



IGME

207

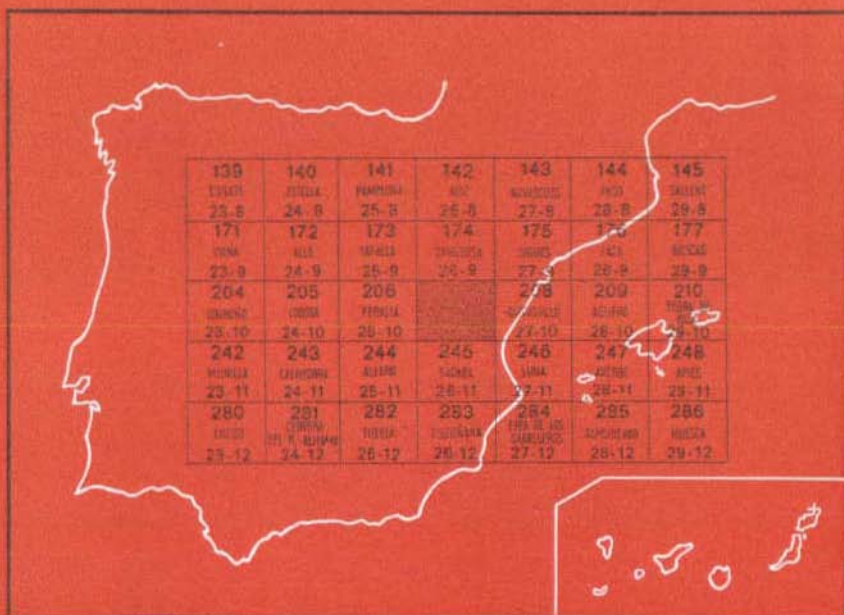
26-10

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

SOS DEL REY CATOLICO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

SOS DEL REY CATOLICO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

Las presentes Hoja y Memoria han sido realizadas por la Diputación Foral de Navarra, bajo normas, dirección y supervisión del IGME.

La Cartografía del Mapa y la redacción de la presente Memoria la ha llevado a cabo don Jaime Solé Sedó, Licenciado en Ciencias Geológicas, de la Investigación Geológica de Navarra, Diputación Foral de Navarra, que dirige técnicamente don Joaquín del Valle de Lersundi, Doctor Ingeniero de Minas.

El Estudio Micropaleontológico ha corrido a cargo de don José Ramírez del Pozo, Doctor en Ciencias Geológicas.

La sedimentología ha sido estudiada en el Laboratorio de ENADIMSA.

Los análisis químicos se han realizado en el Laboratorio Químico de la Diputación Foral de Navarra.

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrográficos, paleontológicos, etc., de dichas muestras.
- Columnas estratigráficas de detalle con estudios sedimentológicos.
- Fichas bibliográficas, fotografías y demás información varia.

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M - 847 - 1977

Imprenta IDEAL - Chile, 27 - Teléf. 259 57 55 - Madrid-16

1 INTRODUCCION

La Hoja de Sos del Rey Católico, que coge parte de las provincias de Navarra y Zaragoza, está situada en la unidad geológica de la Cuenca del Ebro y está formada por materiales del Terciario Continental y Cuaternario, exclusivamente.

Los materiales del Terciario Continental están todos relacionados a una sedimentación de tipo fluvial, variando desde un régimen de cabecera de alta energía, con formación de abanicos aluviales, hasta un régimen de muy baja energía, divagante y de alta sinuosidad, con gran desarrollo de la llanura aluvial.

2 ESTRATIGRAFIA

2.1 TERCIARIO

Al estudiar esta Hoja, como en todas las del Terciario Continental de esta zona, se ha presentado una serie de problemas, sobre todo en cuanto se refiere a la cronoestratigrafía de las distintas unidades.

Hasta ahora el único medio empleado para la datación de este tipo ha sido la datación paleontológica de:

- Mamíferos.
- Gasterópodos.
- Oogonios de Charáceas y Ostrácodos.

