





## GENERALIDADES

La hoja de Leciénena (núm. 355) pertenece a la provincia de Zaragoza; estando situada dentro de la Depresión Terciaria del Ebro. Geológicamente, la mencionada depresión, queda comprendida entre los terrenos mesozoicos y paleozoicos de tres alineaciones montañosas: Cordillera Costero-Catalana, Ibérica y Pirineos. En el sector occidental es atravesada de Norte a Sur por el río Gállego, afluente importante del Ebro. Forma parte de la Sierra de Alcubierre, sector que geográficamente queda separado de los Montes de Castejón por el citado río Gállego.

La litología de la zona es muy similar a la de los Monegros: calizas, arcillas y yesos; como en las amplias plataformas monegrinas, en la hoja de Zuera dominan las amplias llanuras, junto con pequeñas plataformas en graderío, que van adquiriendo alturas hacia el Este en la Sierra de Alcubierre. Este conjunto de pequeños escalones culmina con la mesa calcárea de Alcubierre.

El *clima* presenta dos características principales: una gran sequedad y un carácter netamente continental. En general el viento es frecuente, hay predominio de cielos despejados, la insolación es elevada y en conjunto el verano es fuertemente iluminado, mientras que el invierno es brumoso.

Las precipitaciones son escasas y casi nunca en forma de nieve, dando como resultado un clima seco. Las oscilaciones térmicas anuales son muy marcadas y con tendencia a extremadas.

Los *suelos* en su mayoría son desérticos y con tonalidades claras, a excepción de las terrazas del Gállego y las plataformas calcáreas de Alcubierre. En éstas llegan a desarrollarse xerorredinas de mull bastante aptas para los cultivos. Pero en general los suelos de la hoja de Leciénena pertenecen al grupo Yerma o suelos desérticos de polvo, son suelos de estructura suelta y muy pobres en humus. El lavado vertical ascendente lleva a la superficie, con frecuencia, las substancias y sales existentes en los horizontes inferiores, depositándolas en las capas superiores, originando de esta forma cortezas salinas de pocos milímetros de espesor, que a su vez engloban restos orgánicos deleznable. El horizonte A es rico en raíces y en costras salinas, formadas por ese lavado vertical ascendente de que hemos hablado.

La *vegetación* viene condicionada por el clima reinante: temperaturas extremadas, aridez y pocas precipitaciones. El resultado es que las condiciones ecológicas, de las diversas comunidades vegetales, tengan matices muy especiales; llegándose a comparar esta vegetación mediterránea con la existente en las estepas mauritanas, pues las condiciones del medio concuerdan perfectamente entre sí. Los rendimientos agrícolas son pequeños y problemáticos, basándose principalmente en el cultivo de cereales de secano, viñedo y algunos olivares. Las riberas del Gállego son excepción en cuanto a cultivos, desarrollándose una agricultura de huerta bastante intensiva. Otra salvedad en cuanto a cultivos, es la Sierra de Alcubierre, en sus estribaciones calcáreas los pinares tienen una buena representación, aunque también hay algunos sobre terrenos yesíferos.

## I.—GEOMORFOLOGIA

En el estudio geomorfológico de la parte central de la cubeta terciaria del Ebro, pueden considerarse por separado las unidades morfológicas terciarias de las cuaternarias. Pero esa separación resulta artificiosa y difícil de mantener; ya que en el transcurso de toda fase de excavación acaecida desde el Plioceno hasta la actualidad tenemos que, paralelamente a todo proceso de erosión y formación de relieves, con sus diversos ciclos, existe un depósito correlativo de los materiales arrancados y puestos en circulación.

