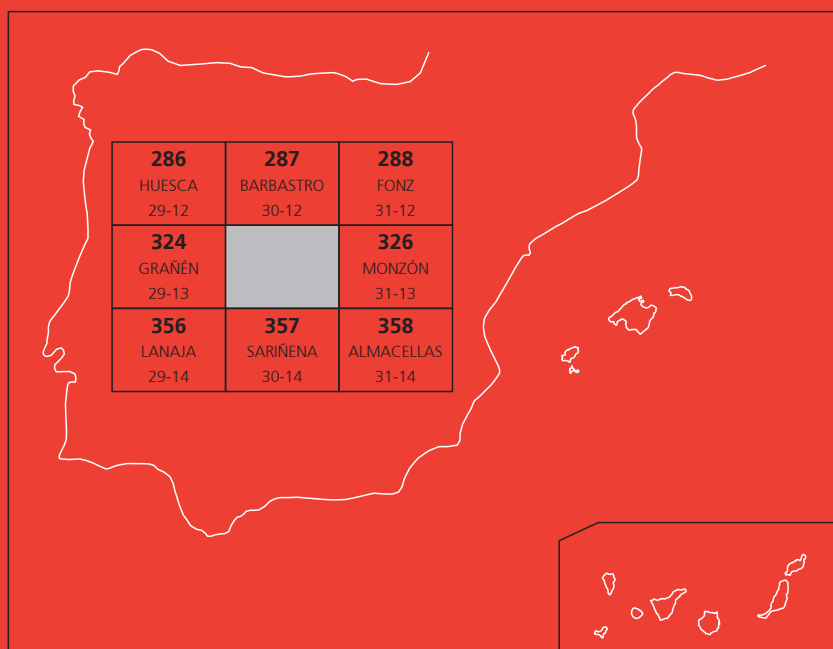




MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 50.000

Segunda serie - Primera edición



PERALTA DE ALCOFEA

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:50.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

PERALTA DE ALCOFEA

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información sin el previo permiso escrito del autor y editor.

© Instituto Geológico y Minero de España

Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid
www.igme.es
NIPO: 728-14-018-0
ISBN: 978-84-7840-948-8
Depósito legal: M-35947-2014

Fotocomposición: Caramap Cartografía S. L.
Impresión: Copysell, S. L.

Las presentes Hoja y Memoria (Peralta de Alcofea-325), han sido realizadas a partir de un Proyecto por Administración del Instituto Geológico y Minero de España, con normas, dirección y supervisión del I.G.M.E, habiendo intervenido los siguientes técnicos:

Mapa Geológico

- J. Sanz López y J. M. Samsó Escolá (IGME)

Memoria

- J. Sanz López y J. M. Samsó Escolá (IGME)

Geomorfología

- J. Sanz López y J. M. Samsó Escolá (IGME)

Hidrogeología

- E. A. Garrido Schneider (IGME)

Dirección y supervisión

- A. Barnolas Cortinas (IGME)

Edición

- G. Romero Canencia (IGME)

- L. F. Miguel Cabrero (IGME)

Í N D I C E

	<u>Pag.</u>
1. INTRODUCCIÓN	7
2. ESTRATIGRAFÍA	8
2.1. Terciario continental	8
2.1.1. Yesos y arcillas, Fm. Yesos de Barbastro.(1). Priaboniense superior-Oligoceno inferior	8
2.1.2. Fm. de Peraltilla. Oligoceno	9
2.1.2.1. Calizas y lutitas (2). Oligoceno inferior.....	9
2.1.2.2. Lutitas y areniscas (3). Sueviense-Arveniense	10
2.1.2.3. Areniscas y Lutitas (4). Arveniense-Ageniense.....	10
2.1.3. Areniscas, lutitas y microconglomerados (5). Fm. de Sariñena. Oligoceno superior-Mioceno inferior	11
2.2. Cuaternario	13
2.2.1. Conglomerados cementados y encostramientos carbonáticos (6). Niveles aluviales altos	13
2.2.2. Conglomerados cementados (7). Terrazas antiguas	13
2.2.3. Conglomerados, arenas y limos (8).Terrazas colgadas	13
2.2.4. Cantos, arenas, limos (9 Y 11). Glacis.....	13
2.2.5. Conglomerados, arenas, limos (10). Terrazas encajadas.....	14
2.2.6. Limos, arcillas, arenas y cantos (12). Aluvial-Coluvial.....	14
2.2.7. Conglomerados, gravas (13). Fondo de valle, barras	14
3. TECTÓNICA	15
4. HISTORIA GEOLÓGICA.....	16
5. GEOMORFOLOGÍA	16
5.1. Descripción fisiográfica	16

	Pag.
5.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	17
5.2.1. Estudio morfoestructural	17
5.2.2. Estudio del modelado.....	18
5.2.2.1. Laderas	18
5.2.2.2. Formas y depósitos fluviales	18
5.2.2.3. Formas y depósitos poligénicos	21
5.2.2.4. Formas antrópicas.....	21
5.3. EVOLUCIÓN DINÁMICA (HISTORIA GEOMORFOLÓGICA).....	22
5.4. LA MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS	22
6. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....	23
6.1. RECURSOS MINERALES.....	23
6.2. HIDROGEOLOGÍA.....	23
6.2.1. Climatología.....	23
6.2.2. Hidrología	24
6.2.3. Características hidrogeológicas.....	24
6.2.3.1. Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental.....	24
6.2.3.2. Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario.....	25
7. BIBLIOGRAFÍA.....	27

1. INTRODUCCIÓN

La Hoja de Peralta de Alcofea (325), se encuentra en el área meridional de la provincia de Huesca, dentro de la Depresión del Ebro. Incluye varias poblaciones de pequeñas proporciones diseminadas a lo largo de toda la hoja. La más importante, Peralta, se encuentra en el centro del territorio a 20 km de Barbastro.

El extremo suroriental de la hoja está limitado por el río Cinca, mientras que toda su parte occidental está cruzada de norte a sur por el río Alcanadre (afluente del Cinca), que recibe al río Guatizalema. Entre estos cursos hidrográficos importantes se disponen grandes extensiones con un modelado suave que caracterizan al Somontano de Barbastro, región con pendiente suave situada al pie de las Sierras Exteriores oscenses. Los elementos fundamentales del paisaje están condicionados por la disposición tabular de las lineaciones de paleocanales del Terciario y sobre todo por la distribución de los materiales cuaternarios. Tanto depósitos de terraza como glaciares antiguos constituyen las plataformas más altas del relieve, denominadas sasos o sardas.

En un contexto geológico, Peralta de Alcofea se dispone en el margen septentrional de la Cuenca del Ebro, cuenca de antepaís meridional del Pirineo. El margen nororiental de la hoja está ocupado por el Anticlinal de Barbastro (SELZER, 1934), compuesto por un núcleo de sulfatos y flancos con depósitos continentales terciarios. Esta estructura con una dirección ONO-ESE, marca el límite meridional de la deformación pirenaica, REILLE (1971), GARRIDO (1972, 1973), PUIGDEFÁBREGAS (1975), PARDO y VILLENA (1979) y MARTÍNEZ PEÑA y POCOVI (1988).

Al norte de este pliegue se dispone el frente emergente de las rampas surpirenaicas formado por las Sierras Exteriores (ALMELA y RÍOS, 1952; PUIGDEFÁBREGAS, 1975; CÁMARA y KLIMOWITZ, 1985) y las Sierras Marginales (POCOVI, 1978; MARTÍNEZ PEÑA y POCOVI, 1988). Ambas muestran sistemas de láminas cabalgantes que están enraizadas en el cabalgamiento basal surpirenaico y contienen un espesor reducido de rocas del Mesozoico al Eoceno marino.

La cuenca de antepaís del Ebro está rellena por sedimentos marinos del Eoceno final y depósitos continentales endorréicos; estos últimos serán tratados en esta memoria. Su deposición es contemporánea a las estructuras compresivas alpinas de este margen del Pirineo.

Las unidades litoestratigráficas de este sector y su cronología fue descrita en CRUSAFONT *et al.* (1966). Sin embargo, la definición de las mismas fue realizada por QUIRANTES (1969) dentro de su esquema de correlación del centro de la Cuenca del Ebro. Esta división de las unidades fue seguida en la realización de la hoja 1:200.000 de Lérida (RIBA 1971), cartografía que incluye a la presente hoja. En las proximidades de la hoja, se encuentran los sondeos de Monzón-1, Esplús-1 y Sariñena-1.

En superficie, los depósitos más antiguos son los yesos y arcillas continentales del Eoceno superior-Oligoceno; facies distales de los sistemas aluviales de proveniencia pirenaica, SENZ y ZAMORANO (1991).

Sobre estos materiales progresan dos grandes sistemas fluviales: La Fm. de Peraltilla (Oligoceno) y los depósitos fluviales de la Fm. de Sariñena (Oligoceno superior-Mioceno inferior) que fosilizan a las últimas estructuras de las Sierras. En ambas formaciones las facies más groseras

predominan en el norte, pasando hacia el centro de la cuenca a depósitos de calizas, margas y yesos, QUIRANTES (1969). Estudios sedimentológicos posteriores de la Fm. de Peraltila han sido realizados por MACÍAS *et al.* (1986/1987), SÁEZ (1987) y en la Fm. de Sariñena por HIRST (1983), TURNER *et al.* (1984), HIRST y NICHOLS (1986), FRIEND (1989), FRIEND *et al.* (1986).

La cubierta de materiales cuaternarios (terrazas, glaciares, depósitos de vertiente y formaciones superficiales) está muy desarrollada. Un estudio regional de estos materiales fue realizado en RODRÍGUEZ-VIDAL (1986), trabajo que ha sido utilizado como base geomorfológica.

2. ESTRATIGRAFÍA

La Hoja de Peralta de Alcofea comprende exclusivamente materiales sedimentarios del Terciario y Cuaternario.

2.1. Terciario Continental

Los materiales se han dividido en las formaciones ya definidas en áreas cercanas por CRUSAFONT *et al.* (1966) y QUIRANTES (1969). La Formación de Peraltila ha sido descrita como tres unidades, división que MACÍAS *et al.* (1986/1987), SÁEZ (1987) ya apuntaban para otras áreas.