Los yacimientos de mamíferos conocidos hasta la fecha son pocos y están relativamente alejados de la zona; Tudela I y II, Monteagudo, Ayerbe, etc., son zonas que, alejadas, presentan problemas de correlación con los materiales representados en esta Hoja.

En cuanto a la presencia de Gasterópodos, aunque los hemos observado en Hojas limítrofes (Sádaba, Alfaro), no hemos localizado aquí ningún nivel calcáreo con dichos fósiles.

Debido a esta pobreza macropaleontológica, se ha realizado un estudio micropaleontológico basado en oogonios de Charáceas y en Ostrácodos. Este estudio ha sido realizado por el doctor J. Ramírez del Pozo y ha tropezado con serias dificultades.

Debemos señalar aquí, como lo hemos hecho en el resto de las Hojas del Terciario Continental de la zona navarra, las dificultades con que tropieza este tipo de estudio:

a) Hay una gran proporción de muestras azoicas, que en algunos materiales (alternancia de yesos y arcillas) llega al 75 por 100. Decimos esto no con base a las muestras recogidas para esta Hoja, sino para todo el conjunto de la zona.

b) Elevada proporción de muestras con fósiles resedimentados, no solamente procedentes de terrenos más antiguos de origen marino, sino también de niveles anteriores del Terciario Continental. Esto es especialmente frecuente en los tramos más detríticos, conglomerados y areniscas.

c) Hasta el momento no existe un conocimiento definitivo de la dispersión vertical de los microorganismos y en especial de su variación con las distintas facies.

Al realizar la Hoja, y debido a lo anteriormente expuesto, hemos realizado una cartografía desde el punto de vista litológico, intentando después adaptarle una escala cronoestratigráfica de manera que encaje de la mejor manera posible.

Desde el punto de vista litológico, los problemas que se presentan son la casi absoluta ausencia de contactos netos, puesto que los contactos se suelen realizar a través de cambios de facies muy graduales, lo cual dificulta muchas veces la correlación de los distintos niveles, tanto en el campo como en la fotografía aérea.

Otro problema que también se presenta es el de la diacronía de los contactos. Efectivamente, las unidades litológicas de esta zona del Terciario Continental suelen ser diácronas; esto ya fue observado por RIBA (1964) en los yesos de Desojo y posteriormente ha sido comprobado también por nosotros, SOLE SEDO (1972) y CARBAYO et al. (1973 a y b), en Hojas vecinas.

En la presente Hoja, aunque no se ha visto de una forma clara, es de

suponer que los contactos que separan los tramos litológicos no son perfectamente isócronos, aunque en el mapa y leyenda se han dibujado así porque creemos que, en todo caso, el error no es muy grande y se gana en claridad.

Resumiendo, podemos decir que hemos hecho una cartografía basada en la litología y en el origen ambiental de los sedimentos, asignándoles una edad basada tanto en el estudio micropaleontológico como en el conocimiento regional de la zona.

2.1.1 STAMPIENSE

Arcillas y areniscas de Cáseda T_{c32}^A

Este tramo está situado en la esquina noroccidental de la Hoja, justo en la zona de Sos del Rey Católico.

En el corte de Sos del Rey Católico y empezando un poco más al N. del borde de la Hoja, se han medido hasta 600 m. de potencia, pero sin coger el tramo completo, o sea, que la potencia total quizá sea de algo más.

Litológicamente esta unidad consta de una alternancia de arcillas y limos con capas espaciadas de arenisca formando paleocanales.

Son secuencias granodecrecientes hacia arriba, en que el cuerpo areniscoso que forma el depósito de canal puede llegar a tener hasta 12 m. de potencia. Encima viene un tramo limoso y arcilloso y con capas más finas de arenisca, hasta la próxima secuencia.

Las areniscas tienen el tamaño de grano variable, son muy calcáreas, puesto que calizos son el cemento y la matriz y un tanto por ciento muy elevado de los granos.

La proporción de cuarzo no suele sobrepasar el 30 por 100.

Esta unidad la consideramos como Stampiense por la presencia en la parte más alta, ya en el paso al tramo siguiente, de:

Tectochara meriani L. y N. GRAMB

Rhabdochara major GRAMB y PAUL

Psilochara sp.