La fase erosiva que sucedió al ciclo sedimentario de la depresión del Ebro, presenta dos hechos de su importancia. Por un lado, tenemos la transición de una cubeta endorreica a otra exorreica y por otro, la erosión y las etapas de «vaciado» de la cuenca pasan a depender del clima y de la evolución del Bajo Ebro y costa mediterránea. La existencia de la cubeta de Mora de Ebro, cuyos materiales de relleno aún son de edad desconocida, pueden permitir dos hipótesis a cerca de los desfiladeros del Bajo Ebro: que sean por simple erosión remontante, o quizás más verosimilmente que lo sea por epigénesis combinada por basculamiento de bloques de un curso fluvial establecido al final del Terciario y, que habría creado ya una superficie de erosión que arrasaría a la vez al borde oriental en la cuesta de la zona de Mequinzena, cordillera prelitoral y el Terciario de Mora. El Ebro adquiriría un poderoso y extenso desarrollo al capturar la red central, hecho que se vería favorecido por las deformaciones tectónicas «póstumas» que se describen en el capítulo de tectónica. En apoyo de todo esto podemos recordar que desde Sástago a Tortosa, el Ebro presenta un carácter netamente sobreimpuesto, con numerosos y encajados meandros y no respeta ni las directrices tectónicas ni las formaciones geológicas de resistencia diferente a la erosión, LLOPIS (1952).

Así pues además de este problema formotectónico que ya fue planteado por LLOPIS (1947) y que no pretendemos resolver, tenemos que los relieves centrales de la depresión del Ebro han sido creados por la erosión diferencial en estructuras tabulares o ligeramente deformadas, en las cuales los materiales tienen una resistencia muy diversa a la erosión. Las calizas y yesos, son más resistentes, dando relieves sobresalientes; en cambio las formaciones predominantemente margosas más marginales, comprendidas entre los depósitos químicos y los conglomerados y areniscas, han dado lugar a unas depresiones muy amplias, disimétricas y de relieves suaves, que llamaremos *depresiones periféricas*.

Las unidades morfológicas que se pueden distinguir en la parte central de la cubeta terciaria del Ebro son cuatro: plataformas calcáreas culminantes, cuevas intermedias, depresiones periféricas y terrazas y glacis cuaternarios. Para un mejor conocimiento de las tres primeras puede consultar el lector las memorias explicativas de las hojas de Remolinos (322) y zuera (323), aquí sólo estudiaremos con algún detalle las terrazas y glacis cuaternarios.

Las *plataformas calcáreas culminantes* (centrales) se han considerado como pontienses, pero aunque es muy probable que así sea, el Ponticense aún no ha sido datado paleontológicamente dentro del Ebro. Las plataformas están formadas por bancos calcáreos potentes, entre los cuales se intercalan pequeñas capas de margas y yesos; el paso de las plataformas culminantes a las cuevas intermedias se realiza en zonas donde hay pasos laterales de facies.

Al Este del río Gállego los grandes escalones calcáreos tienen un gran desarrollo, y constituyen un amplio graderío de relieves tabulares que se elevan hasta S. Caprasio cima de la Sierra de Alcubierre. Dentro de las estribaciones occidentales de Alcubierre pueden distinguirse dos niveles calcáreos característicos: *el inferior* que va desde los 400 a los 600 metros de altitud formado por bancos calcáreos no muy potentes, alternando con margas, arcillas y algunos yesos: y otro nivel *superior* a partir de los 600 metros, su litología es esencialmente calcárea y sus bancos más potentes que en el nivel inferior, también hay pasadas margosas y de yesos pero cada vez menos frecuentes y con espesores menores. Estos dos grandes niveles calizos se destacan perfectamente y dibujan un relieve tabular muy bien desarrollado.

Las *cuevas intermedias* son estratigráficamente más antiguas que las plataformas culminantes y están parcialmente recubiertas por glacis que las cortan en bisel. Su litología la integran bancos de calizas y de yesos de poca potencia, intercalándose entre ellos margas, arcillas y margas yesíferas; en el centro y en el Este de la hoja predominan los yesos sobre las calizas y margas.

Los glacis de erosión se sitúan sobre esta segunda unidad morfológica y, en general, están disecados por una amplia red

de vales y barrancos que los recortan; al Oeste del Gállego esta disección está más avanzada y los glacis aparecen ampliamente afectados dando interfluvios planos más largos que anchos.

Las depresiones periféricas tienen un perfil disimétrico con la vertiente externa suave y recubierta por un amplio graderío de glacis de erosión; por el contrario la vertiente interna es abrupta y presenta superficies de erosión recubiertas por pequeños glacis, tienen una gran inclinación y está formada por elementos calcáreos y yesíferos.