2.1.1. Yesos y arcillas (1). Fm. Yesos de Barbastro. Priabonense superior-Oligoceno inferior.

La primera descripción de estos materiales como Yesos de Barbastro se localiza en el pie de figura de CRUSAFONT *et al.* (1966); sin embargo es QUIRANTES (1969) quien define esta formación. Con posterioridad SÁEZ (1987) revisa y redefine la formación en el sector de Sanaüja (Lérida), caracterizando un paraestratotipo donde la formación presenta 300 metros de potencia.

La estratigrafía de los Yesos de Barbastro dentro de la Hoja es difícil de establecer, ya que presentan pliegues apretados, y están cortados por numerosas fracturas. La falta de niveles guía dificulta la correlación de los tramos, aunque en superficie no se baja de nivel estratigráfico en más de 100 metros. En el cercano sondeo de Monzón han sido cortados 810 metros, potencia que se reduce hacia el sur.

El corte más representativo se localiza a lo largo de la carretera de Fornillos a Barbastro. La formación consta de tramos de 10-15 m con abundantes capas de yesos que alternan con tramos predominantemente lutíticos. Dentro de las litofacies de yesos se han observado yesos nodulares (alabastrinos), que por acreción forman niveles de yeso enterolítico. Son menos frecuentes los yesos laminares, en los que pueden observarse cristales de yeso selenítico, y pasadas de gypsarenitas que se encuentran especialmente en la parte alta de los paquetes. La existencia de cloruros han sido puesta de manifiesto mediante sondeos en la zona de Monzón, donde son explotados para usos industriales.

Los tramos lutíticos presentan predominantemente arcillas y margas grises con capas centimétricas de yeso nodular y capas de arcillas rojas o pardas laminadas que pueden contener niveles de limos y areniscas de forma muy esporádica. El conjunto está cruzado por numerosas venas de yeso secundario fibroso.

Los yesos son interpretados como depósitos sulfatados de laguna efímera "playa lake", facies distales de los sistemas aluviales situados al norte (SENZ y ZAMORANO, 1991). El medio deposicional es el característico de una cuenca continental endorréica con importante sedimentación evaporítica.

Los datos bioestratigráficos de los que disponemos proceden de localidades situadas en el margen pirenaico catalán. Concretamente, SÁEZ (1987) caracteriza esta formación mediante carófitas en la zona de Sanahüja, como Priaboniense superior a la base del Oligoceno inferior. Este mismo autor apunta que hacia el oeste la formación puede presentar edades más modernas en su parte alta (Oligoceno inferior).

2.1.2. Fm. de Peraltila, Oligoceno.

La caracterización de estos materiales se debe a CRUSAFONT, *et al.* (1966) que la diferencian por la presencia de arcillas rojas, areniscas, conglomerados y por estar cortada en discordancia angular en la zona de Panzano y Yaso. Posteriormente, QUIRANTES (1969) la define formalmente destacando que presenta en su parte basal calizas tableadas. MACÍAS *et al.* (1986-1987) realizan un estudio de la formación en el sector entre Alfarrás y Balaguer dividiéndola en tres unidades.

En la Hoja de Peralta de Alcofea dos cortes de esta formación se sitúan en la carretera de Fornillos a la Perdiguera y en la de Ilche a Permisan y a Barbastro. Hemos diferenciado tres asociaciones litoestratigráficas: Calizas y lutitas; lutitas y areniscas; y areniscas y lutitas.

2.1.2.1. Calizas y lutitas (2). Oligoceno inferior

La unidad presenta una potencia inferior a 25 metros. En su parte inferior el tránsito desde los Yesos de Barbastro es gradual pero rápido con la intercalación de margas, calizas margosas y calizas grises. Las calizas laminadas de potencia centimétrica a decimétrica contienen poca fauna, ostrácodos, restos de bivalvos y sobre todo tallos de carófitas que se acumulan en niveles milimétricos. Las laminaciones son horizontales o cruzadas laxas, con surcos centimétricos y tienen desarrollados "ripples". También se han observado laminaciones estromatolíticas de pocos centímetros, cristales pseudomorfos de yeso y bioturbación. Las lutitas y margas contienen nódulos de chert y niveles de yeso nodular con gypsarenita a techo. Algunas capas de lutitas oscuras presentan restos vegetales.

Las areniscas son raras y presentan un color claro o marronáceo. No están cementadas y tienen un contenido elevado de yeso en la matriz. Presentan base erosiva, laminaciones cruzadas y desarrollo de trenes de "ripples".

En su parte superior las calizas son más oscuras con ciclos de en los que se aumentan las capas de caliza entre lutitas. Son "wackestone" a "packstone" de *ostrácodos*, *gasterópodos*, *bivalvos* y *carófitas*.

El medio sedimentario corresponde a depósitos de llanura fangosa con lagunas someras y progresiva disminución de la influencia evaporítica.

Los datos bioestratigráficos de este tramo proceden de la localidad de Peraltila (Hoja de Barbastro) donde REILLE (1971) cita una flora de carófitas que coloca en la Zona de Montmatre, Oligoceno inferior. En la misma localidad ALVAREZ SIERRA *et al.* (1987) encuentran *Theridomys major*, roedor del Oligoceno inferior alto. Esta especie ha sido citada en la cuenca del Ebro por AGUSTÍ *et al.* (1987) en las localidades de Tarrega y Torá.

MACÍAS *et al.* (1986-87) piensan que por encima de esta unidad ocurre una ruptura sedimentaria con la unidad superior y SÁEZ (1987) establece a techo de estas calizas el límite entre dos secuencias deposicionales. En el sector estudiado la aparición de las facies fluviales sobre las calizas es relativamente brusca, aunque el cambio a condiciones de menor salinidad desde los Yesos de Barbastro ocurre de forma progresiva dentro de este tramo.

2.1.2.2. *Lutitas y areniscas (3). Sueviense-Arveniense*

Tiene una potencia de 200 m y consta en alternancias de lutitas y capas de areniscas de grano fino a medio.

Predominan los tramos de hasta 30 metros de arcillas rojas y amarillas con limos. Se observan niveles con decoloraciones, niveles con rizocreaciones muy abundantes y raras capas de pocos centímetros de calizas con tallos de algas. Los limos presentan laminación paralela, "climbing ripples", rellenos de canal y estructuras de tipo "flaser".

Las areniscas se disponen en capas de escala centimétrica o decimétrica o en paleocanales con base erosiva de 1-2 metros de espesor y escasa extensión lateral. Suelen ser masivas o presentan "troughs", laminación cruzada de bajo ángulo o laminación paralela.

Corresponden a depósitos de llanura aluvial distal con cursos de baja sinuosidad, análogos a los descritos por MACÍAS *et al.* (1986-1987) y SÁEZ (1987). Muestra la progradación de un sistema fluvial sobre y posiblemente relacionado con el tramo final de la unidad (2).

2.1.2.3. *Areniscas y lutitas (4). Oligoceno*

Su potencia es de 500 m. Esta formada por grandes canales de areniscas de granulometría variable con pasadas de cantos de grava entre lutitas. Los canales llegan a alcanzar 8 m de potencia, sobre todo en la parte superior de la unidad. Sus bases son erosivas y cóncavas hacia arriba. Los cuerpos suelen ser masivos o presentar cicatrices en surco con bases marcadas por niveles de gravas o cantos centimétricos que corresponden al desarrollo de barras. La litología de los cantos varía desde cuarzo, cherts, pizarras paleozoicas, granitoides, calizas mesozoicas, cantos de materiales triásicos, cantos blandos y areniscas no cementadas. En su conjunto son granodecrecientes, pasando hacia el techo a arenas con laminación paralela y limos decolorados con marcas de raíces. El techo de los canales es plano o convexo. Ocasionalmente se observan cuerpos complejos con acreción lateral.

Los paleocanales se encuentran dispersos dentro de las facies de arcillas rojas, limos y areniscas de grano fino.

Los surcos y laminaciones cruzadas observadas indican direcciones de paleocorriente hacia el sur y suroeste.

La sucesión muestra una tendencia progradacional desde la unidad anterior, con paleocanales de mayores dimensiones a partir de su tramo medio-superior. El conjunto se interpreta como la parte media de un sistema fluvial con canales rectilíneos o sinuosos, algunos de ellos con características de ríos "braided".

Este sistema tiene un área fuente situada en el Pirineo axial, con facies más proximales localizadas en la Hoja de Monzón, mientras hacia Barbastro pasaría lateralmente hacia facies más distales. En el sector catalán sería contemporáneo con la deposición de parte de las calizas de la Fm. de Talladel de RIBA (1971).

No se dispone de ningún dato bioestratigráfico, aunque debe de haberse sedimentado durante parte del Oligoceno.

2.1.3. Areniscas, lutitas y microconglomerados (5). Fm. de Sariñena. Oligoceno superior-Mioceno inferior (Aquitaniense)

Esta unidad ocupa prácticamente el 80% del total de la hoja, aunque en amplios sectores se encuentra cubierta por materiales cuaternarios. Buenos afloramientos se localizan a lo largo de las rutas de Fornillos a Bergegal y de Permisán a Monesma y Terreu.

CRUSAFONT *et al.* (1966) caracterizan estos materiales por estas subhorizontales y en discordancia angular o asociados a una discordancia progresiva sobre la Fm. de Peraltilla, denominándolos como Fm. de Sta. Cilia. Más tarde, QUIRANTES (1969) describe formalmente la Fm. de Sariñena como alternancias de margas y areniscas, de colores pardo-amarillentos y rojas que presenta intercalaciones carbonáticas hacia el sur y el este.

El perfil estratigráfico realizado indica una potencia de 1300 metros. Se individualizan tramos de hasta 200 m, en los que predominan lutitas con limos o areniscas finas en capas de escala centimétrica o decimétrica y esporádicos canales de espesor decimétrico o métrico.

Entre estos tramos se encuentran otros con una gran densidad de paleocanales sobre todo en la parte septentrional de la Hoja. Estos niveles están formados por la asociación de complejos multilaterales y multiepisódicos "sheets", con una relación anchura/espesor mayor que 15 (TURNER *et al.*, 1984). Los paleocanales presentan numerosas acreciones laterales, formando cuerpos de areniscas con tamaño de grano variable y gran extensión lateral. Son en general granodecrecientes, abundando en la parte septentrional los que muestran bases erosivas planas. La estructura interna de los cuerpos consta en una gran cantidad de cicatrices erosivas en surco, laminaciones cruzadas, paralelas, con desarrollo de barras y ripples. Las cicatrices tienen asociadas frecuentemente gravas o clastos centimétricos (1-2 cm) con litologías similares a las encontradas en la Peraltilla, aunque en la parte basal de la unidad se han reconocido calizas de alveolinas eocenas. En el techo de los canales se observan decoloraciones y marcas de raíces.