Gandona sp.

Eocytheropteron sp.

y especialmente por ser sedimentos anteriores al proceso de reactivación tectónica que se produjo después del Stampiense.

2.1.2 CHATIENSE-AQUITANIENSE

Unidades T_{c33-11}^{A-Ba} y T_{c33-11}^{A-Ba} . Areniscas y conglomerados de Gallipienzo

Estas unidades se han separado, por ser litológicamente distintas, puesto

que la segunda es básicamente conglomerática, mientras que la primera está constituida por areniscas, limos y arcillas, pero hay ausencia de conglomerados. Es solamente una separación litológica.

La potencia total, medida en el corte de Sos del Rey Católico, es de 1.100 metros aproximadamente en una zona donde no se cortan conglomerados.

Sin embargo, el corte de Peña, más al Oeste, que coge uno de los paquetes conglomeráticos da una potencia de 800, sin ser un corte completo, pues le falta toda la parte basal (Hoja 174), lo cual hace pensar que la potencia del tramo es variable y los máximos espesores se producen donde hay más deposición de conglomerados.

La unidad TcG_{c33-11}^{A-Ba} , o sea, los conglomerados, que desarrollaron en forma de abanicos aluviales, de ahí la geometría tan particular que tienen dentro de la otra unidad arenosa. Son capas orientadas al Sur, generalmente con formas acuñadas (RIBA, 1964) y engloban lentejones de arenisca, en los que se incluyen cantos sueltos, y algunas veces incluso niveles limosos.

Son tramos discontinuos, situados además a una altura estratigráfica distinta los unos de los otros. Concretamente aquí no sobrepasan el Chatiense-Aquitaniense Inferior, pero tanto al Este como al Oeste se producen conglomerados más altos (Aquitaniense Superior-Burdigaliense), como los de San Pelayo y Petilla de Aragón. Los conglomerados están formados por cantos rodados de un tamaño máximo de 50 cm., aunque podemos considerar el tamaño medio alrededor de los 4 ó 5 cm.

Son conglomerados poligénicos, con predominancia de cantos de caliza y de arenisca, y en una pequeña proporción se observan cantos permo-triásicos.

La matriz es fundamentalmente arenosa y limosa y el cemento calcáreo.

En algunos afloramientos se puede observar imbricación en los cantos.

Dentro de este tramo se encuentran también areniscas de tamaño de grano variable y estratificación sensiblemente paralela, con frecuentes niveles erosivos.

2.1.3 AQUITANIENSE SUPERIOR-BURDIGALIENSE

Unidad Ts_{c11-12}^{B-a}

Esta unidad ocupa prácticamente toda la Hoja, a excepción de la parte nororiental de la misma.

El paso vertical de la unidad anterior a la presente es gradual en cuanto a las características litológicas y ambientales y representa el paso de unos depósitos formados en un ambiente fluvial de gran energía con cursos de agua anastomosados y regímenes de «sheet-flood», con presencia de abanicos aluviales, a unos depósitos de régimen fluvial meandriforme de ener-

gía decreciente donde predominan los sedimentos de llanura aluvial, con canales incluidos en ellos.

Desde el punto de vista litológico, esta unidad está constituida por arcillas y limos algo calcáreos con la presencia de areniscas, relacionables a canales, que se van haciendo más espaciadas hacia la parte alta de la serie y hacia el Suroeste.

Las areniscas son de cemento calcáreo, y los granos son casi exclusivamente de cuarzo y fragmentos de rocas, especialmente calizas, que a veces pueden incluso superar en proporción al cuarzo.

El tamaño de grano es variable pero suele ser de medio a fino, quedando el tamaño grueso reducido a la base de los canales, donde es muy frecuente observar cantos blandos.

El color predominante en toda la unidad es el pardo-amarillento, haciéndose más claro con el decrecimiento del tamaño del grano.

Como ya hemos apuntado, estos depósitos son producidos por un régimen fluvial meandriforme, que da como resultado unas secuencias típicas del tipo granodecreciente («fining-upwards») similares a las descritas por varios autores (ALLEN, 1965) e interpretados de esta manera.