## TERRAZAS Y GLACIS

Las terrazas de acumulación que presenta el río Gállego a su paso por la hoja de Leciénena están formadas por gravas procedentes de la cubeta del río mezcladas, en muchos casos, con otros aportes locales o transversales arrancados de la vertiente de la zona por la cual discurre el río; no es de extrañar, pues, la presencia de graveras constituidas por conglomerados marginales de la cubeta sedimentaria. Esto implica dos o más ciclos erosivos con el consabido desgaste erosivo y erosión química selectiva de los mismos.

Tampoco podemos olvidar que la acción química de las aguas selenitosas y los limos yesíferos sobre los cantos rodados puede ser muy profunda, incluso disgregadora, y es norma que las gravas depositadas ofrezcan la superficie de las mismas áspera y degradada; hechos que se pueden observar en las terrazas del Gállego.

Los glacis requieren unas condiciones topográficas y climáticas especiales para su formación; estas condiciones delimitan su extensión y distribución. En el centro de la hoja el desarrollo de los glacis es grande, ya que las características topográficas del substrato han favorecido su asentamiento sobre una superficie de erosión o relieve estructural; sobre dicho relieve el glacis no ha ejercido transformaciones importantes, limitándose sólo a recubrir y rellenar sus pequeños relieves con materiales blandos, siendo por lo tanto el glacis una forma de acumulación.

Por otro lado las condiciones climáticas también eran idóneas, pues con un clima árido, frío o cálido, la desforestación permitió la acumulación de los materiales sobre la extensa superficie que ocupará el glacis sin llegar en ningún caso a potentes recubrimientos.

Una de las características morfológicas de los glacis de la hoja de Leciénena es la abundancia de relieves residuales, invertidos, y rodeados a nivel inferior por otros glacis más modernos; son los denominados «sasos».

El contacto entre glacis y terraza no siempre se puede marcar de una manera precisa, ya que no suele haber solución de continuidad entre una y otra formación. En la zona que nos ocupa esta memoria, la distinción suele hacerse mediante el perfil transversal, que es más llano en las terrazas que en los glacis.

## II.—ANÁLISIS-LITOESTRATIGRÁFICO

### A. FORMACION ALFOCEA

Equivalente occidental de la formación yesífera de Retuerta, la formación Alfocea ocupa casi todo el sector que queda al Oeste del río Gállego.

En general está recubierta por los glacis que jalonan la falda oriental de los Montes de Castejón, aunque cerca del río son las terrazas del Gállego las que se sitúan sobre esta formación yesífera; precisamente las terrazas aparecen algo deformadas a causa de los movimientos del yeso.

Los yesos que constituyen la formación Alfocea en este sector de la hoja de Leciénena, son en general alabastrinos presentándose en forma de bolos; aunque no es rara la presencia de margas y limos yesíferos de tonos claros, junto con yesos hojosos en banco potentes. También son frecuentes las manifestaciones salinas (cloruro sódico principalmente), pero con una abundancia mucho menor que en las hojas vecinas de Remolinos y Alagón.

### B. FORMACION RETUERTA

Aunque individualizamos esta formación y la de Alfocea la realidad es que son la misma y su separación es solo geográfica. Se extiende por casi toda la hoja de Leciénena ocupando los dos tercios de la misma, entre los meridianos 2°54' y 3°6'; además de las estribaciones meridionales de la Sierra de Alcubierre: desde Monte Oscuro hasta el Sur de la hoja, adentrándose hacia Fuentes de Ebro (hoja 384).

En esta enorme formación yesífera pueden distinguirse dos niveles principales: los yesos de Alfajarín que forman el nivel inferior y los yesos de Monegrillo que se sitúan inmediatamente encima.

Los yesos de Monegrillo adquieren su máxima potencia en los alrededores de Perdiguera en donde su espesor total oscila entre 120 y 150 metros. Cuando los bancos tienen más de diez centímetros de potencia son en general alabastrinos en nódulos, y entre ellos se intercalan margas blancas o al menos de tonalidades claras; así por ejemplo en Leciénena las margas son blanquecinas y las capas de yeso tienen estructura nodular o en «turrón» con espesores que oscilan entre 2 y 20 metros.