El límite con la Fm. de Peraltilla no es inmediato y se han utilizado los siguientes criterios: Los canales de la Fm. de Sariñena tienen una base erosiva más plana, una extensión lateral mayor y forman niveles con una mayor densidad de canales claramente diferenciados. Por encima del horizonte donde se ha situado el límite, una nueva banda de canales con granulometrías mayores es ya claramente distinguible de la Fm. de Peraltilla, nivel del Barranco de la Clamor (150 metros). Este nivel se correlaciona con un tramo de paleocanales conglomeráticos en la vecina Hoja de Barbastro GARCIA-SANSEGUNDO y TEIXELL (en prensa). Por encima se desarrollan otros intervalos de mayor densidad de canales como el que pasa por Montearruego (100 m), Ilche (100 m) y bajo la localidad de Berbegal (200 m). La continuación fotogeológica del límite propuesto en CRUSAFONT *et al.* para la base de la Fm. de Sariñena, se sitúa en estos niveles altos.

Por encima del nivel de Berbegal y lateralmente hacia el sur se puede observar una progresiva individualización de los canales en estos niveles, dejan de observarse acreciones laterales y cada vez es mayor presencia de canales de tipo "ribbon" en el sentido de TURNER *et al.* Tienen bases erosivas cóncavas hacia arriba, con facies de inundación y desbordamiento conservadas, una menor altura de las dunas y una disminución del tamaño de grano.

En los tramos pelíticos intermedios se encuentran canales menores y limos o arenas finas que pueden formar secuencias granocrecientes o granodecrescentes. Las lutitas contienen suelos, decoloraciones y algunos niveles de calizas se sitúan en el sector meridional de la hoja. En estos niveles se observa un paso de lutitas, a lutitas grises azuladas, calizas gris claras centimétricas con carófitas, gasterópodos y una caliza oscura (1-2 cm) con mayor acumulación de fauna y base erosiva. En los alrededores de Odina se han observado en las lutitas rojas nódulos de yeso alabastrino de hasta 1 cm de diámetro, así como una proporción elevada de matriz de yeso en los canales de areniscas.

Las areniscas en su mayoría de cuarzo, contienen biotitas cloritizadas, hecho que utilizan HIRST y NICHOLS (1986) para distinguir los sedimentos del Sistema de Huesca de otros sistemas aluviales o fluviales adosados al margen N de la Cuenca del Ebro. Los granos son angulares a subredondeados.

Las paleocorrientes observadas indican direcciones hacia el sur, suroeste e incluso oeste, siendo más abundantes las últimas en el sector occidental.

El conjunto se interpreta como la parte media de un abanico fluvial, con un radio de 60 km descrito y denominado Sistema de Huesca por HIRST (1983). En esta parte media muestra una gran abundancia de canales con acreción lateral y canales de tipo "braided". Hacia el sur y en niveles estratigráficos más altos, las facies gradan hacia una zona más distal del sistema, con canales de menor entidad, sinuosos y estables y el desarrollo de algún nivel "charcstre".

El sistema fluvial se interdigita con un conjunto de abanicos aluviales adosados a las Sierras, zona de rampa emergente surpirenaica (CRUSAFONT *et al.*; SOLER y PUIGDEFÁBREGAS, 1970), mientras las entradas de alimentación del sistema fluvial provendrían de zonas más internas del Pirineo, HIRST y NICHOLS. Hacia el sur la Fm. Sariñena pasa a las facies distales lacustres y evaporíticas del centro de la cuenca.

La edad de la Fm. de Sariñena no está claramente acotada tal y como ha sido considerada en esta memoria. En Santa Cilia (Alquezar) fue estudiada una fauna de roedores situada por encima de la discordancia descrita por CRUSAFONT *et al.* Yacimientos con fauna similar han sido citados por CRUSAFONT y PONS (1969) en los alrededores de Ayerbe. Esta fauna revisada en AGUSTÍ *et al.* (1987) es colocada dentro del Mioceno (Biozona de *E. autolensis* de estos autores, Zona MN1 de Mein). En ALVAREZ-SIERRA *et al.* (1990) este yacimiento es colocado dentro del Ageniense continental (parte alta de la Zona X), en un lapso de tiempo no incluido hasta ahora ni en el Oligoceno ni en el Mioceno. Recientemente CUENCA (1991), describe nuevos yacimientos más al sur (Ontiñena y Clara 1) colocandolos en la misma Zona X. Estos niveles se pueden correlacionar con capas por encima de nuestro nivel de Berbegal. Un yacimiento más alto (Chalamera-1, en Almacelles) es asignado por CUENCA a la Zona Y o Zona MN2 de Mein.

Las faunas de San Juan y la Galocha (Hoja de Huesca) provienen de capas de calizas posiblemente más modernas que la Fm. de Sariñena de la zona estudiada. ALVAREZ SIERRA *et al.* (1987) incluyen estas asociaciones en el Ageniense, dentro del intervalo correlacionable con el Mioceno inferior marino (Aquitaniense).

El límite inferior de la Fm. de Sariñena en la presente cartografía se ha situado más bajo y por lo tanto el inicio de la sedimentación de la formación ocurre durante el Oligoceno, equivaliendo a la Fm. de Mequinenza de RIBA (1971). Las capas más altas son del Ageniense, posiblemente cerca del tramo equivalente al Aquitaniense.

2.2. CUATERNARIO

Según RODRIGUEZ-VIDAL (1986) en el área estudiada se observa una de las secuencias de terrazas cuaternarias mejor preservadas de la Depresión del Ebro. Este autor describe cinco terrazas cuaternarias, denominadas T_1 , T_2 , T_3 , T_4 y T_5 , y tres terrazas que diferencia como plio-cuaternarias, que se han denominado P_1 , P_2 , y P_3 .

La descripción detallada de cada terraza se encuentra en el apartado de geomorfología. Para el mapa geológico se han diferenciado 4 grupos en función de su cronología y altura relativa:

2.2.1. Conglomerados cementados y encostramientos carbonáticos (6) . Niveles aluviales altos.

Corresponde a la terraza P_3 , siendo la terraza más alta de la hoja, ocupando una extensión superior a los 36 km², que incluye a las poblaciones de Berbegal y La Perdiguera. Presenta dos litologías diferenciadas, una conglomerática cementada y una costra carbonatada de 2-3 m de potencia. Esta costra carbonatada actúa de nivel endurecido y condiciona el modelado formando pequeñas mesetas de escarpados bordes.

2.2.2. Conglomerados cementados (7). Terrazas antiguas

Agrupar a los depósitos de las terrazas antiguas P_2 y P_1 . Los depósitos de estas terrazas son poco importantes en cuanto a su extensión actual, presentan una litología prácticamente idéntica, costras carbonáticas menos desarrolladas y se diferencian por sus distintas alturas. Concretamente P_1 se encuentra a más de 100 m y P_2 a más de 108 metros respecto al cauce del Alcanadre, en la zona de Latera (al norte de Peralta de Alcofea). Se encuentran como relictos en pequeños montículos. La potencia del depósito suele ser de 2 a 3 m, destacando un conglomerado poligénico cementado y una pequeña costra carbonática a techo que nunca llega a superar los 0,5 m de potencia.

2.2.3. Conglomerados, arenas y limos (8). Terrazas colgadas

Corresponden a las terrazas recientes colgadas T_5 y T_4 , junto con los glaciais situados a igual altura. La terraza T_5 , se encuentra ausente en la zona del río Cinca, aunque presenta una extensión muy importante en la zona del río Alcanadre-Guatizalema. La terraza T_5 , asociada al río Alcanadre se halla notablemente desplazada hacia el este del curso actual, situándose en el barranco de la Huerta (sobre la línea de las poblaciones de Laquadrada-Peralta de Alcofea-Lastanosa). Su altura sobre el lecho actual es de más de 75 m en Peralta de Alcofea. Está caracterizada por aproximadamente 2-3 m de conglomerados poligénicos cementados con estratificación y laminación cruzada de tipo "trough". Las terrazas T_4 , presenta extensiones importantes y al igual que la T_5 tiene asociados glaciais extensos. Su altura sobre el cauce actual es de más de 40 m, su potencia oscila entre 2-3 m y está formada por conglomerados poligénicos que presentan numerosas estructuras erosivas. Puede encontrarse, aunque de manera esporádica cementada.

2.2.4. Cantos, arenas y limos (9 y 11). Glaciais

Los glaciais están situados a la misma altura que las terrazas.

El más alto se encuentra asociado a la terraza T_5 con una amplia representación en el río Alcanadre. Muestra una gran cantidad de cantos y materiales provenientes del

desmantelamiento de los conglomerados. En cambio, los primeros glacis desarrollados en la margen izquierda del río Cinca corresponden a los que enlazan con el nivel de terrazas T_4 . Se alimentaron de las laderas y vertientes adosadas al nivel P1. En la zona de Torres de Alcanadre-La Pertusa esta terraza T_4 está también asociada con un glacis degradado. Los glacis situados a cotas inferiores tienen un desarrollo mucho menor y en muchos casos tienen pendientes algo mayores, por lo que podían interpretarse como laderas suaves. Estos depósitos pasan lateralmente a las terrazas encajadas, aunque se observa que llegan a situarse sobre ellas y a desarrollar suelos.

2.2.5. Conglomerados, arenas y limos. (10). Terrazas encajadas

Incluye los depósitos de las terrazas recientes encajadas, T_3 , T_2 y T_1 .

La terraza T_3 , Está bien desarrollada en los ríos Alcanadre (+30-35 m) y Guatizalema (+10-15 m). Antes de la confluencia de ambos, el río Alcanadre presenta esta terraza subdividida en dos. Concretamente a la altura de Torres de Alcanadre se individualizan una terraza T_{3a} con +25 m y una T_{3b} con +30 m, compuestas por 1-2 metros de conglomerados. RODRÍGUEZ-VIDAL cita un encajamiento en tanto por mil de 4,6 para el T_{3b} y 5,2 para el T_{3a} . Después de la confluencia con el Guatizalema se sitúa a más de 15 m y presenta de 2 a 3 m de conglomerados poligénicos y pasadas decimétricas de limos intercaladas en su parte media.