La secuencia se puede resumir de la siguiente manera:

- Base erosiva.
- Sedimentos gruesos con presencia de cantos blandos.
- Grano medio. Presencia de laminación paralela, estratificación cruzada de gran escala y ángulo alto.
- «Ripple-marks» («Climbing-ripples»).
- Arcillas.

Los canales, por efecto de la erosión de los materiales más finos, suelen dar relieves perfectamente visibles en fotografía aérea, de manera que en algunas zonas son perfectamente cartografiables, y hasta se pueden hacer mediciones estimativas de la dirección de los mismos.

Por la zona de San Isidro del Pinar y Vigas estos canales presentan una sinuosidad relativamente baja y las mediciones efectuadas dan una clara dirección de NNE. a SSO.; sin embargo, en la zona de Murillo el Fruto los cursos de agua eran verdaderamente meandriformes, como lo demuestran la profusión de depósitos de meandro («point-bar») que se pueden observar.

Los materiales de esta zona fueran estudiados por PUIGDEFABREGAS (1974), describiéndolos como depósitos de meandro producidos por canales pequeños (profundidad máxima de 2 m. y anchura variable de 3 a 5 m.), formando meandros de radio máximo de 200 m., y con espesor que no suele sobrepasar los 2 m.

Los canales están formados prácticamente por estratificación paralela.

Se puede observar bastante bioturbación en las areniscas y limos de la parte alta de la secuencia.

Aunque las muestras recogidas en este tramo para su datación siguen siendo muy pobres, y sigue haciéndose patente el fenómeno de la resedimentación, aquí podemos datar la unidad con más precisión como Aquitaniense Superior-Burdigaliense, siendo microorganismos característicos de este tramo:

Cypridopsis kinkelini LIENENKL

Candona cf. *recta* LIENENKL

Candona cf. *praecox* STRAUB

Chara 7

Chara 3

2.2 CUATERNARIO

El Cuaternario se halla muy bien representado en esta Hoja, especialmente en la parte sureste de la misma.

El río Aragón ha dejado un sistema de terrazas muy bien desarrolladas, a las que suelen ir ligados unos glacis de erosión. Otro tipo de glacis totalmente independientes de las terrazas se desarrollan en la parte central de la Hoja.

Es de destacar también la presencia de rellenos limosos de los barrancos y la presencia de acumulaciones de derrubios de ladera en la zona de Peña.

2.2.1 PLEISTOCENO

La diferenciación del Pleistoceno y el Holoceno se hace con un criterio totalmente subjetivo, puesto que no tenemos ninguna base para una buena datación. El nivel más alto de terraza es situado por MENSUA en el Villafranquiense, y es posible que esté en lo cierto, pero como no tenemos una evidencia clara lo vamos a dejar como Pleistoceno sin diferenciaciones.

2.2.1.1 Terraza. Nivel Q_1^{T1}

Este es el nivel más alto que presenta el río Aragón, no sólo en esta Hoja sino en su recorrido (PANZER, 1948; FLORISTAN, 1951, y MENSUA, 1960). Concretamente, en la Hoja de Sos lo encontramos solamente en la margen izquierda del río formando los llamados Planos o Sasos.

La altura de este nivel sobre el del río es de 110-130 m.

Litológicamente está constituido principalmente por gravas, la mayoría de las veces bien cementadas, formando verdaderos conglomerados, con una potencia total que puede superar los 10 m. Localmente se puede observar una imbricación en los cantos.

La mayor proporción de cantos corresponde sin lugar a dudas a calizas

{Secundarias y Terciarias} y algo menos a areniscas. Hay una pequeña proporción de cantos del Permotriás.

Entre los cantos se encuentran lentejones de limos y arenas, que presentan a veces concentraciones de materia orgánica.

Es de destacar la presencia en la parte alta de una costra calcárea con un desarrollo superior al metro en muchos puntos.

2.2.1.2 Terraza. Nivel Q_1^{T2}

Este nivel, situado a unos 80 m. sobre el actual del río, está representado solamente por dos terrazas, una junto a Murillo el Fruto y otra pequeña al este del río Aragón, situado algo más al Norte.