La topografía que dibujan los yesos de Monegrillo es suave y sin relieves acentuados que la alteren. Es corriente la presencia de «bad land» en toda esta zona de transición.

Los yesos de Alfajarín representan la mayor extensión de yesos que hay al Norte del Ebro, aunque en la hoja de Leciénena sólo ocupan el sector occidental y suroccidental de Perdiguera, quedando recubiertos en gran parte por las terrazas y glacis que jalonan la ribera del Gállego. El máximo de potencia, la adque-

ren a la altura de Villamayor con casi 200 metros, presentándose, en general, bien estratificados, alabastrinos y con pasadas de margas y limos yesíferos. Localmente hay intercalaciones de yesos secundarios y areniscas con cemento de yeso (arenitas yesíferas) en pequeñas pasadas de sólo algunos centímetros de espesor.

Hacia Leciñena la arcillas y margas son cada vez más abundantes, mientras que los bancos de yeso son menos potentes y frecuentes. La estructura sigue siendo horizontal, aunque no es rara la presencia de ondulaciones como ocurre en los Montes de Villamayor. Pero la característica fundamental de los yesos de Alfajarín es el continuo cambio lateral de facies que presentan, así capas de 20 y 30 centímetros pasan en sólo unas decenas de metros a margas yesíferas, arcillas y margas muy detríticas.

### C. FORMACION ALCUBIERRE

Se extiende por la banda oriental de la hoja y representa la masa calcárea más importante de la misma. En el ángulo NE la potencia total no llega a los 200 metros, mientras que en Monte Oscuro se alcanzan los 280 metros. Se trata de las estribaciones orientales de la Sierra de Alcubierre, un relieve tabular alargado que ocupa la parte central de los Monegros.

La formación Alcubierre regionalmente está formada por cinco miembros perfectamente individualizados, y que de techo a muro son:

5. Areniscas de S. Caprasio: paquete detrítico de 15 metros que corona toda la formación. En la hoja de Leciñena no está representado.
4. Calizas de Loma Sorda: con una potencia próxima a los 100 metros son calizas en bancos potentes con pequeñas intercalaciones margosas. Si aparece en la hoja, al igual que los miembros inferiores.
3. Calizas de Valdelas yeguas: se trata de calizas y margas alternando en bancos potentes. Potencia 65 metros.
2. Calizas de la Torra: el espesor es de unos 20 metros y son bancos calcáreos potentes entre los que se intercalan algunas margas blancas.
1. Calizas y margas de los Acampamentos: constituyen el escalón inferior de la formación Alcubierre. Son unos 15 metros de margas blancas y calizas en bancos delgados.

En la hoja de Leciñena estos miembros sufren frecuentes variaciones de espesor y litología, pero en general coinciden con la columna tipo anteriormente descrita.

Las areniscas de S. Caprasio ya hemos dicho que no aparecen

dentro de la hoja. En Monte Oscuro indudablemente se formaron pero la erosión las ha desmantelado.

El miembro 4, es decir las calizas de Loma Sorda en un corte realizado entre Leciñena y La Artica (hoja 355) están representadas por 45 metros de calizas en bancos potentes, el resto ha sido erosionado. En Monte Oscuro su potencia es mayor, pero sin llegar a los 100 metros de S. Caprasio. De todas formas en los Montes de Castejón (hoja 322, Remolinos) la potencia total de las calizas de Loma Sorda es sólo de 40 metros, y precisamente parece que los términos erosionados son mínimos; lo cual nos permite aventurar, que este miembro calcáreo se sedimentó con mayor potencia hacia el SE y NE que hacia el NW y W. En el caso de los Montes de Castejón se trataría de una lengua que se adelgaza al NW y W de la depresión del Ebro.

Las calizas de Valdelasyeguas al Este de Leciñena aumentan considerablemente de espesor, pasando de los 65 metros que tenían en S. Caprasio a casi 130 metros. Los 20 metros superiores son calizas y margas en bancos potentes, en los que se intercalan algunos paquetes delgados de yeso; en el resto las calizas predominan sobre las margas y siguen existiendo algunos yesos, aunque en proporción muy pequeña.