La diferencia de altura entre las terrazas T_3 y T_4 es de 25 m en el río Alcanadre y de sólo 10 m para el río Cinca. El nivel de terraza T_3 , tiene un gran desarrollo en las proximidades del río Cinca.

La terraza T_2 , Está formada por conglomerados con numerosas cicatrices erosivas internas que pueden presentar pasada delgadas de limos y arenas a techo. Su potencia es de 2-3 m y se sitúa a una altura de +5 m sobre los cursos actuales. Se encuentra muy bien desarrollada sobre el cauce del Cinca y como depósitos conglomeráticos en la parte baja del torrente de la Clamor. En cambio en la cuenca del Alcanadre se encuentra encajada y es de pequeñas dimensiones.

La terraza T_1 , corresponde a los fondos de gravas y conglomerados por los cuales discurren los ríos en la actualidad y a los pequeños depósitos asociados que nunca se encuentran más altos que 1-2 metros sobre el nivel del cauce. Como depósito de mayor importancia destaca el lecho del río Cinca, con la presencia de barras conglomeráticas.

2.2.6. Limos, arcillas, arenas y cantos (12). Aluvial-coluvial

Se trata de potentes depósitos de limos, arcillas, algún nivel de arenas y pasadas dispersas o niveles lenticulares de acumulación de cantos provenientes de la erosión de las terrazas próximas o del sustrato terciario. Tienen potencias entre 2 y 5 m y presentan a menudo suelos bien desarrollados, de colores rojos con costras o nódulos pulvulentos.

2.2.7- Conglomerados, gravas (13). Fondo de valle, barras.

Correspondería a los fondos de los cauces actuales de ríos, fondo de valles y depósitos recientes en general. Se disponen rellenando valles y grandes depresiones excavadas por torrentes secundarios en zonas donde el manto cuaternario fue desmantelado.

3. TECTÓNICA

La Hoja de Peralta de Alcofea se sitúa en el margen septentrional de la Cuenca del Ebro, al sur del frente emergente surpirenaico. Esta área se caracteriza por el desarrollo de deformaciones que involucran al Terciario continental del Ebro. La estructura más importante situada en la hoja es una pequeña porción del Anticlinal de Barbastro. Está caracterizado por una orientación NO-SE, un núcleo evaporítico muy plegado formado por las formaciones de Barbastro y posiblemente de Cardona y su flanco sur enlaza con los sedimentos indeformados de la Cuenca del Ebro.

Esta estructura está formada por varios pliegues. En nuestro sector un eje anticlinal mayor está situado cerca de su flanco meridional, pliegue anticlinal principal de PARDO y VILLENA (1969). En el flanco sur se han observado algunos pliegues menores asimétricos de escala decamétrica a hectométrica, desarrollados en los yesos. Presentan una vergencia hacia el sur, pueden estar cortados por fallas inversas con pequeño desplazamiento y sus ejes muestran inclinaciones de 5°-15° hacia el ONO o al O. Son pliegues con charnela apretada y de tipo "kink".

Hacia el norte generalmente los pliegues tienen los planos axiales subverticales y pueden tener desarrollado un clivaje incipiente en la zona de charnela. Hacia Barbastro los planos axiales subverticales buzan al sur y se encuentran desarrollados pliegues en caja y flancos fallados. Sus ejes tienden a buzarse más, 30°, tanto al este como al oeste.

Adosados a los yesos, las calizas, lutitas y areniscas de la base de la Fm. de Peraltila, muestran también el desarrollo de pliegues decamétricos de tipo "chevron" y otros más abiertos y asimétricos con el flanco N más extenso y subhorizontal. Sus ejes con una orientación entre N130E y N150E, están inclinados al oeste entre 5°-25°. El ángulo entre los flancos varía entre 50° y 120°.

Esta estructura puede ser interpretada como un pliegue formado por "bucling" sobre un nivel de despegue situado a techo del Eoceno marino. La presencia de este nivel de despegue fue sugerida en MARTÍNEZ PEÑA y POCOVÍ (1988) y su interpretación como un "detachment fold" fue sugerida en GARCÍA SANSEGUNDO *et al.* (1991).

La estratificación de la Fm. de Peraltila buza 60°-85° hacia el sur en el flanco meridional del anticlinal. Las capas de la Fm. de Sariñena muestran en superficie una disminución progresiva de su inclinación hasta el sur de Berbegal. Aquí, se encuentran subhorizontales pasando a buzarse 2°-6° al norte o al noroeste entre Berbegal y el Tormillo o al sur de Torres de Alcanadre. Hacia el margen meridional de la hoja vuelve a buzarse pocos grados hacia el suroeste. Esta disposición ha sido interpretada en el corte que acompaña al Mapa geológico como un anticlinal laxo despegado cuyo núcleo tendría rocas evaporíticas de la Fm. de Barbastro.

La disposición de los estratos sugiere que el plegamiento y formación del Anticlinal de Barbastro se produce durante la sedimentación de la Fm. de Sariñena (ver hojas vecinas de Monzón y Barbastro). La potencia máxima de la Fm. de Sariñena se encuentra rellenando estructuras al norte o al sur del Anticlinal de Barbastro tal y como fue reseñado por RIBA (1971).

4. HISTORIA GEOLÓGICA

Los primeros sedimentos aflorantes (Yesos de Barbastro) fueron depositados en una llanura aluvial distal con un gran desarrollo de lagunas salinas efímeras. Hacia el norte del área cartografiada se relacionaban con cuñas clásticas contemporáneas con la deformación compresiva en las Sierras.

Durante el Estampiense inferior se produjo la entrada de un sistema fluvial con procedencia pirenaica, Fm. de Peraltilla. Esta sedimentación fue coetánea con la ampliación hacia el sur del surco subsidente. El abanico en la zona estudiada tuvo una tendencia progradante.

En el Oligoceno superior se inició la entrada y progradación de un nuevo sistema fluvial con procedencia de áreas alejadas del Pirineo, Fm. de Sariñena. Este hecho debió coincidir con una mayor expansión de la cuenca de antepaís. Simultáneamente con esta sedimentación tuvo lugar el desarrollo del Anticlinal de Barbastro, que fue fosilizado por los términos más altos de la formación en este sector.

Al final del Mioceno o ya en el Plioceno, comenzó la evacuación de los sedimentos acumulados en la Cuenca del Ebro. El encajamiento progresivo de la red fluvial y los depósitos cuaternarios asociados dieron lugar al modelado actual del relieve.

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA

La Hoja de Peralta de Alcofea se encuentra en la Depresión del Ebro ocupando parte del Piedemonte o somontano pirenaico. Este se extiende y enlaza la vertiente meridional de las elevaciones de las Sierras Exteriores con las áreas llanas de la Depresión. El somontano queda interrumpido al sur por las Sierras de Alcubierre.

Cabe destacar que la zona corresponde a un sistema morfoclimático semiárido en base a la clasificación de Wilson, según RODRÍGUEZ-VIDAL (1986). Los datos climáticos obtenidos en la estación meteorológica de Barbastro, muestran que entre los años

1947-1970 la pluviometría media fue de 888,3 mm por año; destaca como más seco el mes de Julio, con 43,5 mm y como más lluvioso Mayo, con 87,1 mm de media (GARCÍA-RUIZ *et al.*, 1985). Otro hecho característico es la existencia del Cierzo, viendo dominante de dirección NO. Se manifiesta sobre todo en los meses fríos y alcanza una velocidad media de 40 km/h, BIEL y GARCÍA DE PEDRAZA, en ALBERTO *et al.* (1984).

Las rocas, lutitas alternando con capas arenosas poco cementadas, calizas y yesos condicionan un paisaje suave, dominado por escarpes o crestas que tan solo en Huerto (485 m) y en los alrededores de Fornillos (361 m) dan lugar a elevaciones topográficas. El anticlinal de Barbastro alcanza dentro de la hoja la altura mayor en la cota de Benasque (433 m) y aparece como un conjunto de lomas muy suaves de orientación ONO-ESE.

El relieve en crestas queda atenuado al sur de Berbegal por la disposición subhorizontal de la estratificación y el desarrollo y posterior erosión de extensos depósitos cuaternarios, con granulometrías mayores e incluso una mayor cementación. Las gravas o encostramientos dan lugar a llanuras o plataformas altas, denominadas localmente sasos y sardas, que ocupan los interfluvios actuales. Entre ellas destaca la terraza de Berbegal, entre los ríos Alcanadre y

Cinca, donde se dan las cotas topográficas mayores. En Berbegal se sitúa a 538 m de altura, disminuyendo hacia el sur con una pendiente suave. El resto de los sasos están situados a alturas menores como en Las Mesas (455 m), La Perdiguera (463 m) y tienen extensiones reducidas. Así pues, la parte sur y occidental de la hoja se caracteriza por superficies planas, escalonadas y enlazadas por pendientes suaves (glacis) que son incididas por los ríos principales (Alcanadre y Guatzalema).

La erosión del sustrato y de los depósitos superficiales más modernos ha dado lugar a amplias hondonadas o depresiones erosivas, denominadas "hoyas" entre las que ALBERTO *et al.*, destacan las de Ayerbe, Huesca y Barbastro excavadas respectivamente por el Gállego, Flumen y Cinca. En el área estudiada, los afluentes menores como el Torrente de la Clamor (afluente del Cinca), el de la Huerta (afluente del Alcanadre) y la vertiente del Reguero en los alrededores de Capdesaso caracterizan amplias y suaves depresiones (hoyas de pequeñas proporciones). Dentro de ellas predominan las formaciones superficiales y depósitos aluviales-coluviales.

El relieve suave y la abundancia de agua a través de los ríos Cinca, Alcanadre y Guatzalema ha permitido desarrollar un importante sistema de riego, los canales de Terreu y la Pertusa (que cruzan de Norte a Sur), los canales del Flumen y de Selgua, junto a una red de canales y acequias muy extendida favorecen el cultivo intenso de la región. Así existe una antropización bastante extendida sobre todas las superficies. En los sasos altos y zonas no regadas predominan los cereales mientras que en zonas de riego, estos alternan con el maíz y los almendros.

5.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

5.2.1. Estudio Morfoestructural

La presente hoja se sitúa en el margen septentrional de la Depresión del Ebro, entre el frente de cabalgamientos pirenaicos al norte y los relieves morfoestructurales de las Sierras de Alcubierre al sur. Muestra como estructura alpina el anticlinal de Barbastro con una dirección NO-SE.