Podemos decir que presenta las mismas características que el nivel anterior.

2.2.1.3 Terraza. Nivel Q_1^{T3}

Este tercer nivel de terraza lo hemos observado solamente en la zona de El Cascajo, el oeste de Murillo el Fruto. Presenta una altura sobre el nivel actual del río de 40-50 m.

Litológicamente está formado por gravas (en cuanto a lo que se puede ver en el afloramiento).

2.2.1.4 Terraza. Nivel Q_1^{T4}

Este es un nivel que está bien desarrollado, especialmente en la zona al oeste de Carcastillo. Tiene una altura de 30-40 m.

Gravas sueltas forman la totalidad del conjunto de depósitos. Se puede observar en muchos puntos una cierta imbricación en los cantos y pequeñas costras calcáreas.

En la zona al oeste de Carcastillo, estas terrazas están relacionadas con un glacis (no cartografiado) como se puede observar en el barranco de la Val del Rey.

Realmente, a excepción de donde están cortados los afloramientos por barrancos, es muy difícil hacer una separación de los mismos.

2.2.1.5 Terraza. Nivel Q_1^{T5}

Esta terraza se encuentra prácticamente a todo lo largo del curso del Aragón, en esta Hoja.

La altura relativa está entre 10 y 20 m., y parece que está formada exclusivamente por gravas bastante homométricas, que presentan en muchos casos una clara imbricación.

2.2.1.6 **Glacis. Q₁^G**

Los glacis de erosión son muy abundantes en esta Hoja, especialmente en la mitad Sur, donde la topografía es bastante suave y los depósitos cuaternarios son mayoritarios.

Litológicamente están constituidas por gravas (bien rodadas en su mayoría), englobadas en arcillas y limos de tonalidades pardas y rojizas.

A veces es difícil diferenciar estos glacis de las terrazas cuando tenemos afloramientos restringidos, debido a que los cantos son rodados en los dos casos, puesto que los glacis se forman a expensas de las terrazas más antiguas o bien provienen de los conglomerados situados más al Norte.

2.2.2 HOLOCENO

2.2.2.1 **Llanura aluvial. Q₂^{AJ}**

Llamamos así a la terraza inferior del río Aragón. Está especialmente bien desarrollada en la parte sur de la Hoja.

El río Aragón se caracteriza por un desarrollo fluvial meandriforme, sin embargo, aguas arriba de Carcastillo son meandros encajados con un desarrollo mínimo de la llanura de inundación, mientras que aguas abajo hay un gran desarrollo de esta última con formación de un curso meandriforme divagante, como queda palpablemente demostrado por la presencia de meandros abandonados.

Los materiales que forman esta llanura aluvial son gravas heterogéneas y limos, especialmente en la parte alta de la secuencia.

2.2.2.2 **Relleno de valle. Q₂¹**

En este apartado incluimos los sedimentos que rellenan los valles de los barrancos secundarios de la red fluvial.

Estos barrancos, que drenan zonas básicamente arcillosas y limosas, van depositando en el fondo estos materiales finos, con intercalación de niveles de arenas y gravas, siempre envueltas en una matriz mucho más fina.

2.2.2.3 **Q₂L. Derrubios de ladera**

En este apartado incluimos los depósitos de derrubios de ladera que se encuentran en la vertiente norte de la Sierra de Peña. Forman pequeñas acumulaciones de gravas sueltas procedentes de la erosión de los conglomerados y areniscas que dan los fuertes resaltes morfológicos de la Sierra de Peña.

2.2.2.4 Meandros abandonados. Q_2^M

Esta diferenciación se ha hecho a partir de la fotografía aérea, en la que se pueden distinguir las trazas de los meandros antiguos dentro de la llanura aluvial.

Desde el punto de vista del material, estos meandros suelen estar rellenos de sedimentos más finos que el resto de la llanura aluvial, puesto que la deposición se efectúa una vez abandonado ya este cauce, y se realiza en aguas tranquilas por aportes producidos en las crecidas fuertes.