Las calizas de la Torra tienen al Este de Perdiguera un espesor de casi 30 metros, y con respecto al corte tipo, las calizas reducen su potencia en beneficio de las margas blancas. También en este miembro aparecen algunas pasadas yesíferas. Hacia el Norte hay una reducción progresiva de espesor acunándose en las calizas de Valdelasyeguas.

El miembro inferior, calizas y margas de los Acampamentos, también varía considerablemente de potencia: pasa de los 15 metros a casi 40. Litológicamente está formado por margas entre las cuales se intercalan algunas calizas y yesos. Hacia el NE de la hoja y en las hojas vecinas, las margas son menos abundantes mientras que las calizas cada vez son más frecuentes; el conjunto es una alternancia de calizas y margas en bancos potentes, los yesos llegan a desaparecer por completo.

### D. FORMACION CASTELLAR

La formación calcáreo-margosa de Castellar apenas si está representada en la hoja de Leciñena, sólo en su ángulo noroccidental hay una pequeña mancha que descansa directamente sobre los yesos de la formación Alfocea. Pertenece dicho afloramiento al miembro margoso inferior de la formación, estando constituido litológicamente por margas alternando con bancos calcáreos poco potentes; su espesor total es de unos 25 metros y en ocasiones hay pequeñas pasadas yesíferas interestratificadas.

### III.—CRONOESTRATIGRAFIA DEL TERCIARIO CONTINENTAL

La subdivisión de las series estratigráficas del Terciario Continental del Ebro y la correlación de las distintas litofacies, requieren un tratamiento especial muy diferente al utilizado en las series marinas. La ausencia de fauna y la falta de biotopos con un extenso desarrollo, impide el empleo de los criterios clásicos de la Estratigrafía.

Aparte de los problemas inherentes a la ausencia de fauna o al difícil y muy problemático empleo de los pocos restos orgánicos encontrados, la litoestratigrafía de Leciniena lleva implícitos otros problemas como: los sedimentológicos, los de correlación y los de fijación de límites. Quizá sean estos últimos los que resulten más delicados de fijar y cualquier solución que se adopte para los mismos, será provisional y siempre sujeta al posible descubrimiento de yacimientos de vertebrados, que marquen con precisión los límites entre sistema o pisos; será por tanto un problema de aproximaciones sucesivas (RIBA, 1966).

Para resolver estas dificultades hemos basado nuestras correlaciones estratigráficas en estudios cartográficos y sedimentológicos de horizontes-guía, en líneas de capa apoyadas en la fotogeología, en delimitación de facies y sus pasos laterales; y, en disconformidades, discordancias angulares y relieves fosilizados. Los límites oligo-mioceno y los intramiocenos se han marcado con el apoyo de los yacimientos de vertebrados de Santa Cilia, Talladell, Mequinenza y Remolinos, todos ellos fuera de la hoja de Leciniena; también nos hemos basado en una discordancia angular muy notable (S. Román-Labata y Albalate del Arzobispo-Urrea-Puig Moreno) que separa dos formaciones: una plegada, oligocena y otra tendida, miocena (Aquitaniense).

El nivel de Remolinos (hoja 322 y 323), datado como *Burdigaliense a Vindoboniense* (LLAMAS, 1959) nos marca el paso a las formaciones calcáreo-margosas que coronan el Terciario Continental de la Depresión del Ebro. Este nivel lo consideramos como una superficie isócrona que nos servirá para separar dos unidades miocenas: una *inferior*, de edad Burligaliense a Vindoboniense; y otra *superior* de edad imprecisa, pero que por similitud con otras formaciones de la cubeta de Calatayud abarcaría el *Vindoboniense medio* y el *Pontiense*. Aunque el *Pontiense* aún no ha podido ser indentificado paleontológicamente dentro de la depresión del Ebro, aquí lo denominaremos *Pontiense* (S. L.) con las debidas reservas.

Los límites adoptados para las formaciones miocenas de esta hoja abarcarán, pues, a una unidad inferior y a otra superior.

Unidad inferior: comprende las formaciones yesíferas de Alcofa y Retuerta, junto con la detrítica de Sariñena situada debajo de la formación Alcubierre. La edad de las mismas sería *Burdigaliense a Vindoboniense inferior*.

