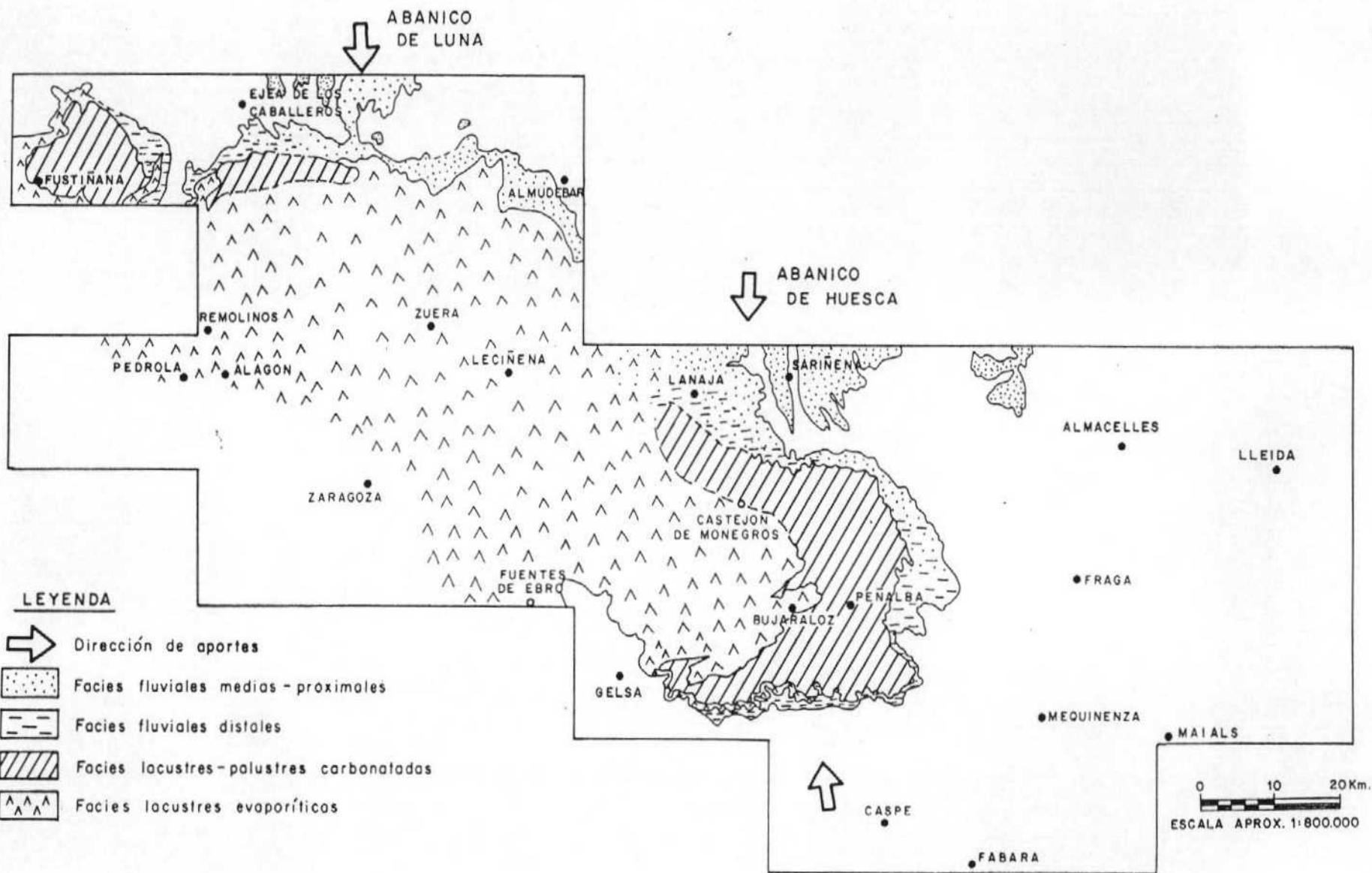


FIG. 6.- ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE FACIES DE LA UNIDAD GENETICO - SEDIMENTARIA DE BUJARALOZ - SARIÑENA