2.2.2.5 Barras de acreción lateral actual. Q_2^B

En este apartado incluimos los depósitos que se están sedimentando actualmente por acreción lateral en los meandros funcionales del río.

Fundamentalmente están formados por arenas, limos y gravas.

3 TECTONICA

Esta Hoja está muy poco afectada por la tectónica.

En su parte nororiental tenemos las capas dispuestas con una inclinación muy fuerte, y hacia el Sur y Oeste el buzamiento se va amortiguando en un abanico de capas bastante suave.

Este mismo abanico es mucho más brusco en otros puntos, como se puede observar al norte de Ujué, en la vecina Hoja de Sangüesa.

La base de este abanico de capas corresponde a una etapa de reactivación tectónica situada en el paso del Oligoceno Medio al Superior y que viene determinada por la discordancia de Barbarin (Hoja 172) (RIBA, 1964).

Esta misma fase tectónica es la que produce la acumulación de masas discontinuas de conglomerados, como son los de Peña, Gallipienzo, Perdón, Montejurra, etc.

Esta fase, que RIBA (1964) y CRUSAFONT, TRUYOLS y RIBA (1966) situaron en la base del Oligoceno Superior, se corresponde perfectamente con la tercera fase pirenaica de SOLER y PUIGDEFABREGAS (1970), y también ROJAS, LATORRE y FERNANDEZ VARGAS (1971) la citan.

Posteriormente se produce una serie de movimientos de tipo halocínico que afectan a la cuenca, pero que concretamente en esta zona no influye para nada a la sedimentación, y no hay en todo el margen de la Hoja ninguna evidencia que haga pensar en su existencia.

4 HISTORIA GEOLOGICA

Durante el Stampiense, piso que está aquí representado por una unidad arcillo-arenosa en la esquina nororiental de la Hoja, había una cuenca lacustre situada al Noroeste, a la que iba a parar un régimen fluvial, de canales bastante grandes, que son los que tenemos aquí. Esto lo prueban las direcciones de paleocorrientes medidas en este tramo (PUIGDEFABREGAS, 1971).

Después, en el paso al Oligoceno Superior, tiene lugar el proceso de activación tectónica, del que ya hemos hablado, y se produce una sedimentación de conglomerados en forma de abanicos aluviales, lo que les da una forma geométrica de afloramientos discontinuos.

Estos abanicos aluviales se sitúan, a partir de la fase tectónica, en distintos momentos según el lugar, e incluso en algunos puntos hay una sedimentación continua hasta el Burdigaliense, como en la zona de Montejurra (Hoja 172).

En las zonas marginales de los abanicos aluviales, se desarrolla una sedimentación de areniscas, en un ambiente de alta energía, como lo demuestra la disposición en laminación paralela de corriente y los frecuentes niveles erosivos.

En todo este sistema se sitúa también una serie de canales con estratificación gradada, desde gravas en la base a limos en la parte alta.

El mismo tipo de sedimentación se continúa hacia arriba, pero haciéndose la proporción de areniscas menos importante y aumentando el espesor de limos y arcillas.

De un marco dominado por los abanicos aluviales, y las corrientes fuertes con cauces variables y rápidos, se va pasando poco a poco a un régimen fluvial de canales pequeños bastante rectilíneos que discurren hacia el SE. y que desarrollan una importante llanura aluvial. Al divagar en ella algunos de estos ríos producen depósitos de acreción lateral.

Esto se produce ya en el Aquitaniense Medio y sigue en la misma forma hasta el Burdigaliense. En la parte de Murillo el Fruto se observa cómo el sistema de canales ha perdido bastante energía, los cursos fluviales adquieren una sinuosidad muy alta y tenemos una sedimentación fluvial caracterizada por secuencias de tamaño de grano decreciente hacia arriba y estructuras de depósito de «point-bar» (PUIGDEFABREGAS, 1973), con presencia de «mega-ripples» (Epsilon cross-stratification de ALLEN, 1963) y óndulas del tipo «climbing-ripples» en la parte alta. Los canales suelen estar formados por laminación paralela y estratificación cruzada en «trough»).