Se pueden diferenciar tres grandes zonas correspondientes en general a las litologías y disposiciones estructurales dominantes en la hoja: a) los materiales yesíferos, en el anticlinal de Barbastro; b) los afloramientos de las formaciones de Peraltilla y Sariñena (alternancia de arcillas y canales de areniscas) con buzamientos entre 40° y 10° del flanco meridional del anticlinal; y c) la zona donde los materiales de la Fm. de Sariñena están prácticamente subhorizontales.

- a) En la zona nororiental de la hoja donde afloran los yesos, dominan los relieves suaves sin que se aprecien en ella fenómenos kársticos relevantes. Los depósitos cuaternarios están desmantelados y el paisaje está dominado por lomas suaves con orientación estructural ONO-ESE. Entre estos altos destaca la presencia de valles de morfología dendrítica con fondo plano y suave, rellenos de depósitos aluviales-coluviales recientes. Tienen un desarrollo jerarquizado y se les conoce como vales.
- b) La franja NO-SE comprendida entre Berbegal y los yesos del anticlinal, se caracteriza por la presencia de crestones o barras alineados en la misma dirección con escarpes estructurales de tipo cresta y saltos que pueden llegar a ser de 20-30 m. Ocasionalmente se identifican pequeños "chevróns", especialmente en las inmediaciones de Fornillos y Permisan. Los crestones están formados por acumulaciones de paleocanales y están

separados por tramos de lutitas. Estos pequeños cerros se suavizan hacia el suroeste de modo progresivo coincidiendo con la disminución del buzamiento. El torrente de la Clamor, que drena esta zona, presenta importantes acumulaciones de depósitos de fondo de valle y las zonas intra-crestales se caracterizan por acumulaciones de depósitos aluviales-coluviales.

- c) El resto de la hoja corresponde a la Fm. de Sariñena con estratificación subhorizontal, donde los materiales cuaternarios, terrazas y glacis alcanzan un gran desarrollo. Muchos de estos depósitos se sitúan sobre alineaciones o cinturones de canales. Los ríos Alcanadre y Guatizalema se encajan fuertemente en el sustrato (hasta 70 m) presentan sistemas de terrazas en los que se diferencian ocho niveles de terraza y dos niveles importantes de glacis que serán desritos más adelante.

La excavación de esta cubierta ha formado un relieve en cuestras con la presencia de tablas y mesas aisladas. Las zonas con depósitos superficiales más delgados o con sustrato con poca abundancia de los canales arenosos, son áreas extensas deprimidas, excavadas por torrentes secundarios (La Clamor, Peralta de Alcofea, Capdesaso).

5.2.2. Estudio del modelado

Siguiendo la terminología propuesta por RODRÍGUEZ-VIDAL (1986) y en base a los estudios realizados se diferencian en la cartografía 5 niveles de terrazas recientes denominadas T₁, T₂, T₃, T₄ y T₅ y tres niveles de terrazas antiguas que denominamos P₁, P₂ y P₃. A estas tres últimas el mismo autor ha denominado en sentido amplio, glacis plio-cuaternarios. Las terrazas recientes tienen asociados niveles de glacis.

5.2.2.1. Laderas

Están condicionadas por las alternancias de areniscas y lutitas terciarias. Las areniscas forman escarpes estructurales y las lutitas presentan un pobre desarrollo de "bad lands". La meteorización de estas rocas poco cementadas y de granulometrías finas da lugar a vertientes suaves.

Las vertientes o laderas más desarrolladas se sitúan en el borde de las terrazas. Suelen ser vertientes desnudas o presentar regulación por bloques o cantos procedentes de las terrazas altas, variando el tamaño de los bloques según la cementación de la terraza. En algunos casos la erosión pluvial ha provocado la creación de chimeneas.

5.2.2.2. Formas y depósitos fluviales

Los cursos principales tienen su cuenca de captación en el área pirenaica y tienen un trazado rectilíneo con orientación N-S. La clasificación de los niveles de terraza sigue la utilizada por RODRÍGUEZ-VIDAL (1986).

P₃. Es la terraza más alta sin duda un elemento paisajístico y geomorfológico de primer orden. Alcanza dentro de la hoja una extensión superior a los 36 km², que incluye a las poblaciones de Berbegal y La Perdiguera. Presenta dos litologías diferenciadas, una conglomerática cementada y una costra carbonatada de 2-3 m de potencia. Esta costra carbonatada actúa de nivel endurecido y condiciona el modelado formando pequeñas mesetas de escarpados bordes. Si éstas presentan dimensiones pequeñas son denominadas mesas, como las de Terreu y La Masadera. Su altura es considerable, más de 160 m y más de 145 en los bordes más cercanos al río Alcanadre y medidos sobre el cauce actual del mismo.

La base conglomerática tiene un espesor entre 3 y 4 metros. Presenta cantos de 25-30 cm de diámetro máximo y una media que oscila entre los 5 y 10 cm. La composición de los cantos es muy variada, reconociéndose cuarzo (filoniano y cuarcitas), esquistos, conglomerados permotriásicos, areniscas rojas, calizas mesozoicas, calizas de alveolinas (Luteciense de Sierras Exteriores), fragmentos de areniscas de las formaciones de Peraltila y de Sariñena, "cherts" y ofitas. La estructura interna se caracteriza por numerosas cicatrices erosivas entrecruzadas ("troughs") que ocasionalmente presentan rellenos de margas, limos o areniscas. Algunos de estos canales presentan laminaciones cruzadas internas. La parte superior de los conglomerados presenta cicatrices de menor ángulo y laminaciones planoparalelas. Hacia el sur la parte alta incorpora gran cantidad de areniscas.

La cementación de todo el paquete conglomerático suele ser muy buena, aunque en ciertos sectores se observa el tramo basal (1 m de potencia) poco cementado. El techo puede presentar pequeñas costras carbonáticas que engloban totalmente a los clastos. En el sector sur (Mesa de la Masadera) se observan en este nivel importantes pasadas de limos. La costra carbonatada presenta varias facies características observándose una variación lateral y vertical.

* Costras bandeadas. Son bandas cementadas irregularmente de hasta 0,5 m de espesor (aspecto de cintas) que engloban a cantos, limos, calizas pulvulentas e incluso margas rojas.

* Costras laminadas. Tienen un aspecto masivo (microcristalino) con láminas prácticamente paralelas aunque irregulares. Forman niveles de 20-30 cm y contienen en su interior pequeñas pasadas de cantos o pasadas de margas paralelas a las láminas. Los cantos son blancos, grises, pardos y rojos. Se puede observar en algunas ocasiones grietas y fracturas (grietas de retracción) que son rellenados nuevamente de carbonato.

* Costra brechoide. Suele estar bien cementada y entre sus componentes se diferencian fragmentos de las otras costras (laminada y bandeada) y elementos particulares como tubos y pisoides (pisolitos). Esporádicamente puede formar niveles compactos de 40-50 cm con los tubos en posición vertical y morfologías de raíces.

* Costras nodulosas. Su aspecto es el de nodulos irregulares endurecidos separados por arcillas, margas o carbonatos pulvulentos (potencia de hasta 1 m).

Todos los tipos de costras presentan transiciones entre ellas y su distribución es irregular aunque predominan las facies nodulosas. La potencia de la costra carbonática varía entre 2 y 4 metros, alcanzando su espesor máximo en el sector suroeste de la hoja (Mesa de la Masadera). Todo el conjunto carbonático puede estar recubierto por una costra pelicular de carbonato cálcico precipitado.

RODRÍGUEZ-VIDAL le atribuye una edad Villafranquiense, por correlación con las terrazas de Villarroya (Logroño), donde CRUSAFONT *et al.* habían descrito un yacimiento de roedores de esta edad.

P₁ y P₂ .- Los depósitos de estas terrazas son poco importantes en cuanto a su extensión actual, presentan una litología prácticamente idéntica, costras carbonáticas menos desarrolladas y se diferencian por sus distintas alturas. Concretamente P₁ se encuentra a más de 100 m y P₂ a más de 108 metros respecto al cauce del Alcanadre, en la zona de Latera (al norte de Peralta de Alcofea). Se encuentran como relictos en pequeños montículos utilizados como cotas y vértices dentro de la hoja: Laperdiguera (463 m), Gosi (463 m), Mesa (455 m) o Valdebarbastro (410 m).

La potencia del depósito suele ser de 2 a 3 m, destacando un conglomerado poligénico cementado y una pequeña costra carbonática a techo que nunca llega a superar los 0,5 m de potencia.

T₅. Se encuentra ausente en la zona del Cinca incluida en la hoja, aunque presenta una extensión muy importante en la zona del Alcanadre-Guatizalema. La T₅ asociada al Alcanadre se halla notablemente desplazada hacia el este del curso actual, situándose en el barranco de la Huerta (sobre la línea de las poblaciones de Laquadrada-Peralta de Alcofea-Lastanosa). Así mismo, la confluencia de dos ramas diferentes de T5 en las proximidades de Laperdiguera sugiere que probablemente el río Vero fuera afluente del Alcanadre en este período, tal y como indica RODRÍGUEZ VIDAL. Su altura sobre el lecho actual es de más de 75 m en Peralta de Alcofea, 70 m en la zona de confluencia actual del Guatizalema y Alcanadre, y más de 65 m en el margen suroeste de la hoja (Saso de Miranda). El encajamiento en tanto por mil de este río según RODRÍGUEZ-VIDAL (1986) es del 6,8. Esta caracterizada por aproximadamente 2-3 m de conglomerados poligénicos cementados con estratificación y laminación cruzada de tipo "trough".

T₄. A partir de esta terraza, todas las inferiores se encuentran como terrazas encajadas. En la zona del Alcanadre presenta extensiones importantes y al igual que la T₅ tiene asociados glacis extensos. Su altura sobre el cauce actual es de más de 40 m y el encajamiento en tanto por mil es del 5,4, según RODRÍGUEZ VIDAL. Su potencia oscila entre 2-3 m y está formada por conglomerados poligénicos que presentan numerosas estructuras erosivas. Puede encontrarse, aunque de manera esporádica, cementada.