Unidad superior: en ella se incluyen las formaciones calcáreas de Castellar y Alcubierre. Edad: *Vindoboniense superior* y *Pontiense* (S. L.).

### IV.—ESTRUCTURA

La parte central de la depresión del Ebro muestra la existencia de estructuras, que, aunque poco energías, han tenido una influencia decisiva en la evolución geomorfológica de la depresión. Pero también la existencia de estos accidentes suaves, revela los repetidos movimientos que ha sufrido el substrato meso y paleozoico, durante y después del depósito de las diferentes formaciones terciarias. Así pues hemos de olvidar por el momento, el concepto tradicional que se ha venido manteniendo sobre el valle del Ebro, según el cual los relieves eran totalmente tabulares y las estructuras no existían.

Las fracturas son poco energías tratándose de fallas de poco salto y que en corte vertical se atenúan rápidamente. Tienen un valor muy local y son fallas de reajuste o acomodación de terrenos competentes sobre sales y yesos. Mención especial merecen una serie de redes de diaclasas que cuartejan principalmente los bancos calcáreos; estas redes tienen una gran transcendencia morfológica y constituyen auténticos sumideros para la circulación de las aguas.

En cuanto a las deformaciones hemos de advertir que, en la mayoría de los casos, han sido deducidas sobre fotografía aérea y calculados sus buzamientos a partir de las capas-guía dibujadas sobre los mapas topográficos.

#### Sinclinal del Gállego

Recorre el curso de dicho río desde Zaragoza hasta Gurrea de Gállego; en realidad se trata de una ensilladura tectónica, entre los braquianticlinales de Castellar y Alcubierre.

#### Anticlinal de Alcubierre

Tiene aproximadamente la misma dirección que los relieves tabulares calcáreos de la Sierra de Alcubierre: N 115 E. Se inicia en los montes de Perdiguera, continúa por S. Caprasio, dentro de la hoja vecina, Sierra de Lanaja y termina en la Sierra de Sena. Su longitud total es superior a los 25 Kilómetros, constituyendo la estructura anticlinal más destacada del centro de la depresión del Ebro.

## V.—MINERÍA Y CANTERAS

La *minería* es prácticamente nula, y aunque hay posibilidades salinas interesantes, hasta ahora sólo se han explotado (dentro de la hoja) algunas turberas como las de Villamayor de Gállego; pero dichas turbas se han utilizado más como abono agrícola que como combustible.

El capítulo de *canteneras* también es muy limitado y sólo hay algunas explotaciones de yesos: bien como piedra ornamental (yesos alabastrinos), bien para la construcción (yesos masivos). Además se explotan las graveras del Gállego como balasto en carreteras y como material de construcción.

## VI.—AGUAS SUBTERRANEAS

La hoja de Leciñena tiene unas características hidrogeológicas similares a las que presentan las hojas limítrofes de Zuera (323), Remolinos (322) y Alagón (354).

Sólo en las amplias y potentes terrazas del Gállego es posible la existencia de acuíferos importantes. Los pozos existentes explotan intensivamente dichos acuíferos con caudales elevados y persistentes. Hacia el E. y N. las posibilidades hidrogeológicas se reducen al mínimo: primero, por la falta de estructuras, y segundo, por la litología que dificulta considerablemente la infiltración y por el aumento de salinidad del agua.

*Esta memoria explicativa ha sido redactada por:*

**J. Quirantes Puertas**

## BIBLIOGRAFÍA

- ALASTRUE, E., ALMELA, A., RÍOS, J. M. (1957): «Explicación del mapa geológico de la provincia de Huesca, I. G. M. E.».—Madrid.
- ALMELA, A. (1962): «Tectónica yesífera de la cuenca del Ebro. Tema 6», I Col. Intern. de las O. P. en los terrenos yesíferos.—Madrid.
- BOMER, B. (1957): Vallées du Gállego et de l'Ebro». Liv-guide. Exc. Pyrénées, V. Congres. Inst. Inqua. pp. 90-107. Madrid-Barcelona.
- BOMER, B. (1957): «Les terrasses du Gallego». Inqua. V. Congres. Int. Livret guide de l'excursion Pyrénées. pp. 93-99. Madrid-Barcelona.
- CASAS TORRES, J. M. (1952): «Unidad y variedad geográfica del Valle del Ebro». Pub. Univ. Intern. Menéndez Pelayo.—Santander.
- DANTIN CERECEDA, J. (1940): «El endorreísmo aragonés». Las saladas de Sástago. (Zaragoza). Trabajo presentado en diciembre de 1940 al Congreso de Ciencias, celebrado por la Asociación Española para el progreso de las Ciencias en Zaragoza.