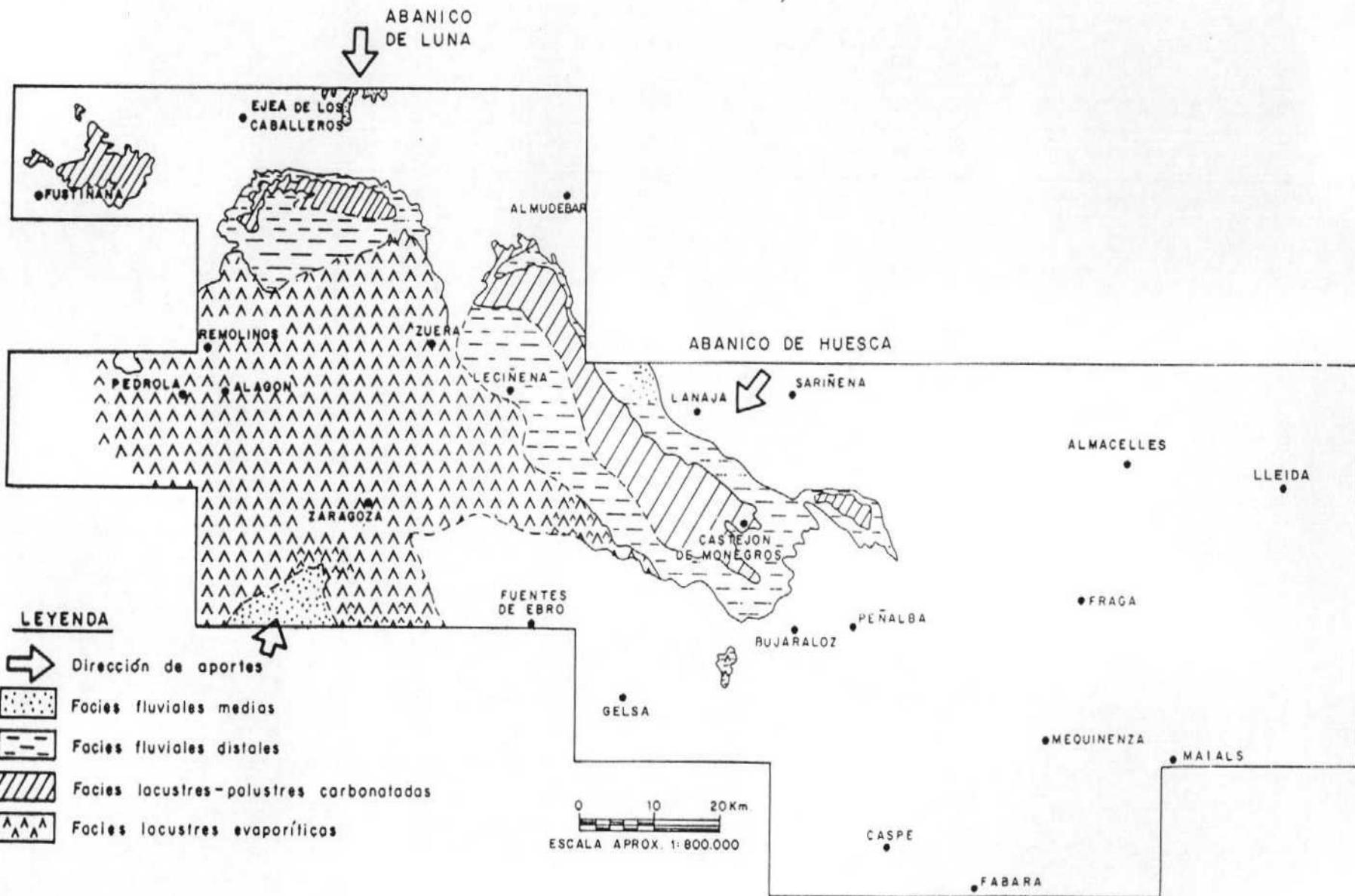


FIG. 7.- ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE FACIES DE LA UNIDAD GENETICO - SEDIMENTARIA DE REMOLINOS - LANAJA

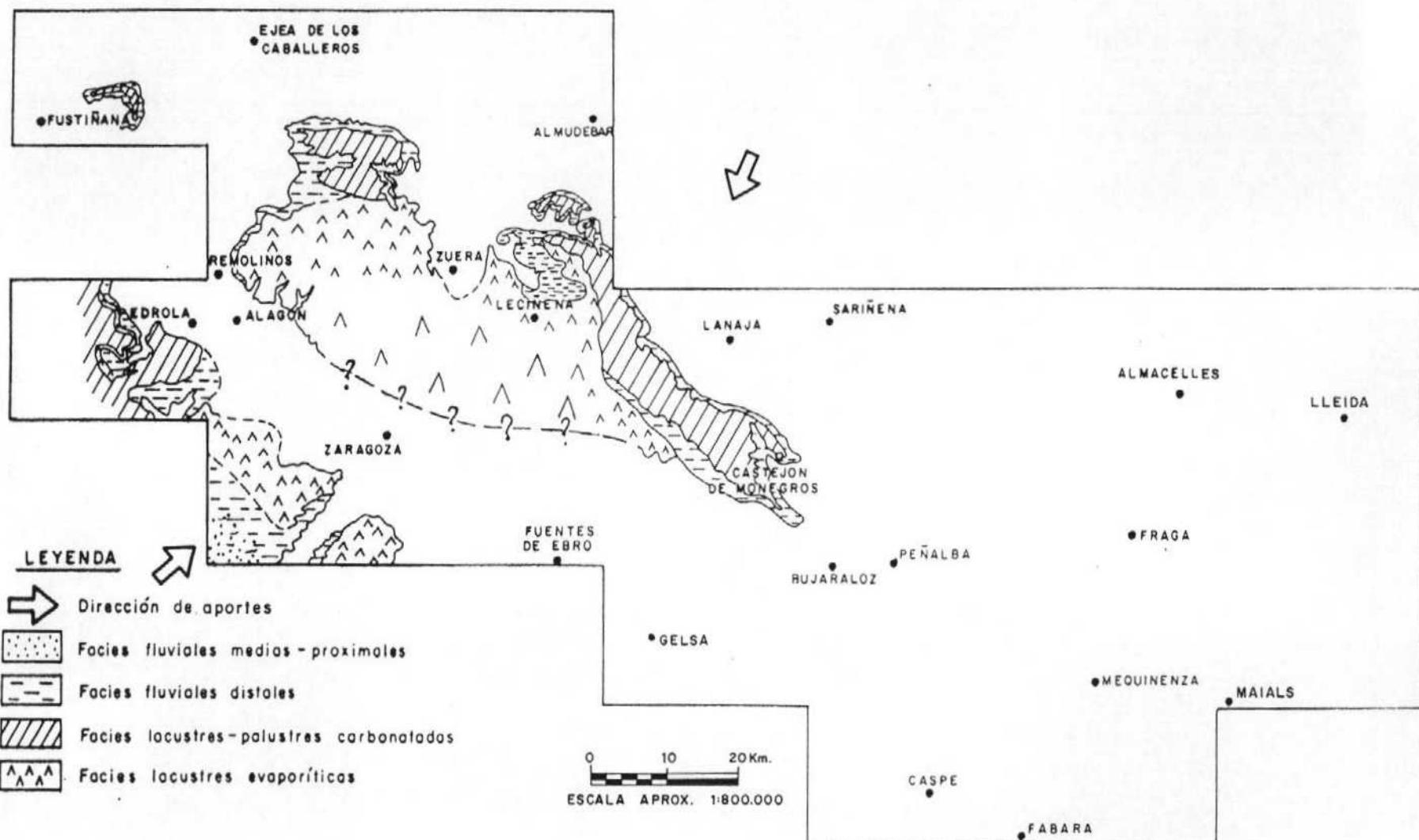


FIG. 8.- ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE FACIES DE LA UNIDAD GENETICO - SEDIMENTARIA DE SIERRA DE PALLARUELO - MONTE DE LA SORA

**6/ Unidad Sierra de Lanaja-Montes de Castejón:**

Dentro de la hoja de Fustiñana, únicamente aflora su parte basal, en la parte meridional de La Plana Negra. La base de la unidad, está formada por 16 m de margas, en facies de transición abanico aluvial distal-lacustre-palustre. Los metros superiores consisten en una alternancia de margas y carbonatos de origen lacustre-palustre. Posee una edad Aregoniense. (F/6.9)