En la cuenca del Cinca la T₄ está notablemente desplazada al oeste con respecto al cauce actual y se coloca en la ladera oriental del nivel P₃, con el que se une por medio de glacis y laderas. Su altura sobre el lecho del río es de más de 40 m, pudiendo llegar hasta más de 45 m en las zonas más alejadas. La alineación de terrazas colgadas al sur del Anticlinal de Barbastro y con una dirección paralela al mismo en el barranco de la Clamor, indica que en este periodo el río Vero fue "capturado" por un afluente del Cinca y discurría mucho más al sur de su posición actual, RODRÍGUEZ-VIDAL (1986).

T₃. Está bien desarrollada en los ríos Alcanadre (+30-35 m) y Guatizalema (+10-15 m). Antes de la confluencia de ambos, el río Alcanadre presenta esta terraza subdividida en dos. Concretamente a la altura de Torres de Alcanadre se individualizan una T_{3a} a +25 m y una T_{3b} a +30 m, compuestas por 1-2 metros de conglomerados. RODRÍGUEZ-VIDAL cita un encajamiento en tanto por mil de 4,6 para el T_{3b} y 5,2 para el T_{3a}. Después de la confluencia con el Guatizalema se sitúa a más de 15 m y presenta de 2 a 3 m de conglomerados poligénicos y pasadas decimétricas de limos intercaladas en su parte media.

La diferencia de altura entre T₃ y T₄ es de 25 m en el río Alcanadre y de sólo 10 m para el Cinca. El nivel T₃ tiene un gran desarrollo en las proximidades del Cinca, entre Pomar y Selgua, donde se halla colgada a más de +30 m sobre el río. En los alrededores de Pomar (margen oeste del Cinca), tiene 1,9 m de potencia. Su litología es de conglomerados poligénicos de hasta 25 cm de diámetro máximo, siendo la media de 3 cm de diámetro y destaca la presencia de cantos formados por fragmentos de costras carbonatadas de las terrazas antiguas. El depósito está dividido mediante 25 cm de limos en dos paquetes de conglomerados. En el paquete inferior se han observado estructuras de tipo "trough".

T₂. Está formada por conglomerados con numerosas cicatrices erosivas internas que pueden presentar pasada delgadas de limos y arenas a techo. Su potencia es de 2-3 m y se sitúa a una altura de +5 m sobre los cursos actuales. Se encuentra muy bien desarrollada sobre el cauce del Cinca y como depósitos conglomeráticos en la parte baja del torrente de la Clamor. En cambio en la cuenca del Alcanadre se encuentra encajada y es de pequeñas dimensiones.

T₁. Corresponde a los fondos de gravas y conglomerados por los cuales discurren los ríos en la actualidad y a los pequeños depósitos asociados que nunca se encuentran más altos que 1-2 metros sobre el nivel del cauce. Como depósito de mayor importancia destaca el lecho del río Cinca, con la presencia de barras conglomeráticas.

Los cauces actuales de torrentes están asociados a importantes depósitos aluviales-coluviales de varios metros de potencia (2 metros en el torrente de La Clamor), depósitos de vertiente y formaciones superficiales, así como a glacis de pequeñas dimensiones.

5.2.2.3. *Formas y depósitos poligénicos*

Una amplia extensión del área cartografiada está ocupada por glacis, cuyo tamaño decrece desde los más altos colgados a los más bajos. El más alto se encuentra asociado a la terraza T₅ con una amplia representación en el río Alcanadre. Muestra una gran cantidad de cantos y materiales provenientes del desmantelamiento de los conglomerados.

En cambio, los primeros glacis desarrollados en la margen izquierda del río Cinca corresponden a los que enlazan con el nivel T₄. Se alimentaron de las laderas y vertientes adosadas al nivel P₁. En la zona de Torres de Alcanadre-La Pertusa esta terraza T₄ esta también asociada con un glacis degradado.

Los glacis situados a cotas inferiores tienen un desarrollo mucho menor y en muchos casos tienen pendientes algo mayores, por lo que podían interpretarse como laderas suaves. Estos depósitos pasan lateralmente a las terrazas encajadas, aunque se observa que llegan a situarse sobre ellas y a desarrollar suelos.

Es preciso destacar la gran abundancia de sedimentos más recientes con génesis variada dentro del área estudiada. Se disponen rellenando a valles y grandes depresiones excavadas por torrentes secundarios en zonas donde el manto cuaternario fue desmantelado o no existió. Se trata de potentes depósitos de limos, arcillas, algún nivel de arenas y pasadas dispersas o niveles lenticulares de acumulación de cantos provenientes de la erosión de las terrazas próximas o del sustrato terciario. Tienen potencias entre 2 y 5 m y presentan a menudo suelos bien desarrollados, de colores rojos con costras o nódulos pulvulentos como en el Torrente de la Clamor.

5.2.2.4. *Formas antrópicas*

El modelado antrópico es importante debido al intenso cultivo y se concreta en: la remodelación y suavizamiento de escarpes de terraza, y la generación de escarpes artificiales para regularizar las pendientes. Esta actividad ha tenido asociada la construcción de muros de protección, aunque actualmente está en desuso. En cambio se ha observado la removilización reciente de terrenos para nivelar zonas de altos y rellenar varices, con el fin de la homogeneización del paisaje e impedir su abarrancamiento.

En las cercanías de poblaciones y en las áreas tipo “hoyas” se distribuyen pequeñas balsas y lagunas de muy reducidas proporciones (pocos metros de radio). Se desarrollan sobre depresiones en materiales arcillosos o se encuentran en zonas limítrofes entre terrazas o glacia y el sustrato terciario. Muchas de ellas son artificiales y rara vez presentan procesos de colmatación.

5.3. EVOLUCIÓN DINÁMICA (HISTORIA GEOMORFOLÓGICA)

Entre el Mioceno inferior y los depósitos cuaternarios existe un lapso de tiempo del que no se tiene registro y durante el cual la Cuenca del Ebro pasó a ser exórrica. El primer nivel de terraza P_3 , tiene características fluviales con depósitos de ríos de tipo “braided” con gran cantidad de carga de fondo. La presencia de cantos paleozoicos muestra una proveniencia septentrional. Según ALBERTO *et al.* (1984) y RODRÍGUEZ-VIDAL (1986) se trataba de un abanico aluvial de tipo húmedo. Sobre este nivel se desarrolló una costra carbonática por precipitación directa de $CaCO_3$ en la zona vadoso-freática y precipitación por fijación de microorganismos y plantas en un clima árido o semi-árido (ALBERTO *et al.*).

Los niveles subsiguientes P_2 y P_1 , fueron depositados después de un encajamiento de la red de 50 m, quedando el nivel P_3 como interfluvio entre los ríos Alcanadre y Cinca. La distribución que de ellos encuentra RODRÍGUEZ-VIDAL en el Somontano de Barbastro sugiere que la zona de deposición comenzaba más al N, al pie de las Sierras oscenses. Tuvieron una distribución más lineal y relacionada con los cursos actuales del Alcanadre y Guatzalema.

A partir de estos niveles se produjo el encajamiento progresivo de la red y la migración de los cursos hacia los cauces actuales. Durante el nivel T_5 el río Alcanadre discurría más al E de su cauce actual y recibiría al paleo-Vero. En este período, las terrazas seguían siendo muy extensas como consecuencia de la migración lateral de cursos de tipo “braided” de alta energía y presentaban glacia asociados de gran extensión. La migración lateral de estos cursos va a ir disminuyendo con el encajamiento de la red.

La distribución de la terraza T_4 en la cuenca del Alcanadre y Guatzalema fue prácticamente paralela a los cauces actuales y se encajó en el depósito T_5 . En la cuenca del Cinca en cambio se situaba más al oeste del curso actual y recibía al río Vero capturado por un afluente del Cinca en el barranco de la Clamor.

Mientras las terrazas T_3 , T_2 , y T_1 se fueron encajando en la cuenca del Alcanadre y Guatzalema, la T_3 en el río Cinca experimentó una gran migración lateral hacia su curso actual con un menor encajamiento. Las terrazas inferiores del Cinca también muestran extensiones mayores en relación a su caudal. Durante la incisión del nivel T_2 se inició la erosión generalizada del área situada entre el saso del Berbegal y el río Cinca, área que comienza a estar drenada por el arroyo de La Clamor.

Contemporáneamente con las terrazas más bajas se acumularon importantes espesores de depósitos aluviales-coluviales, muchos de los cuales se encuentran actualmente incididos.

5.4. LA MORFOLOGÍA ACTUAL-SUBACTUAL Y TENDENCIAS FUTURAS

La mayoría del agua proviene de los ríos procedentes de las zonas más húmedas de las Sierras Exteriores. El clima semiárido de la región y el balance hídrico descompensado induce a que la mayoría de la vegetación sea herbácea y poco desarrollada. La explotación humana

también ha contribuido a la deforestación, quedando sólo relictos arbóreos en algunos sazos no cultivados. La falta de vegetación o la pobreza de la misma, está relacionada con el pobre desarrollo de suelos que junto con la baja tasa de meteorización ha producido unos altos niveles de erosión. Por otro lado la litología arcillosa o poco cementada permite una rápida evacuación del material. En las capas de arenisca es intenso el modelado de pequeños orificios y descamación producidos por procesos de humectación-secado, mientras en formaciones más finas es importante la erosión pluvial. Las lluvias son episódicas y torrenciales, lo que induce el desarrollo de la acción de la arroyada que junto a la litología produce el abarrancamiento, la formación de "bad-lands" y de chimeneas o torrecillas.

La red está subdividida en pequeños cursos lineales que inciden sobre las formaciones superficiales quedando éstas colgadas.

También se observa a lo largo de la hoja procesos de "suffosión" o "pipping" muchas veces relacionados con el contacto entre formaciones superficiales y el sustrato, produciéndose túneles y hoyos de una decena de metros de longitud como máximo, que llegan a colapsar.

La acción antrópica se enmarca sobre todo en la agricultura y ha influido en los procesos de erosión. El cultivo de las terrazas y glacis antiguos, sacando el encostramiento facilita la degradación de la llanura. Muchas de estas superficies presentan procesos de escorrentía difusa que pasan hacia los márgenes a ser lineal. La acción del arado produce que los cursos no se incidan rápidamente y sigan sin ser excavados. La tendencia erosiva junto con la explotación continua del terreno y la precipitación de sales está produciendo la desecación del terreno.

6. GEOLOGÍA ECONÓMICA

6.1. RECURSOS MINERALES

Los yesos de Barbastro no han sido explotados en el ámbito de esta hoja, aunque extracciones de cloruros en salinas están siendo realizadas en la vecina Hoja de Monzón. En este sentido RIBA (1975) explica que a partir de los datos del sondeo de Guisona -entre otros- existe bajo los yesos de Barbastro, cloruro sódico depositado en medios continentales por su pobre contenido en bario.

Empresas de áridos explotan actualmente las terrazas más bajas, poco cementadas en el río Alcanadre (al sur de Torres de Alcanadre). Existen además, algunas pequeñas canteras abandonadas situadas en la terraza más antigua (como en el Monte Terreu).

6.2. HIDROGEOLOGÍA

6.2.1. Climatología.

En la Hoja de Peralta de Alcofea se localizan un total de 10 estaciones meteorológicas, 8 pluviométricas y 2 termopluviométricas. La precipitaciones medias de los observatorios oscilan entre los 400 y los 500 mm, aumentando hacia el N, mientras que la temperatura media se sitúa entre los 14-15 °C, con incremento generalizado hacia el S. El clima dominante según la Clasificación Agroclimática de Papadakis es por tanto del tipo mediterráneo seco.

La evapotranspiración potencial (ETP) media según Thornthwaite varía entre los 750-850 mm; FACI (1991, 1992) calcula valores de la evapotranspiración de referencia (ET_0) más elevados

que los anteriores y superiores a los 1.260 mm. Con los valores anteriores el porcentaje de lluvia útil respecto de la precipitación oscila entre el 9 y el 30% según las condiciones de almacenamiento de agua en el suelo.

6.2.2. Hidrología.

Los principales ríos que cruzan por esta Hoja son el Cinca por el extremo suroriental, su afluente el Alcanadre y, por último, el Guatizalema que vierte sus aguas por la margen derecha del anterior. Otros cauces menos significativos dado su carácter estacional son los del Arroyo de La Clamor ocupando una buena parte de la mitad oriental y el del Barranco de la Clamor, en el centro de la mitad meridional.

La cuenca más destacada es sin duda la del río Alcanadre en la mitad occidental, con 186 km² y un cauce que discurre de N a S encajado sobre formaciones terciarias continentales; la mayor parte de los barrancos afluentes tienen un régimen estacional.

El régimen fluvial de todos estos ríos es típicamente prepirenaico o pluvial mediterráneo, muy irregular en sus aportaciones interanuales y mensuales, debidas tanto al régimen de precipitaciones como a la escasa capacidad de regulación de las cuencas. Las aportaciones medias anuales de los principales ríos en su régimen actual están muy influenciadas por la construcción de varios embalses en sus zonas de cabecera y por los excedentes de riego, lo que permite contrastar notables diferencias entre estos volúmenes y las aportaciones restituidas al régimen natural.

Existen dos estaciones de aforo, ambas situadas en Peralta de Alcofea: E.A. nº 32: Guatizalema y E.A. nº 33: Alcanadre antes de recibir los aportes del anterior, para las que la CHE (1.993) obtiene 71,2 y 179,8 hm³/año respectivamente de aportación media restituida al régimen natural. Estas estaciones también son utilizadas como puntos de control de calidad de las aguas superficiales (Red COCA).

Las obras de regulación de caudales superficiales más importantes son las correspondientes a los planes de Riegos del Alto Aragón y Monegros, que afectan potencialmente a unas 29.000 hectáreas de esta Hoja bajo el dominio de los canales del Flumen, Selgua, Terreu y la acequia de Pertusa. El regadío tradicional apenas suma 400 hectáreas concentradas en su mayoría sobre la Fuente del Torres de Alcanadre (3013.1004). Por otra parte, la construcción de una red de canales secundarios de distribución y de otros que recogen las aguas excedentarias del riego ha generado una profusa alteración antrópica del paisaje y de la red de drenaje natural.

6.2.3. Características hidrogeológicas.

6.2.3.1. Sistema Hidrogeológico del Terciario Continental.

Ocupa toda la serie de materiales detríticos oligo-miocenos de carácter continental que afloran o se sitúan bajo los depósitos pliocuaternarios. En función de criterios sedimentológicos se asignan características acuíferas al conjunto de facies en las que predominan litologías conglomeráticas o de areniscas, propias de ambientes proximales o medios de abanicos aluviales, mientras que las facies lutíticas y/o evaporíticas de ambientes distales configuran unidades con comportamiento impermeable en su conjunto, como las cartografiadas en el núcleo del anticlinal de Barbastro. Los materiales considerados como acuíferos (Fm. Sariñena y Peraltila) pertenecen al denominado Subsistema Hidrogeológico de Huesca.

Constituye un potente acuífero detrítico del tipo multicapa, de baja-muy baja permeabilidad por porosidad intergranular (índice C_1) y transmisividad del orden de 100 m²/día. La elevada anisotropía vertical propicia la existencia de numerosos niveles colgados de carácter libre, que drenan por encima de la red hidrográfica, y de otros niveles confinados cuyo drenaje se produce a través de formaciones cuaternarias asociadas o directamente a los ríos.

Los puntos acuíferos más destacados son la Fuente de Morilla (3013.3002) y el sondeo de la Fuente de Berbegal (3013.2005) destinados a su propio abastecimiento urbano.

En general, el Sistema Terciario Continental se caracteriza por poseer aguas de características químicas muy diversas difícilmente encuadrables en una clase única, en especial cuando se mezclan con otras de los acuíferos pliocuaternarios. Las manifestaciones asociadas al Subsistema Huesca en esta Hoja muestran una facies dominante bicarbonatada cálcico-sódico o bicarbonatada-clorurada sódica, duras y de mineralización media o notable.

6.2.3.2. Sistema Hidrogeológico Pliocuaternario.

A lo largo de todo el Somontano oscense se cartografía un conjunto de depósitos pliocuaternarios de glacis y terrazas, con diverso grado de conexión y desarrollo, que se agrupan bajo tres denominaciones genéricas: Acuíferos en glacis y terrazas, Acuíferos aluviales y Acuíferos pliocuaternarios indiferenciados.

Se definen como acuíferos en conglomerados, gravas, arenas y limos, libres, de permeabilidad media-alta por porosidad intergranular (índices A1 y A2), extensos y locales, de elevada producción, nivel freático subsuperficial y potencias por lo general inferiores a 8 m. Pueden estar desconectados de la red fluvial, caso de los glacis, completamente conectados en los acuíferos aluviales o en conexión diversa en el caso de acuíferos indiferenciados lo que determina una muy diferente capacidad de regulación.

En la Hoja de Peralta de Alcofea se distingue parte de los siguientes acuíferos:

- Acuíferos en glacis y terrazas: Glacis El Bodeguero-Sabardilla, Plana de Huerto-Usón, Glacis de Capdesaso, Glacis de Lagunarrota, Glacis de Peralta de Alcofea y Glacis de Conchel. Los más destacados son estos dos últimos, tanto por su extensión como por el número de captaciones y magnitud de las surgencias asociadas. El resto son acuíferos de escaso interés y capacidad de regulación no uniforme que carecen de surgencias destacadas en esta Hoja. Sus recursos totales pueden superar los 20 hm³/año. Las principales descargas son las de la Fuente de Conchel (3013.8002), de 25 l/s, Fuente de Torres de Alcanadre (3013.1004), Manantial de Capdesaso (3013.5001) y la Fuente de Berbegal (3013.2006).
- Acuíferos aluviales: Unidad Hidrogeológica nº 29: Aluvial del Cinca. Aparece en esta Hoja con tan apenas 5,6 km² de extensión. Su transmisividad puede superar los 200 m²/día, con permeabilidades entre 20-350 m/día. La recarga de toda la unidad procede principalmente del retorno de regadíos (28 hm³/año), además de la lluvia útil (2,8 hm³) mientras que las descargas tienen una componente importante en las extracciones.
- Acuíferos Pliocuaternarios indiferenciados: La Plana y La Oresa.

Las surgencias que aparecen relacionadas con todos los acuíferos pliocuaternarios en la Hoja de Peralta de Alcofea tienen características químicas bicarbonatadas cálcicas dominantes, dureza media-dura y mineralización media o notable. (Ver cuadro resumen en tabla 1)

Tabla 1. CUADRO RESUMEN DE INVENTARIO DE PUNTOS DE AGUA

Hoja de PERALTA DE ALCOFEA (325) 30-13

		OCTANTES	1	2	3	4	5	6	7	8	TOTAL
NATURALEZA	Manantiales		3	4	1	-	1	3	1	4	17
	Pozos		2	7	1	-	1	1	-	1	13
	Sondeos		-	6	-	-	-	-	-	-	6
	Otros		-	1	1	-	-	-	-	-	2
	Total		5	18	3	-	2	4	1	5	38
USO	Abastecimiento		1	1	1	-	2	-	-	1	6
	Regadío		2	4	-	-	-	1	-	3	9
	Ganadería		-	6	-	-	-	-	-	-	6
	Otros		1	1	-	-	-	1	-	-	3
	Sin uso		2	6	2	-	-	2	1	1	13
	Industria		-	-	-	-	-	-	-	-	
Caudal Medio l/s (manantiales)			1	0,25	2,5	-	3	0,1	0	9	
Prof. M. Sondeos			-	102	-	-	-	-	-	-	
Prof. M. Pozos			5	13	-	-	10	15	-	-	
Bombeos Estimados (Dm ³ /año)			15	220	-	-	-	15	-	-	250

7. BIBLIOGRAFÍA

- AGUSTI, J., ANADON, P., ARBIOL, S., CABRERA, L., COLOMBO, F. Y SÁEZ, A. (1987). "Biostratigraphical characteristics of the Oligocene sequences of North-Eastern Spain (Ebro and Campins Basins)". *Münchner Geowiss. Abh., (A)*, 10: 35-42.
- ALBERTO, F., GUTIERREZ, M., IBAÑEZ, M.J., MACHIN, J., PEÑA, J.L., POCOVÍ, A. Y RODRÍGUEZ, J. (1984). "El Cuaternario de la Depresión del Ebro en la Región Aragonesa (Investigación Interdisciplinar)". *Univ. Zaragoza*, 217 p.
- ALMELA, A. Y RÍOS, J.M. (1952). "Estudio geológico de la zona sudpirenaica aragonesa y de sus sierras marginales". *Act. Primer Congr. Int. Est. Pirenaicos, C.S.I.C., t. II, sec. I*: 327-350. Zaragoza.
- ÁLVAREZ-SIERRA, M.A., DAAMS, R., LACOMBA, J.I., LOPEZ-MARTÍNEZ, N. Y SACRISTÁN-MARTÍN, M.A. (1987). "Succession of micromammal faunas in the Oligocene of Spain". *Münchner Geowiss. Abh., (A)* 10: 43-48.
- ÁLVAREZ SIERRA, M.A., DAAMS, R., LACOMBA, J.I., LOPEZ MARTÍNEZ, A.J., VAN DER MEULEN, C., SESE C. Y DE VISSER, J. (1990). "Paleontology and biostratigraphy (micromammals) of the continental Oligocene-Miocene deposits of the North-Central Ebro Basin (Huesca, Spain)". *Scripta Geol.*, 94: 1-77.
- CÁMARA, P. Y KLIMOWITZ, J. (1985). "Interpretación geodinámica de la vertiente centro-occidental surpirenaica (cuencas de Jaca-Tremp)". *Estudios Geol.*, Madrid, 41: 391-404.
- CASTIELLA, J. et al. (1.982). "Las aguas subterráneas en Navarra. Proyecto Hidrogeológico". *Diputación Foral de Navarra*. 229 pp.
- C.H.E. (1.988). "Plan Hidrológico. Documentación Básica". Zaragoza. *MOPTMA. Vol. I, II y planos*.
- C.H.E. (1.993). "Proyecto de directrices de la cuenca del Ebro (versión 26 de noviembre de 1.993)". Zaragoza. *MOPTMA*.
- C.H.E. (1.993) "Avance del estudio de dotaciones por cultivos y comarcas en la Cuenca del Ebro". Zaragoza. *MOPTMA*.
- CRUSAFONT, M. Y PONS, J.M. (1969). "Nuevos datos sobre el Aquitaniense del norte de la provincia de Huesca". *Act. Geol. Hispánica*, 4, (5): 124-125.
- CRUSAFONT, M.; RIBA, O. Y VILLENA, J. (1966). "Nota preliminar sobre un nuevo yacimiento de vertebrados aquitanienses en Santa Cilia (río Formiga, prov. de Huesca) y sus consecuencias geológicas". *Notas y Com. I.G.M.E.*, 83: 7-14.

- CUENCA, G. (1991). "Nuevos datos bioestratigráficos del Mioceno del sector central de la Cuenca del Ebro". *I Congr. Grup. Esp. Terc., Comunic.:* 101-104.
- D.G.A. (1.990). "Riegos en Aragón por comarcas y municipios". *Dpto. de Agricultura Ganadería y Montes.* 77 pp.
- FACI, J.M. Y MARTÍNEZ COB, A. (1.991). "Cálculo de la evapotranspiración de referencia en Aragón". *Diputación General de Aragón.* 115 pp.
- FACI, J.M. (1.992). "Contribución a la medida y cálculo de la evapotranspiración de referencia (ET_0) en Aragón". *Institución Fernando el Católico.* Zaragoza.
- FRIEND, P. F. (1989). "Space and time analysis of river systems illustrated by Miocene systems of the northern Ebro basin in Aragón, Spain". *Rev. Soc. Geo. España,* 2: 55-64.
- FRIEND, P.F., HIRST, J.P.P. Y NICHOLS, G.J. (1986). "Sandstone-body structure and river processes in the Ebro Basin of Aragón, Spain". *Cuad. Geol. Ibér.* 10: 9-30.
- GARCÍA-RUIZ J.M., PUIGDEFÁBREGAS, J. Y CREUS, J. 1985: "Los recursos hídricos superficiales del Alto Aragón". *Colección de Estudios Altoaragoneses nº 2,* 224 p.
- GARCÍA SANSEGUNDO, J. Y TEIXELL, A. (en prensa). "Memoria y mapa geológico de España a escala 1: 50.000, Hoja de Barbastro (nº 287)". *2ª serie MAGNA, ITGE,* Madrid.
- GARCIA-SANSEGUNDO, J., GARCIA-SENZ, J., MONTES, M.J., SAMSO, J.M., SANZ, J., TEIXELL, A. Y ZAMORANO, M. (1991). "Evolución estructural y sedimentaria del borde norte de la Cuenca del Ebro entre las Sierras Marginales y las Sierras Exteriores". *I Congr. Gr. Esp. Terciario,* Vic: 144-146.
- GARRIDO, A. (1972). "Precisiones sobre la "mise en place" del manto de Gavarnie en el borde N del Valle del Ebro (región de Barbastro, Huesca)". *Acta Geol. Hisp.,* 7 (2): 50-52.
- GARRIDO, A. (1973). "Estudio geológico y relación entre tectónica y sedimentación del Secundario y Terciario de la vertiente meridional pirenaica (provs. de Huesca y Lérida)". *Tesis de doctorado, Univ. de Granada,* 395 p.
- GARRIDO, E. Y AZCÓN, A. (1.994). "Naturaleza y características de los aprovechamientos con aguas subterráneas al sur de las Sierras Exteriores pirenaicas". *Congreso Nacional del agua y medio ambiente.* Zaragoza. pp 15-23.
- HIRST, J.P.P. (1983). "Oligo-Miocene alluvial systems in the northern Ebro basin, Huesca province, Spain". *Tesis Doctoral no publicada, University of Cambridge.* 247 p.
- HIRST, J.P.P. Y NICHOLS, G.J. (1986). "Thrust tectonic controls on Miocene alluvial distribution patterns, southern Pyrenees". *Foreland Basins, Spec. Publ. int. I.A.S.,* 8: 247-258.

- I.T.G.E. (1.981). "Investigación hidrogeológica de la cuenca del Ebro". *Informe técnico nº 6: Estudio hidrogeológico del Sistema Acuífero nº 62 Aluvial del Ebro y afluentes*. MINER.
- MACÍAS, I., DÍAZ MOLINA, M., ESTRADA, R., Y RAMPONE, G. (1986-1987). "Facies de abanico fluvial en los afloramientos orientales de la Fm. de Peraltilla". *Acta Geol. Hispánica*, (21-22): 19-26.
- M.A.P.A. (1.979). "Atlas agroclimático nacional".
- MARTÍNEZ PEÑA, M.B. Y POCÓVI, A. (1988). "El amortiguamiento frontal de la estructura de la covertera surpirenaica y su relación con el anticlinal de Barbastro-Balaguer". *Acta Geológica Hispánica*, t. 23, nº 2: 81-94.
- NICHOLS, G.J. (1.984). "Thrust Tectonics and alluvial sedimentation, Aragon, Spain". *Tesis Doctoral, Univ. Cambridge*, 243 pp.
- PARDO, G. Y VILLENA, J. (1979). "Aportación a la geología de la región de Barbastro". *Acta Geológica Hispánica*, 14: 289-292.
- POCÓVI, A. (1978). "Estudio Geológico de las Sierras Marginales Catalanas (Prepirineo de Lérida)". *Tesis Doctoral, Univ. Barcelona*, 2 vol., 218 y 138 p.
- PUIGDEFÀBREGAS, C. (1975). "La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca". *Pirineos*, Jaca, 104, 188 p.
- QUIRANTES, J. (1969). "Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de los Monegros". *Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza, Publ. Inst. "Fernando el Católico" (1978)*, 681, 207 p., Zaragoza.
- REILLE, J.L. (1971). "Les relations entre tectorogénèse et sédimentation sur le versant sud des Pyrénées centrales". *Tesis Doct. Univ. Montpellier*. 330 p.
- RIBA, O. (1971). "Memoria y mapa geológico de España, escala 1:200000, Hoja de Lérida (nº 33), 1ª ed". *IGME*, Madrid.
- RIBA, O. (1975). "Le Bassin Tertiaire Catalan et les gisements de potasse. Synthèse lithostratigraphique". *IX Cong. Int. Sed. Nice, Livret-Guide* 20: 9-14.
- RIBA, O. et al. (1.983). "Ensayo estratigráfico y evolutivo de la cuenca terciaria del Ebro". *Libro Jubilar de homenaje a J. M. Ríos, Geología de España, I.T.G.E. tomo II*, pp. 131-159.
- RODRÍGUEZ-VIDAL, J. (1983). "Geomorfología de las Sierras Exteriores Oscenses y su piedemonte". *Tesis Doctoral, Univ. de Zaragoza*, 493 p. *Publ. (1986) en Colec. Est. Altoarag.* 4, 172 p.
- SÁEZ, A. (1987). "Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Eoceno-Oligoceno del NE de la Cuenca del Ebro". *Tesis doctoral, Univ. de Barcelona*, 317 p.

- SÁNCHEZ NAVARRO, J.A. (1.988). "Los recursos hídricos de las Sierras de Guara y sus somontanos". 336 pp. *Colección de Estudios Altoaragoneses, nº 27. Diputación Provincial de Huesca*.
- SÁNCHEZ NAVARRO, J.A. et al. (1.988). "Manifestaciones hidrológicas e hidroquímicas de flujos subterráneos procedentes de formaciones poco permeables del terciario en el Somontano de Huesca". *Estudios geológicos*, 44: pp. 445-452.
- SELZER, G. (1934). "Geologie der südpirenaischen Sierrren in Oberaragonien". *Neves Jahrbuch für Min. Geol. und Pal.*, 71, *Beilage Band*, Stuttgart: 370-406. Traducido al español bajo el título: "Geología de las Sierras surpirenaicas del Alto Aragón". *Publ. Extranj. Geol. España*, 4 (20): 183-230, Madrid (1948).
- SENZ, J.G. Y ZAMORANO, M. (en prensa). "Evolución tectónica y sedimentaria durante el Priaboniense superior-Mioceno inferior, en el frente de cabalgamientos de las Sierras Marginales occidentales". *Act. Geol. Hispán.*
- SENZ, J.G. Y ZAMORANO, M. (en prensa). "Memoria y mapa geológico de España a escala 1:50000, Hoja de Monzón (nº. 326) 2ª série MAGNA". *ITGE*, Madrid.
- SOLER, M. Y PUIGDEFÁBREGAS, C. (1970). "Líneas generales de la geología del Alto Aragón Occidental". *Pirineos*, 96: 5-21.
- TURNER, P., HIRST, J.P.P. Y FRIEND, P.F. (1984). "A paleomagnetic analysis of Miocene sediments at Pertusa, near Huesca, Ebro Basin, Spain". *Geol. Mag.* 121 (4): 279-290.



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD

ISBN 978-84-7840-948-8



9 788478 409488