- FERRER, M., MENSUA, S. (1956): «Las formas de relieve del centro de la Depresión del Ebro». Geographica núm. 9-12, pp. 107-109.—Zaragoza.
- GAIBAR PUERTAS, C. (1965): Variaciones en profundidad del zócalo paleozoico en la región central del Prepirineo y la depresión del Ebro». Actes de Quatrieme Congr. Intern. d'Etud. Pyrénéennes. T. I., section I, pp. 61-69. Pau-Lourdes. Toulouse.
- GARCÍA SAINZ, L. (1939). «Los principales rasgos morfológicos del Ebro Medio». Las Ciencias (Anales para el progreso de las Ciencias), año IV, núm. 3, pp. 528-538.—Madrid.
- GARCÍA SIÑERIZ, J. (1953): «Investigación hidrológica de los Monegros». Mem. IGME, T. V., pp. 127-160.—Madrid.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1949): «Las Bardenas Reales». Rasgos fisiográficos y geológicos. Príncipe de Viana núm. 37, pp. 427-440.—Pamplona.
- LLAMAS MADURGA, M. R. (1959): «Estudio geológico-técnico de los terrenos yesíferos de la cuenca del Ebro y de los problemas que plantean en los canales». Min. O. P., Serv. Geol. Bol. número 12, pp. 9-192.—Madrid.
- MALLADA, L. (1878): Descripción física y geológica de la provincia de Huesca». Mem. Com. Mapa Geol. de España. T. VI, pp. 439.—Madrid.
- MALLADA, L. (1882): Descripción general de la provincia de Huesca. Madrid. B. R. Soc. Geogr., XIII, pp. 22-49.—Madrid.
- MARÍN, A. (1945): «La depresión del Ebro». La tectónica y los yacimientos minerales. Bol. Inst. Geol. y Min. de España T. LVII, primer fascículo, pp. 1-59.—Madrid.
- PINILLA NAVARRO, A. (1966): «Estudio sedimentológico de la zona aragonesa de la cuenca terciaria del Ebro. Mem. Doct. Univ. de Madrid (in lit.).
- QUIRANTES, J. (1965): «Nota sobre las lagunas de Bujaraloz-Sástago». Geographica, año XII, pp. 30-34.—Zaragoza, enero-diciembre 1965.
- QUIRANTES, J. (1966): «Calizas continentales criterios genéticos de clasificación». Act. Geol. Hisp., año I, núm. 2, pp. 15-18.—Barcelona.
- QUIRANTES, J. (1968): Estudio sedimentológico de las calizas del Terciario Continental del Ebro». Inst. Est. Asturianos, pp. 1-7.—Oviedo.
- QUIRANTES, J. (1966): «Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario Continental de los Monegros». Tesis Doctoral, Universidad de Granada (in lit.).
- RIBA, O. y LLAMAS, M. R. (1962): «Libro guía del viaje de estudio número 5 (Canales de la Violada, Monegros y Flumen)». I Coloquio Internacional sobre las obras públicas en los terrenos yesíferos, pp. 3-21.—Madrid.
- RUIZ ORDÓÑEZ, J. (1851): «Salinas de Castellar, cerca del Ebro». Rev. Min., T. II, pp. 627-632.—Madrid.
- SÁENZ, C. (1942): «Estructura general de la cuenca del Ebro». Estudios Geográficos núm. 7, pp. 249.
- SAVIRÓN, P. (1909): Turba de Villanueva del Gállego». Bol. de la R.S.E. de Hist. Nat. IX, pp. 240-244.—Madrid.
- SOLE SABARIS, L. (1953): «Terrazas cuaternarias deformadas en la cuenca del Ebro. Mem. R. A. Cienc. T. 31, núm. 7, pp. 239-259.—Barcelona.