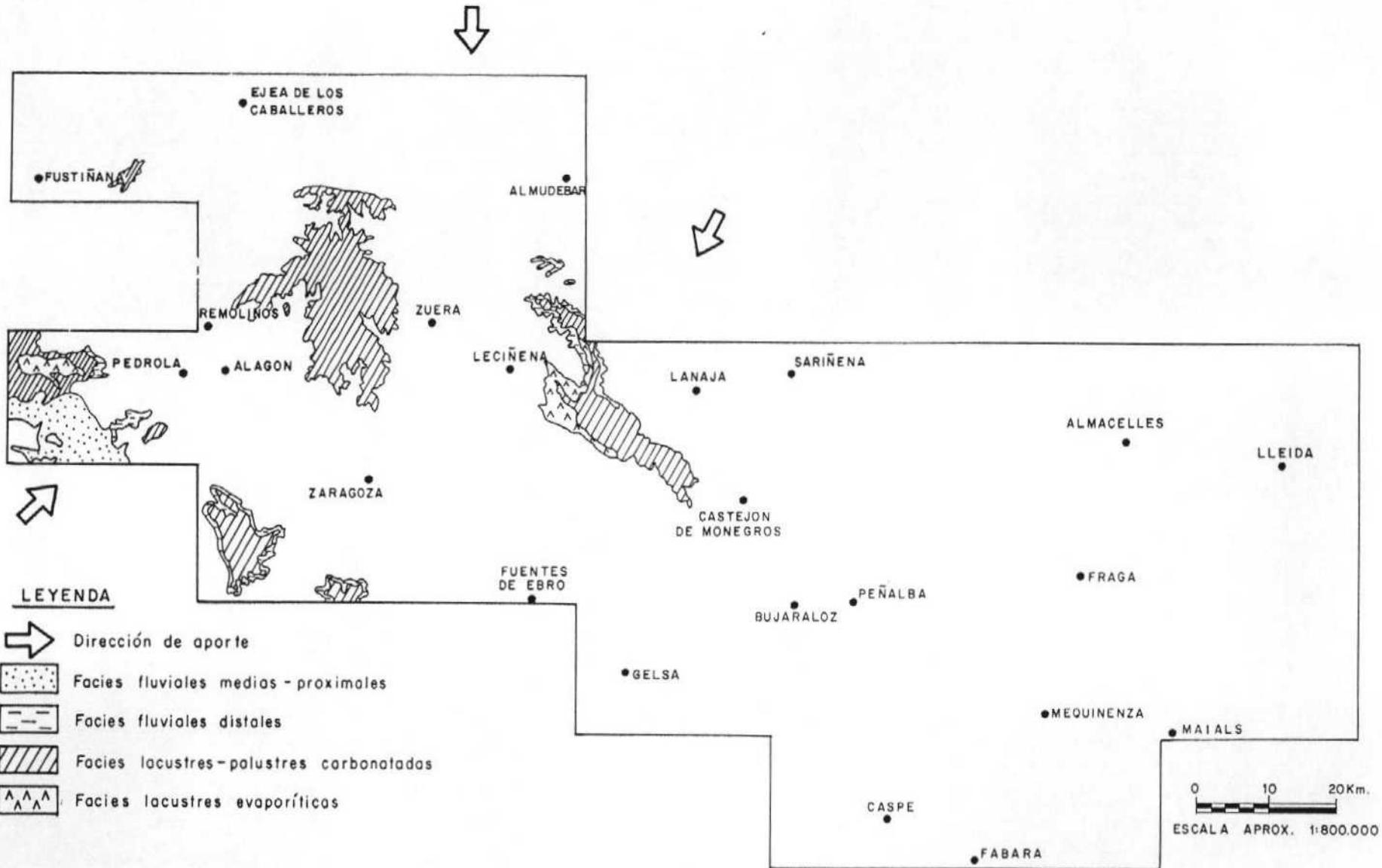


FIG. 7 .- ESQUEMA DE DISTRIBUCION DE FACIES DE LA UNIDAD GENETICO - SEDIMENTARIA DE SIERRA DE LANAJA - MONTES DE CASTEJÓN

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.
- CRUSAFONT M., TRUYOLS J., RIBA O, (1966)**- Contribución al conocimiento de la estratigrafía del Terciario continental de Navarra y Rioja. Notas y Comunicaciones IGME, nº 90. pp. 53-76.
- 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.
- FREYTEM 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.
- FREYTEM 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.

- HIRST, J. P. P., (1983)**- "Oligo-Miocene alluvial systems in the Northern Ebro Basin, Huesca Province Spain". Tesis Doctoral. niv . Cambridge, 247 pp.
- 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.
- LLAMAS M. R., (1959)**- Las minas de sal gema de Remolinos (Zaragoza) y la Geología de sus proximidades. Bol R. Soc. Esp. de hist. nat., LVII,, 33-47.
- 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 -Bilbao, 19-20 Sep. 1989. pp. 83-86.
- SCOTT R. W., KIDSON E. J., (1977)**- "Lower Cretaceous depositional systems, West Texas. In Bebout, D.G. & Loucks, R. G. Cretaceous carbonates of Texas and Mexico. Applications to subsurface exploration. Bur. of Econ. Geol. Reprot of investigations. nº 89, Austin, Texas.
- SLOSS L. L., (1964)**- "Tectonic cycles of north american craton". Kansas Geological Survey Bulletin". pp. 450-460, 4 fig., 1 tabl.
- SELLEY R.C., (1977)**- "An introduction to Sedimentology. Acade. Press. London, 1-408.
- SOLER M., PUIGDEFABREGAS C., (1970)**.- Líneas generales de la geología del Alto Aragón Occidental, Pirineos, 96, pp. 5-20.
- ULIANA M. A., LEGARRETA L., (1988)**- "Introducción a la Estratigrafía secuencial. Analisis 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. № 7, 55 pp.

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