Hacia el Suroeste, los depósitos dominantes son las arcillas, con presencia esporádica de areniscas.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

Esta Hoja es muy pobre en el aspecto de explotación económica de los recursos geológicos, y se limita a la extracción de áridos en algunas canteras situadas sobre las terrazas aluviales en la zona de Carcastillo y Murillo el Fruto.

También cerca de Murillo ha habido alguna explotación de arcillas para cerámica.

En cuanto a Minería, hasta ahora no se ha detectado más que la presencia de minerales de cobre en relación a los canales, tanto de la zona al norte de Sos del Rey Católico, como en la de Murillo del Fruto, aunque en cantidades difícilmente rentables.

5.2 HIDROGEOLOGIA

En el aspecto hidrogeológico, las posibilidades de aprovechamiento de aguas subterráneas se limita prácticamente a las terrazas aluviales del Aragón y en concreto a las más bajas, puesto que en las superiores las gravas están muy consolidadas y la presencia de un nivel calcáreo en la parte superficial impide la percolación en las mismas.

6 BIBLIOGRAFIA

- ALASTRUE, E. (1958).—«Nota sobre la estratigrafía de Las Bardenas en su extremo meridional». *N. y C., I. G. M. E.*, núm. 50, fasc. 2, Madrid.
- ALVARADO, M.; COMBA, J.; OCHOA, J., y RIOS, J. M. (1960).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 204, Logroño». *I. G. M. E.*, 48 págs., 18 figs.
- ALLEN, J. R. L. (1965).—«The sedimentation and Paleogeography of the Old Red Sandstone of Anglesey, North-Wales». *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 35 (8), pp. 139-185.
- CARBAYO, A.; CASTIELLA, J., y SOLE, J. (1974 a).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 172, Allo, escala 1:25.000». Diputación Foral de Navarra (Inédita).
- (1974 b).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 171, Viana, del Mapa de Navarra a escala 1:25.000». Diputación Foral de Navarra (Inédita).
- CRUSAFONT-PAIRO, M., y GOLPE-POSSE, J. M. (1974).—«Nuevos yacimientos del Terciario Continental del NE. de España». *Acta Geol. Hisp.*, t. IX, núm. 3, pp. 81-83.

- CRUSAFONT-PAIRO, M.; TRUYOLS SANTOJA, J. y RIBA ARDERIU, O. (1966). «Contribución al estudio de la estratigrafía del Terciario continental de Navarra y Rioja. *N. y C., I. G. M. E.*, núm. 90, pp. 53-76.
- FLORISTAN SAMANES, A. (1951).—«La Ribera Tudelana de Navarra». *Diputación Foral de Navarra e Inst. J. S. Elcano, C. S. I. C.*, 316 págs., 40 figs., 63 láms., Zaragoza.
- HERNANDEZ-PACHECO, F. (1947).—«Rasgos fisiográficos y geológicos del suroeste y este de las tierras navarras». *Rev. Príncipe de Viana*, t. 8, número 26, pp. 73-86, Pamplona.
- (1949).—«Las Bardenas Reales. Rasgos fisiográficos y geológicos». *Rev. Príncipe de Viana*, año 10, núm. 37, pp. 472-440, 9 láms., fig. 3, 1 mapa.
- MALDONADO, A. (1971).—«Memoria explicativa a la Hoja núm. 283, Fustiñana, del Mapa 1:25.000». *Diputación Foral de Navarra*, Pamplona. (Inédita).
- MENDIZABAL, y CINCUNEGUI, M. (1932).—«Nota acerca de la extensión del Oligoceno en Navarra». *Información de carácter Geológico. 2.ª Región. N. y C., I. G. M. E.*, núm. 4, pp. 140-142.
- MENSUA, S. (1960).—«La Navarra Media oriental. Estudio Geográfico». *Inst. Príncipe de Viana*, Dep. Geol. Aplic. Zaragoza, Serv. Reg. 8, 186 págs., 40 figs., 25 láms.
- PANZER, W. (1948).—«El desarrollo de los valles y el clima de la época cuaternaria en el NE. de España (1926)». *Trad. Esp. de C. V. en Est. Geogr.*, núm. 30, pp. 79-130, Madrid.
- PUIGDEFABREGAS, C. (1971).—«Memoria explicativa a la Hoja núm. 206, Peralta, del Mapa 1:25.000». *Diputación Foral de Navarra*, Pamplona. (Inédita.)
- (1972).—«Memoria explicativa a la Hoja núm. 173, Tafalla, Mapa 1:25.000». *Diputación Foral de Navarra*. Pamplona. (Inédita.)
- (1973).—«Miocene point-bar deposits in the Ebro basin. Northern Spain». *Sedimentology*, V. 20, núm. 1, pp. 133-144.
- (1975).—«La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca». Tesis leída en la Facultad de Ciencias de Barcelona. (Próx. publicación en Pirineos.)
- RIBA, O. (1955).—«Sur le type de sédimentation du Tertiaire continental de la part ouest du Bassin de l'Ebre». *Geol. Rundschau*, t. 43, núm. 2, pp. 363-371, fig. 1, Stuttgart.
- (1964).—«Estructura sedimentaria del Terciario Continental de la Depresión del Ebro en su parte riojana y Navarra». *Aportación española al XX Congr. Geogr. Int. Reino Unido*, pp. 127-138, fig. 4, Zaragoza.
- RIBA, O., y BOMER, B. (1957).—«Les terrasses et glacis du bassin de l'Ebre dans la Ribera de Navarra et la Rioja Baja». *Livr. Guide Ex. núm. 3, Villafranchien de Villarroya. INQUA, Congr. Int. Madrid-Barcelona*, pp. 7-10, map. 1, fig. 1, Barcelona.

- RIBA, O., y LLAMAS, M. (1962).—«Libro-guía del viaje de estudios número 3, Canal de Lodosa-Presa de Alfoz». / *Coloquio Internacional sobre Obras Públicas en terrenos yesíferos. R. S. E. H.ª Nat.*, pp. 335, Madrid.
- RIBA, O., y PEREZ-MATEOS, J. (1962).—«Sobre una inversión de aportes selimentarios en el borde norte de la cuenca terciaria del Ebro». // *Reunión de Sedimentología, Sevilla 1961. C. S. I. C. Inst. de Edafología*, Madrid, 1961 (publ. en 1962).
- ROJAS, B. J. de; LATORRE, F., y FERNANDEZ-VARGAS, E. A. (1971).—«Contribución al conocimiento de la última fase de los movimientos Meso-Alpinos en las provincias de Navarra, Zaragoza y Huesca». *Congreso de Geol. Económica Hispano-Luso-Americano*, Madrid.
- RUIZ DE GAONA, M.; VILLALTA COMELLA, y CRUSAFONT-PAIRO, M. (1946).—«El yacimiento de mamíferos fósiles de las yeseras de Monteagudo (Navarra)». *N. y C., I. G. M.E.*, núm. 16, pp. 159-182, Madrid.
- SOLE SABARIS, L. (1953).—«Terrazas cuaternarias deformadas en la cuenca del Ebro». *Mem. R. Acad. Cienc. Arts. Barcelona*, t. 31, núm. 7, pp. 239-258, 2 figs.
- (1954).—«Sobre la estratigrafía de Las Bardenas y los límites del Oligoceno y del Mioceno en el sector occidental de la Depresión del Ebro». *Real Soc. Esp. de Hist. Nat., Tomo Extr. Hernández Pacheco*, pp. 637-658.
- SOLE SEDO, J. (1972 a).—«Formación de Mues: Litofacies y procesos sedimentarios». *Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias de la Universidad de Barcelona*. (Inédita.)
- (1972 b).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 207, Sos del Rey Católico, del mapa 1:25.000». *Diputación Foral de Navarra, Pamplona*. (Inédita.)
- SOLER, M., y PUIGDEFABREGAS, C. (1970).—«Líneas generales de la Geología del Alto Aragón Occidental». *Pirineos*, 96, pp. 5-20.
- WALKER, R. (1963).—«Distinctive types of ripple-drift cross-lamination». *Sedimentology*, 2, pp. 173-188.

INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 · MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA