

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

CASALARREINA

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por Compañía General de Sondeos, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas los siguientes técnicos superiores:

En Cartografía: J. M. Portero.

En Memoria: J. M. Portero y J. Ramírez del Pozo.

Los trabajos de laboratorio han sido realizados por M. J. Aguilar (Sedimentología) y por J. Ramírez del Pozo y M. C. Leal Martín (Micropaleontología).

Supervisión del IGME, T. Olaverri Capdevila.

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 - 33,388 - 1978

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

1 INTRODUCCION

La Hoja de Casalarreina se halla situada en el límite de las provincias de Logroño, Burgos y Alava, y en ella están representadas las comarcas naturales de la Rioja Alta y la Bureba, al Sur, y Valle del Ebro, al Norte.

Ambas comarcas están separadas por las alineaciones de los Montes Obarenes, que tienen orientación sensiblemente subparalela. Cada uno de estos elementos geográficos está en relación directa con las unidades geológicas existentes en la zona, como se verá a continuación.

Desde el punto de vista geológico, la Hoja está enclavada en el borde meridional de la «Cuenca Cantábrica» y en el extremo noroccidental del «Surco Terciario del Ebro-Rioja».

A la «Cuenca Cantábrica» corresponden los afloramientos mesozoicos y paleocenos, intensamente tectonizados, que constituyen los relieves de los Montes Obarenes-Sierra de Cantabria, así como el relleno continental de la Depresión Terciaria de Miranda-Treviño. Los sedimentos mesozoicos y paleocenos son de facies marina poco profunda y/o transicional. El Mesozoico tiene un espesor muy reducido en comparación con el de las áreas de máxima subsidencia (Surco Alavés y Anticlinal Vizcaíno), como corresponde a su situación paleogeográfica en el borde de la citada cuenca.

El «Surco Terciario del Ebro-Rioja» está constituido por los sedimentos continentales de edad Oligoceno-Mioceno, que afloran en los dos tercios meridionales de la Hoja y que constituyen, según O. RIBA (1954), el «Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba».

En la Hoja están representados el Triásico (Keuper), Jurásico (Lías),

Cretácico Inferior, Cretácico Superior, Paleoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno y Cuaternario, correspondiendo la mayor superficie de afloramientos al Oligoceno-Mioceno, que siempre tiene carácter continental.

Estructuralmente se distinguen tres áreas bien definidas, que son, de Norte a Sur, las siguientes (ver esquema tectónico de la Hoja):

- «Depresión Terciaria de Miranda-Treviño», en la que el Oligoceno continental se encuentra normalmente inclinado hacia el Norte, constituyendo el flanco Sur del sinclinal asimétrico de la Depresión, cuyo eje se sitúa al Norte de la zona estudiada.
- «Franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes», intensamente tectonizada. El Mesozoico y Paleoceno, así como los retazos de Oligoceno Inferior involucrados en los pliegues, cabalgan los materiales del Surco Terciario del Ebro-Rioja (Rioja Alta y Bureba), mediante un frente de orientación general Este-Oeste, cuyo salto se aproxima a los 4.000 metros.
- «Surco Terciario del Ebro-Rioja (Rioja Alta y Bureba)» («Depresión del Ebro»), que en conjunto forma un amplio sinclinal, algo replegado, entre los cabalgamientos de la unidad antes descrita y el de la Sierra de la Demanda. En el área ocupada por la Hoja sus materiales se encuentran poco trastornados, con buzamientos generales hacia el SO., que rara vez sobrepasan los cinco grados, excepción hecha de las zonas próximas al frente de cabalgamiento de los Montes Obarenes (Franja móvil), en donde las capas tienen fuertes buzamientos al Sur y en ocasiones se presentan invertidas.

Las explotaciones mineras carecen de importancia en el ámbito de la Hoja; tan sólo merecen la pena citarse las salinas existentes en Salinas de Herrera, que aprovechan las evaporitas del Keuper.

Actualmente se explotan calizas y dolomías mesozoicas, arenas albienses y campanienses, y gravas cuaternarias, de manera intermitente para las obras públicas y la construcción en general.

La Hoja ha sido realizada partiendo de una información estratigráfica y cartográfica de inestimable valor, constituida por los informes internos y mapas inéditos propiedad de CIEPSA, entre los que destacan por su calidad y precisión los trabajos realizados por el Doctor Oriol Riba Arderiu, Catedrático de Estratigrafía de la Universidad de Barcelona, y que para la Hoja de Casalarreina son los siguientes:

- (1954).—«El Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba».
- (1956).—«La Cuenca terciaria de Miranda-Treviño».
- (1957).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro».

Los dos primeros informes del Dr. Riba contienen una precisa cartografía geológica a escala 1:50.000, que ha sido de gran ayuda para la elaboración del mapa que acompaña la presente Memoria.

También hay que resaltar la recopilación de cartografía realizada por el Dr. O. SCHMIDT (1965), a escala 1:50.000, de los trabajos realizados por diferentes geólogos de CIEPSA (J. ASSENS CAPARROS, para la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes), que ha sido de gran utilidad en la cartografía del Mesozoico.

La Hoja de Casalarreina, perteneciente al bloque 5-8, así como las de Landaco (21-06), Elorrio (22-06), Vitoria (22-07), Salvatierra (23-07), La Puebla de Arganzón (22-08) y Eulate (23-08), de los bloques 5-6 y 5-7, ha sido realizada por Compañía General de Sondeos, S. A., utilizando un equipo de su Departamento de Geología, constituido por los geólogos J. Ramírez del Pozo, J. M. Portero, F. Carreras, P. del Olmo, A. Olivé, J. M. Martín Alafont, M. J. Aguilar y M. C. Leal Martín.

2 ESTRATIGRAFIA

Afloran sedimentos del Triásico, Jurásico, Cretácico Inferior, Cretácico Superior, Paleoceno, Oligoceno, Mioceno, Plioceno y Cuaternario.

El Triásico está representado por materiales plásticos del Keuper (excepcionalmente por rocas volcánicas) y aflora, generalmente con carácter diapírico, en la «Franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes». El techo del Triásico (Rethiense) se cartografía con el Lías Inferior y constituye una unidad calizo-dolomítica de edad Rethiense Sinemuriense Medio, que aflora siempre en íntima relación con el Keuper. Del Jurásico también aparece el Lías margoso (Sinemuriense Superior-Pliensbachense) de forma local en el cuadrante nororiental de la Hoja.

El Cretácico Inferior se sitúa en los núcleos anticlinales existentes en los Montes Obarenes y Sierra de Cantabria. El Valanginiense Superior-Hauteriviense arcilloso, en Facies Weald, se encuentra a modo de retazos aislados bajo las arenas de la «Fm. Utrillas», en la zona nororiental. La «Formación arenas de Utrillas» (Albiense y Cenomaniense más Inferior) reposa indiferentemente sobre Triásico, Lías o Facies Weald.

El Cretácico Superior está ampliamente representado en la mitad norte de la Hoja, reconociéndose la existencia de todos sus pisos; pero dada la casi constante naturaleza calcáreo-dolomítica de la serie, la separación cartográfica de los mismos es imposible, por lo que se hallan incluidos en unidades comprensivas.

El Paleoceno aflora en las mismas áreas que el Mesozoico, pudiendo distinguirse un Daniense dolomítico, un Montense en Facies Garumn y un Thanetiense calcáreo de facies marina somera.

El resto del Terciario (Oligoceno-Mioceno y Plioceno) está constituido por materiales de facies continental que afloran en dos cuencas distintas separadas por los relieves mesozoicos. En la más septentrional («Cuenca de Miranda-Treviño»), y por lo que respecta a la Hoja de Casalarreina, afloran sedimentos terrígenos y lacustres de edad Oligocena recubiertos mediante discordancia angular por los materiales también terrígenos y lacustres del Vindoboniense Superior y Pontiense. La meridional (Surco Terciario de la Rioja Alta y de la Bureba) se caracteriza por la presencia de evaporitas en las zonas centrales de la cubeta, dominando los terrígenos más o menos finos en toda la serie, cuya edad va desde el Oligoceno hasta el Vindoboniense Inferior. El Plioceno aflora en los Montes Obarenes-Sierra de Cantabria y al norte de dichos relieves, estando formado por series conglomeráticas.

El Cuaternario adquiere gran extensión y desarrollo en la zona oriental, donde hay extensos recubrimientos de aluviones y terrazas pertenecientes a los ríos Ebro y Oja. El resto de los cuaternarios separados en la Hoja se presentan como recubrimientos de pequeña extensión.

2.1 TRIASICO

2.1.1 KEUPER (T_{c3} y $T_{\omega c3}$)

Aflora en los núcleos anticlinales y normalmente recubierto por la «Formación arenas de Utrillas», siendo el contacto entre ambas unidades generalmente mecánico. Son siempre arcillas abigarradas con algunos yesos versicolores; normalmente blancos, dispuestos en filoncillos en ocasiones. No se debe descartar la presencia de sales en profundidad. En las arcillas abigarradas es frecuente la existencia de cuarzos bipiramidados incoloros y rojos (Jacintos de Compostela).

Ocasionalmente aparecen rocas de carácter subvolcánico (ofitas $T_{\omega c3}$), que están compuestas por piroxenos y plagioclasas con composición basáltica y textura ofítica, que afloran exclusivamente al norte de Pancorbo (X: 648.950; Y: 894.600).

La potencia de la unidad es muy difícil de medir, dado el carácter plástico de la misma, que la convierte en un importante nivel de despegue regional con acumulaciones diapíricas y adelgazamientos en todo el ámbito de la Cuenca Cantábrica.

2.2 TECHO TRIASICO Y JURASICO

El Jurásico de la Cuenca Cantábrica ha sido estudiado por diferentes autores, entre los que destacan LARRAZET (1896), KARRENBURG (1934), DHAM y MENSIK (1957) y RAMIREZ DEL POZO (1971), quien además estudia también el de las áreas próximas a la Hoja de Casalarreina.

El Sistema Jurásico del norte de España está representado por una secuencia carbonatada de facies marina. Todo o parte del Malm está constituido por depósitos clástico-terrágenos de facies no marina (Purbeckense).

En la Hoja de Casalarreina sólo afloran materiales pertenecientes al Lías debido a la intensa erosión acaecida durante las fases Neokimmérica y Aústrica. Ha sido estudiado en la columna de Salinas de Herrera (X: 667.004; Y: 892.055).

2.2.1 TECHO TRIASICO Y LIAS INFERIOR. RETHIENSE-HETTANGIENSE Y SINEMURIENSE INFERIOR Y MEDIO (T_{A33}-J₁₂²)

A la sedimentación del Keuper arcilloso- evaporítico sigue un tramo calizo-dolomítico, que se conoce en la literatura geológica regional como Infralías.

Normalmente esta unidad puede ser dividida en cuatro series, que de abajo a arriba son:

- Serie calcáreo-dolomítica inferior con dolomías vacuolares (carniolas).
- Serie de calizas microcristalinas, finamente dolomíticas, lajeadas, frecuentemente bituminosas (Rubané). Hettangiense Inferior.
- Serie calizo dolomítica superior, masiva, vacuolar con yeso o anhídrita en los huecos, que constituye la masa fundamental de las carniolas. Hettangiense Superior.
- Serie de calizas microcristalinas grises con Gasterópodos. Algunos bancos son oolíticos y otros arenosos. Sinemuriense Inferior-Medio.

En la columna de Salinas de Herrera se han reconocido las series superiores de calizas microcristalinas (Micritas y pelmicritas limosas) que contienen secciones de *Lingulina* gr. *pupa* (TERQ.), Ostrácodos, restos de Moluscos y restos de crinoides que se datan como Sinemuriense Inferior y Medio. El espesor aflorante es de 40-50 m. Por debajo se sitúan los tramos intensamente dolomitizados del Hettangiense.

2.2.2 LIAS SUPERIOR. SINEMURIENSE SUPERIOR-PLIENSBACHIENSE (J₁₂₋₁₃³⁻⁰)

Sobre la serie calizo-dolomítica del Lías Inferior se sitúa una alternancia de calizas arcillosas y margas hojosas de tonos grises (amarillentos por alteración), estratificadas en capas decimétricas. Las calizas son micritas arcillosas que contienen secciones de *Lingulina* gr. *pupa* (TERQ.), *Astacolus* sp., *Dentalina* sp., *Marginulina* sp., Ostrácodos, Crinoideos y Gasterópodos.

En los levigados se han encontrado los siguientes microfósiles: *Lingulina pupa* (TERQ.), *Astacolus rectalunga* (BRAND), *A. prima* D'ORB, *Fron-*

dicularia bicostata D'ORB, *Marginulina prima* D'ORB, *Dentalina terquemi* D'ORB, *Nodosaria cf. fontinesis* TERQ., *Procytheridea vermiculata* APOSTOLSECU, *Lenticulina* sp., Gasterópodos y Crinoideos en los niveles inferiores, que definen un Sinemuriense Superior. En los términos más altos se han determinado *Lingulina pupa* (TERQ.), *Lingulina tenera* BORN., *Fron-dicularia bicostata* D'ORB., *Astacolus tenuistriata* (BORN.), *Hungarella amal-thei* (QUENST.), *H. contractula* (TRIEB.), *Marginulina prima* D'ORB, *Robulus* sp., *Astacolus* sp., Braquiópodos, Pectínidos y Crinoideos, que confieren una edad Pliensbachiense al techo de la unidad.

En la columna de Salinas de Herrera se han medido unos 30 metros de esta serie, que yace bajo sedimentos de Facies Weald y/o Facies Utrillas.

2.3 CRETACICO

Sobre los materiales del Lías o sobre los del Keuper, según las zonas, se apoyan indiferentemente las series terrígenas pertenecientes a la Facies Weald o a la Formación Arenas de Utrillas, faltando en todo el ámbito de la Hoja los afloramientos correspondientes al Dogger marino, Malm-Berriasiense y Valanginiense Inferior-Medio, en Facies Purbeck, y el Barremiense, en Facies Weald. Esta laguna estratigráfica se debe a las fases Neokimmérica y Aústrica.

En la Hoja están representados, además, sedimentos pertenecientes al Cenomaniense, Turoniense, Coniaciense, Santoniense, Campaniense y Mastrichtiense.

En todas las series del Cretácico Superior de la Sierra de Cantabria y Montes Obarenes hay dos hiatos a lagunas estratigráficas, una de pequeña intensidad, a techo del Cenomaniense, y otra entre Turoniense y Coniaciense, que afecta a la parte superior del primero e inferior del segundo.

El Weald de la Cuenca Cantábrica, en general, ha sido estudiado por GONZALEZ LINARES (1876), MENGAUD (1920), SAENZ GARCIA (1932), LAMARE (1936), CIRY (1940), SCHRIEL (1945), RAMIREZ DEL POZO (1969 y 1971), AGUILAR y RAMIREZ (1968).

Entre los trabajos sobre el Albiense destacan sobre todos los de RAT (1959) y AGUILAR (1967, 1971 y 1975).

El Cretácico Superior de la Cuenca ha sido tratado por numerosos autores, como CAREZ (1881), LARRAZET (1896), MALLADA (1904), MENGAUD (1920), CIRY (1940), RIOS, ALMELA y GARRIDO (1945), CIRY y MENDIZABAL (1949), FEUILLEE (1961), WIEDMANN (1964) y RAMIREZ DEL POZO (1971).

El Cretácico de la Hoja ha sido estudiado en las columnas de Salinas de Herrera (X: 667.004; Y: 892.055), Foncea (X: 654.020; Y: 892.010), Pan-corbo (X: 647.032; Y: 892.082) y Arroyo San Miguel (X: 658.096; Y: 894.057).

2.3.1 VALANGINIENSE SUPERIOR Y HAUTERIVIENSE EN FACIES WEALD (C_{w12-13}³⁻⁰)

Esta unidad aflora exclusivamente en las áreas diapíricas de Salinas de Herrera, situadas en el extremo NE. de la Hoja. En dichas zonas reposa indiferentemente sobre el Keuper, Lías calizo, o Lías margoso, un delgado nivel de arcillas rojas y verdes (variadas), que se presentan siempre muy cubiertas y son el yacente de las Arenas de Utrillas.

En zonas próximas de la Hoja colindante de Haro (Anticlinal de Ocio) afloran 50 m. de arcillas perfectamente correlacionadas con las descritas, que contienen una microfauna de Charáceas y Ostrácodos muy bien conservada, habiéndose determinado:

- Cypridea dolobrata* (ANDERS)
- C. paulsgrovensis* (ANDERSON)
- C. menevensis* (ANDERS)
- C. tuberculata* (SOWERBY)
- C. dorsispinata* (ANDERSON)
- Darwinula leguminella* (FORBES)
- Cyprione oblonga* (ROEMER)
- Neocytheridea bononiensis bononiensis* (JONES)

entre otras especies.

La microfauna citada da a esta serie arcillosa una edad Valanginiense Superior-Hauteriviense.

2.3.2 ALBIENSE Y CENOMANIENSE INFERIOR «FORMACION ARENAS DE UTRILLAS» (C₁₆₋₂₁⁰⁻¹)

Las arenas de Utrillas afloran en los núcleos anticlinales existentes en la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes. Reposan mediante discordancia erosiva (Fase Aústrica) sobre el Weald, Lías margoso, Lías calizo o Keuper, según las zonas.

La unidad está constituida por una serie clástico terrígena de naturaleza arcósica, en la que predominan fundamentalmente las arenas, a veces conglomeráticas, con cantos de cuarzo lácteo y cuarcitas, con escasas intercalaciones arcillosas y algunas areniscas al techo, que pueden contener glauconita. Destacan los estratos lenticulares y otros con estratificación cruzada y hay costras ferruginosas en el techo de algunos estratos. Es total la ausencia de fósiles, que puedan caracterizar el medio de sedimentación.

El constituyente principal de las arenas es el cuarzo, de procedencia generalmente plutónica, pudiendo existir fracciones de cuarzo metamórfico

granítico de cuarcitas y sílex. También abundan los feldespatos exclusivamente potásicos, que se encuentran desigualmente meteorizados (AGUILAR, 1971).

La edad de la «Formación Arenas de Utrillas» en la Hoja de Casalarreina se asigna por el conocimiento regional a partir de las unidades infra y suprayacentes, pudiéndose justificar el que llegue al Cenomaniense Inferior por la aparición de areniscas calcáreas y dolomías arenosas marinas, con glauconita, y excepcionalmente con moldes de Orbitolinas, al techo de la serie.

La potencia oscila en el área estudiada entre los 150 y los 200 metros.

2.3.3 CENOMANIENSE (C₂₁¹⁻³)

Sobre la unidad anteriormente descrita descansan en toda la Hoja de Casalarreina un conjunto de calizas, calizas arenosas, calcarenitas y dolomías más o menos arenosas de tonos grises y beige, estratificadas en capas de 0,5 a 2 m. de espesor. Son micritas, biomicritas, intrabiomicritas, biopelmicritas, dolomicritas, dolesparitas, en ocasiones arenosas, que contienen secciones de *Orbitolina* gr. *concava* (LAMARCK), *Orbitolina conica* (D'ARCH), *Daxia cenomana* CUVILL. y SZAK, *Praealveolina simplex* REICHEL, *P. cretacea brevis* REICHEL, *P. cretacea tenuis* REICHEL, *P. iberica* REICHEL, *Ovalveolina ovum* D'ORB, *Nezzazzata simplex* OMARA, *Neomeris pfenderae* KONISHI y EPIS, *Cuneolina pavonia* D'ORB, *Dicyclina schlumbergeri* MUN.-CHALM., *Trocholina alpina* LEUP., *Vidalina hispanica* SCHLUMB., *Marsonella* sp., *Quinqueloculina* sp., *Boveina* sp., *Aciculina* sp., Políperos, Briozoos, Rudistas, Ostrácodos, Gasterópodos, etc. Por los microfósiles citados se le asigna edad Cenomaniense.

Ocasionalmente, como ocurre en la columna de Pancorbo, el Cenomaniense (C₂₁¹⁻³) puede comenzar con un nivel de margas grises con tramos nodulosos.

La potencia oscila entre los 50 m. (Foncea) y los 100 m. (Pancorbo).

2.3.4 TURONIENSE INFERIOR (C₂₂¹)

Se define en todas las secciones estratigráficas por un delgado nivel de unos 15 metros de espesor de calizas microcristalinas nodulosas, brechiformes, ocasionalmente arcillosas, entre las que se intercala algún nivelito de margas grises, que sobre el terreno dan origen a una zona deprimida dentro de la serie calizo-dolomítica del Cretácico Superior. Son biomicritas con *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), *P. ovalis* (KAUFFMANN), *Hedbergella paradubia* (SIGAL), *Pseudoclavulina brayi* COLOM, *Heterohelix* sp., *Tritaxia* sp., *Spiropectamina* sp., *Lenticulina* sp., *Marssonella* sp. Briozoos, Equinodermos y Ostrácodos. Por la presencia de *H. paradubia* debe

datarse como Turoniense Inferior, que se define perfectamente en todas las secciones, lo que no ocurre con el resto del piso, por lo que es posible que el Turoniense Medio y Superior se vean afectados por una laguna estratigráfica parcial.

2.3.5 TURONIENSE MEDIO A SANTONIENSE MEDIO (C²⁻²₂₂₋₂₄)

Está constituido por un potente conjunto de calizas y calcarenitas más o menos dolomitizadas y dolomías de tonos blanquecinos beige y amarillentos.

En esta unidad resulta muy difícil hacer divisiones, tanto cronoestratigráficas como litológicas. De modo general, predominan las calizas microcristalinas (biomicritas, intrabiomicritas y biopelmicritas) en la base de la serie y las calizas dolomíticas y dolomías (micritas dolomitizadas, dolomías cristalinas y dolosparitas) en el techo, aunque en ocasiones (Columna de Foncea) la dolomitización es muy intensa en todo el conjunto.

Las láminas delgadas contienen secciones de *Pithonella sphaerica* (KAUFFMANN), *Idalina antiqua* D'ORB, *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Montcharmontia apenninica* DE CASTRO, *Spirocyclina choffati* MUN.-CHALM., *Cuneolina pavonia* D'ORB., *Quinqueloculina* sp., *Tritaxia* sp., *Spiroplectamina* sp., *Marssonella* sp., *Glomospira* sp., *Dictyopsella* sp., Rudistas, Gasterópodos y restos de Moluscos.

La potencia total oscila entre los 150 y 200 metros.

Como se ha indicado anteriormente, la definición del Turoniense Medio y Superior, así como la del Coniaciense Inferior, resulta problemática en algunos cortes, mientras que en otros se ha detectado su existencia, aunque se presenta la serie muy reducida, lo que nos lleva a pensar en una posible condensación de capas o laguna estratigráfica, que por otra parte ha sido observada en numerosos puntos de la Cuenca Cantábrica.

2.3.6 SANTONIENSE SUPERIOR (C³₂₄, Cs³₂₄ y Cc³₂₄)

Por encima de la serie calizo-dolomítica, antes descrita, se sitúa generalmente un tramo de dolomías arenosas, que ocasionalmente contienen cantos de cuarzo de hasta medio centímetro y lentejones de arenas. Normalmente presentan tonos amarillentos y rosados (C³₂₄). Contienen *Lacazina elongata* MUN.-CHALM., Briozoos, restos de Equinodermos, restos de Crinoideos y restos de Moluscos.

La potencia oscila entre 45 m. (Arroyo San Miguel) y 60 m. (Salinas de Herrera).

En el cuadrante NO. se han diferenciado dos tramos litológicos dentro del Santoniense Superior, debido a la presencia de una intercalación calcárea. En la base aparece un conjunto de 40 m. de espesor de arcillas, are-

niscas calcáreo-dolomíticas y dolomías muy arenosas de tonos amarillentos, beige y rojizos que contienen *Lacazina elongata* MUN.-CHALM. (C_{24}^3). A continuación viene un conjunto de calizas microcristalinas, recristalizadas y calizas arenosas de tonos marrones y gris oscuro (biomicritas, calizas cristalinas y arenosas) con secciones de *Rotalina cayeuxi* DE LAPP., *Pseudovalvulineria* sp., *Quinqueloculina* sp., *Cibicides* sp., *Marssonella* sp., *Dorothia* sp., *Lithothamnium* sp., y «*Microcodium*» sp., que se ha distinguido en la cartografía con la sigla C_{24}^3 , y cuyo espesor no sobrepasa los 60 metros.

2.3.7 CENOMANIENSE INFERIOR A SANTONIENSE INFERIOR

(C_{21-24}^{1-1})

Esta unidad comprensiva aparece exclusivamente en el cuadrante NO. de la Hoja, junto con las margas (C_{24}^2) y calcarenitas (C_{24}^{2-3}) que se describen en los apartados siguientes. El Cretácico Superior en esta zona presenta facies de transición hacia las existentes en el NO. de Burgos.

La unidad viene definida de muro a techo por una sucesión de calizas más o menos dolomíticas con *Prealveolina*, a las que siguen calcarenitas con Miliólidos, calizas, calizas arcillosas y microcristalinas, terminando la serie con calcarenitas amarillentas que presentan una superficie limonítica en el techo. El espesor total es de unos 200 metros. Se data como Cenomaniense a Santoniense Inferior por la perfecta correlación de esta secuencia caliza con las columnas realizadas en las Hojas vecinas de Miranda de Ebro (21-08) y Oña (20-28).

2.3.8 SANTONIENSE MEDIO (C_{24}^2)

Constituido por un banco de unos 30-40 m. de espesor de margas grises y amarillentas que descansan sobre la formación antes descrita. Sin duda, son equivalentes de las margas de *Micraster* de la zona de Oña y Tesla (Hoja 20-07), por lo que se les asigna el Santoniense Medio.

2.3.9 SANTONIENSE MEDIO-SUPERIOR (C_{24}^{2-3})

La formación se compone de calcarenitas generalmente gruesas y siempre de tonos ferruginosos con *Lacazina elongata* MUN.-CHALM., y ocasionalmente niveles de Rudistas. Son frecuentes los niveles de arenas, sobre todo en la parte alta de la unidad, mientras que en la base se intercalan capas de margas amarillentas semejantes a las del Santoniense Medio (C_{24}^2). Aflora en las mismas áreas que el Cenomaniense Inferior-Santoniense Inferior (2.3.7) y su potencia oscila alrededor de los 80 metros.

2.3.10 CAMPANIENSE (C₂₅)

Aflora constituyendo zonas blandas y deprimidas entre las dolomías arenosas del Santoniense Superior y las series calizo-dolomíticas del suprayacente, ya que generalmente son arenas sueltas blanquecinas y rojizas de facies «utrilloide», con intercalaciones de arcillas más o menos arenosas, varioladas y marrones, y niveles de areniscas calcáreas. Estos sedimentos son normalmente azoicos, habiéndose reconocido la presencia de *Trochammina* sp. en uno de los levigados. En algunos cortes (Salinas de Herrera) aparecen intercalados en el techo pequeños bancos de calizas con fragmentos de Rudistas, que presentan superficies limonitizadas. Son biomicritas y micritas y dismicritas arenosas con *Rotalia cayeuxi* DE LAPP., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Montcharmontia appenninica* DE CASTRO, *Cladocoropsis mirabilis* FELIX, *Quinqueloculina* sp., *Ophtalmidium* sp., Ostrácodos, Charáceas y restos de Rudistas que definen un posible Campaniense.

La potencia oscila alrededor de los 40 metros.

2.3.11 CAMPANIENSE-MAASTRICHTIENSE (C₂₅₋₂₆)

Aflora exclusivamente en el extremo NE. de la zona estudiada (Salinas de Herrera), en donde está constituido por una serie de 70 m. de espesor de calizas blanquecinas de aspecto lacustre, calizas arenosas pisolíticas con intercalaciones de margas blancas y rosadas, arenas y areniscas y brechas de bloques calcáreos con matriz areniscosa. Las calizas son micritas y biomicritas normalmente arenosas, que contienen *Rotalia cayeuxi* DE LAPP., *Nummofallotia cretacea* (SCHLUMB.), *Vidalina hispanica* (SCHLUMB.), *Quinqueloculina* sp., Ostrácodos, Rudistas y Gasterópodos en la base. Hacia la parte media y alta dominan las micritas y biomicritas arenosas y pisolíticas con *Microcodium*, calcificaciones algales, oogonios de Charáceas, Gasterópodos y Ostrácodos.

Aunque la microfaua encontrada no es muy representativa, se le asigna edad Campaniense (niveles inferiores) y Maastrichtiense (niveles medios y superiores), atendiendo a la de las unidades infra y suprayacentes y por el conocimiento regional.

En la columna de Arroyo San Miguel no aparece esta formación debido a que las dolomías y brechas dolomíticas del Maastrichtiense más superior y Daniense (C₂₆-T₁₁^A) reposan mediante una suave discordancia sobre términos más antiguos, llegando a apoyarse directamente sobre el Campaniense arenoso (C₂₅).

2.4 CRETACICO TERMINAL Y PALEOCENO

Los sedimentos correspondientes al Cretácico Terminal y Paleoceno afloran con pequeña extensión en la vertiente norte y relieves orientales de la zona de los Montes Obarenes y Sierra de Cantabria enclavada en la Hoja de Casalarreina. Se trata de sedimentos claramente regresivos con intercalaciones continentales (Montiense) seguidas de invasiones marinas (Thanetiense).

La datación de las diferentes unidades se basa principalmente en el conocimiento regional y comparación con áreas cercanas de estratigrafía bien conocida, ya que la microfauna es escasa y poco determinativa.

Ha sido estudiado en las columnas de Arroyo San Miguel (X=658.096; Y=894.057) y Salinas de Herrera (X=667.004; Y=892.055).

2.4.1 MAASTRICHTIENSE-DANIENSE (C_{26} - T_{11}^A)

Constituido por un conjunto de dolomías y dolesparitas de tonos grises, beige y marrones, ocasionalmente brechoides, de espesor muy variable, comprendido entre los 15 m. (Arroyo San Miguel) y los 70 m. (Salinas de Herrera). En ocasiones puede aparecer en la base una brecha de cemento dolomítico, que engloba grandes bloques de calizas microcristalinas de las series infrayacentes. Estas brechas o dolomías se sitúan discordantes sobre las calizas pisolíticas (C_{25-26}) o las arenas campanienses (C_{25}), según las zonas.

2.4.2 MONTIENSE EN FACIES GARUMN (T_{12}^A y Tc_{12}^A)

Sobre las dolomías antes descritas aflora una serie de arcillas más o menos calcáreas, de tonos verdosos, azoicas, con intercalaciones de calizas arcillosas y microdolomías blanquecinas que contienen grandes Ataxophragmiidae y Ostrácodos. Las arcillas verdosas representan una Facies Garumn típica que se data como Montiense por la edad de las unidades infra y suprayacentes. Se han diferenciado en la cartografía las calizas arcillosas y microdolomías blanquecinas (Tc_{12}^A), cuando éstas adquieren suficiente espesor y desarrollo.

La potencia varía bastante, habiéndose medido 25 metros en Arroyo San Miguel, mientras que en la zona oriental de la Hoja y en los afloramientos situados en las zonas altas de la Sierra de Cantabria (X=663.500; Y=891.700) en donde se han separado los niveles calizos Tc_{12}^A , se sobrepasan los 60 metros.

2.4.3 THANETIENSE (T₁₃^A)

En la columna de Arroyo San Miguel comienza por una serie de areniscas calcáreas con cantos de cuarzo y dolomías arenosas, a las que siguen calizas arenosas y calcarenitas beiges bien estratificadas en capas de 0,5 a 1 m. de espesor (biomicritas, intrabiosparitas arenosas con oolitos y biomicritas arenosas), en las que se han determinado *Distichoplax biserialis* DIETRICH, *Lithoporella melobesioides* ELLIOTT, *Cuvillierina eocenica* DEBOURLE, *Rothalia trochidiformis* LAMARCK, *Biloculina* sp, *Glomospira* sp, *Quinqueloculina* sp, *Lockartia* sp, *Amphiroa* sp, *Cibicides* sp y *Lithothamnium* sp, que definen un probable Thanetiense.

Al SE. de Bugedo (X=656.750; Y=893.600) aparecen términos más altos, también de edad Thanetiense, constituidos por areniscas calcáreas y calizas muy arenosas con Miliólidos.

La potencia visible del Thanetiense, dentro de la Hoja de Casalarreina, varía entre 30 y 70 metros, si bien no puede ser estimada con exactitud debido a los procesos erosivos preoligocenos que biselan la serie paleocena.

2.5 TERCIARIO CONTINENTAL

El Terciario Continental de la Hoja de Casalarreina se encuentra rellenando dos cuencas diferentes, separadas por las alineaciones mesozoicas de los Montes Obarenes y Sierra de Cantabria, que son la Cuenca de Miranda-Treviño (al Norte) y la Cuenca del Ebro-Rioja (al Sur).

Los principales afloramientos, dentro de la Hoja, son los de la Cuenca del Ebro-Rioja (Rioja Alta y Bureba).

Los datos estratigráficos, tectónicos y gran parte de los paleogeográficos han sido tomados de los trabajos realizados por O. RIBA (1954, 1956 y 1957) sobre el Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba, Cuenca de Miranda-Treviño y Terciario continental de Ebro, a los que se han sumado las secciones estratigráficas levantadas por nosotros, así como las observaciones de campo realizadas durante la cartografía.

2.5.1 CUENCA TERCIARIA DEL EBRO-RIOJA (RIOJA ALTA Y LA BUREBA)

Se trata de una amplia depresión muy subsidente durante el Oligoceno y Mioceno (la sismica ha revelado espesores de Terciario continental del orden de 4.000 m.), limitada por dos importantes frentes de cabalgamiento: el de los Montes Obarenes-Sierra de Cantabria, vergente al Sur y situado en el Norte, y el de las Sierras de La Demanda y Cameros, situado al Sur y vergente hacia el Norte. La Hoja de Casalarreina se sitúa en el borde Norte de la cuenca, en las proximidades del cabalgamiento citado en primer lugar.

Las facies principales que se encuentran en la Hoja de Casalarreina, tanto en superficie como en profundidad, son las siguientes:

Facies de Nájera:

No aflora, pero se sitúa bajo la Facies de Haro, al este de la Hoja, y cambia lateralmente a la facies de Pancorbo. Se caracteriza por el colorido rojo vinoso de las arcillas, areniscas y conglomerados que la constituyen.

Facies de Haro:

Areniscas y arcillas de tonos ocres y amarillentos, que posiblemente y en parte cambian a la facies de Pancorbo y en su techo mediante una *Facies de transición* a las arcillas y margas grises de la Facies de Altable.

Facies de Altable:

Constituida por margas y arcillas grises con intercalaciones de arenas. Hacia el Oeste se va cargando progresivamente en yeso, para pasar a la unidad que describimos a continuación mediante una *Facies intermedia*.

Facies de Cerezo:

Es cambio lateral de la Facies de Altable. En ella dominan los yesos de variada naturaleza, que siempre tienen tonalidades grises.

Facies de Pancorbo:

Arcillas margosas rojas, con calizas en la base y conglomerados (conglomerados marginales).

Muchas de estas unidades presentan variaciones de facies sobre todo hacia los bordes de la cubeta (proximidades de Cabalgamiento de los Montes Obarenes), donde se cambian los materiales finos por areniscas y conglomerados.

Estas facies se han estudiado en las columnas de Barranco de Silanes (X=641.071; Y=893.071), Altable-Treviana (X=651.081; Y=884.045), Fonza-leche (X=654.005; Y=885.042) y Valluércanes (X=646.070; Y=885.082).

2.5.1.1 Conglomerados marginales. Sannoisiense-Stampiense (T_{C31-32}^{A-A})

Se trata de conglomerados de bolos y cantos de calizas mesozoicas, con matriz arenosa y limolítica y cemento calcáreo, que se caracterizan por su marcado color rojizo y se presentan en grandes masas homogéneas, algo discordantes sobre el Mesozoico de los Montes Obarenes e involucrados en el plegamiento general de la Sierra. El espesor de estos conglomerados es

muy difícil de medir debido a que nunca afloran completos y a los cambios laterales a los terrigenos finos de la Facies de Pancorbo.

2.5.1.2 Facies de Pancorbo. Stampiense-Chatienne-Aquitaniense

y Burdigaliense (T_{c32-12}^{A-B})

Aflora al este de la Hoja y en un ojal en los alrededores de Foncea (X=653.257; Y=890.395).

La unidad se ha definido en el corte del Barranco de Silanes, en donde aflora una serie (muy recubierta), que de muro a techo es como sigue:

- Más de 50 m. de calizas lacustres, alternantes con margas y/o arcillas margosas rojas. Las calizas son micritas y biomicritas, con calcificaciones algales, restos de Charáceas y Gasterópodos. Los levigados han proporcionado: *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB., *Sphaerochara hirmeri* (RASKY), MADLER var. *longiuscula* GRAM. y PAUL, *Rabdochara major* GRAM. y PAUL, *R. praelangeri* GRAMB., *Chara microcera* GRAMB. y PAUL, *Candona praecox* STRAUB., *Eocytheropteron* sp., *Elkocythereis* sp. y *Gasterópodos*.
- Siguen 1.540 metros de arcillas margosas rojas, con algunas capas grises y con arenas y limos hacia la base. En los niveles inferiores se ha reconocido la presencia de *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB., *Chara cylindrica* GRAMB., *Rabdochara major* GRAMB. y PAUL, *R. praelangeri* GRAMB., *Eocytheropteron* sp., *Candona* sp., y *Elkocythereis* sp.
- 170 m. muy cubierto de arcillas margosas rojas estratificadas en capas delgadas con algún nivelito calizo y algún lentejón de yesos.
- 240 m. de arcillas margosas azul verdosas y grises con intercalaciones, cada vez más abundantes, hacia la base de arcillas margosas rojas. Las arcillas grises contienen *Sphaerochara* cf. *minutissima* GRAMB., *Tectochara* cf. *meriani* L. y N. GRAMB., *Chara notata* GRAMB., *Ch. cf. cylindrica* GRAMB., *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN, *Cyprideis* aff. *miocenica* LIENENKL, *Candona praecox* STRAUB y dientes de peces.

En las proximidades del cabalgamiento de los Montes Obarenes (bordes de la cubeta) y en el ojal de Foncea, los niveles inferiores pasan a ser más areniscosos y conglomeráticos. El espesor total visible de la unidad es del orden de los 2.000 metros.

2.5.1.3 Facies de Haro. Aquitaniense-Burdigaliense-Vindoboniense Inferior

(T_{c11-1j}^{Ba-Bb})

Está constituida por una alternancia de areniscas ocasionalmente calcáreas, limos calcáreos, arcillas margosas y arcillas de tonos amarillentos u

ocres, debido a que el hierro está en forma de hidróxidos y óxidos ferrosos. En las areniscas es frecuente encontrar estratificación cruzada y fenómenos de erosión local en su base, con relleno que fosiliza los canales abiertos en las arcillas. Son areniscas con abundancia de cuarzo y escasos feldespatos y micas.

Las principales variaciones dentro de la formación son debidas a la granulometría (porcentajes relativos de areniscas, ver mapa de litofacies O. RIBA, 1954).

También hay que destacar que en los alrededores de Cellorigo (X=656.405; Y=891.753) y en las proximidades del Mesozoico, existen intercalaciones de capas de un metro de espesor de conglomerados de cantos de calizas y cuarcita.

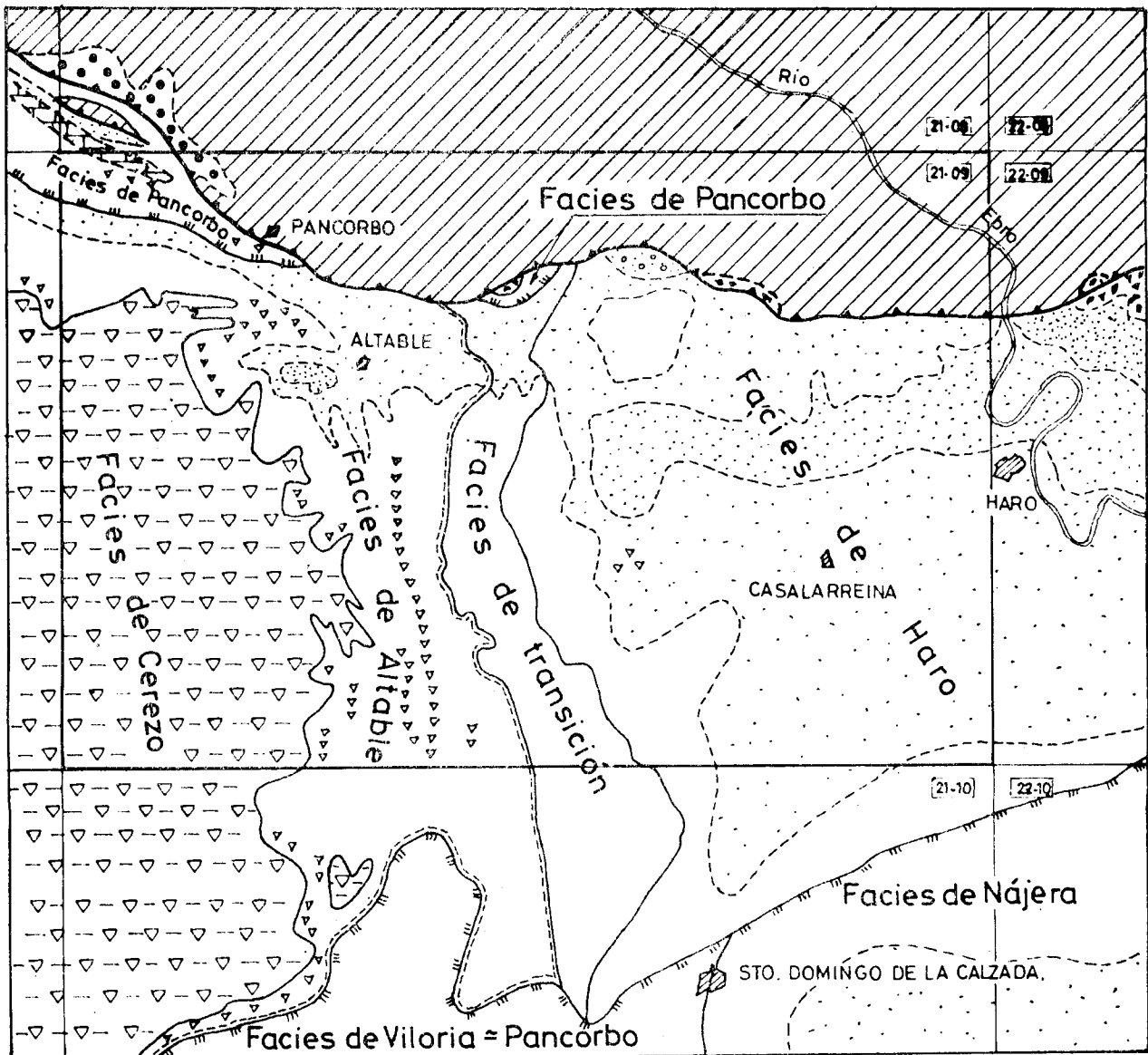
El espesor de la unidad disminuye hacia el Oeste, teniéndose un máximo de 350 metros al este de la Hoja y en Sajazarra sólo 200 m., más hacia el Oeste, en Foncea (X=653.257; Y=890.395) y Santa María Ribarredonda (X=641.648; Y=893.326), ha desaparecido la Facies de Haro, bien por cambio lateral a la Facies de Pancorbo o por extinción total y brusca.

La formación se caracteriza por la escasez de macro y microfauna. Se han determinado exclusivamente *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN. Por otra parte, en los alrededores de Cellorigo fue encontrado un molar de *Chilotherium*, que se data como probable Vindoboniense Inferior (CRUSSA-FONT, TRUYOLS y RIBA, 1966). Los argumentos paleontológicos no son muy concluyentes, por lo que la datación de la unidad es dudosa.

2.5.1.4 Facies de Transición. Burdigaliense-Vindoboniense Inferior (T_{c12-11}^{Ba-Bb})

A partir de la línea definida por Foncea, Fonzaleche (X=655.460; Y=886.621) y Ochanduri (X=656.230; Y=880.601) las capas de la Facies de Haro buzan de 2 a 4 grados hacia el Oeste y en sus términos superiores se van haciendo menos detríticas, teniendo cada vez más intercalaciones de arcillas margosas grises como resultado del cambio lateral hacia la Facies gris de Altable. Estas capas intermedias de cambio lateral han sido separadas en la cartografía denominándolas «Facies de Transición». Las arcillas grises contienen las siguientes especies de Ostrácodos y Charáceas: *Cyprideis* aff. *miocenica* LIENENKLAUS, *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN, *Candona praecox* STRAUS, *Chara notata* GRAMB., *Sphaerochara minutissima* GRAMB., y *Tectochara* cf. *meriani*, L. y N. GRAMB.


Estas capas de transición tienen un espesor variable debido a los cambios laterales de facies, pero no deben sobrepasar los 80 metros.




ESCALA 1:200.000

 Mesozoico y Terciario de Miranda


 Conglomerados masivos de las facies de Pancorbo

 Evaporitas (yesos). F. de Cerezo

ARENISCAS


 Areniscas en porcentajes menores del 10 % con respecto al resto de la formación

 id. del 10% al 19%

 id. del 20 al 29 %


 id. con porcentajes superiores al 30 %

CONGLOMERADOS


 Conglomerados en porcentajes comprendidos entre el 10 y el 19 %


 id. en porcentajes superiores al 20%


SIMBOLOS

 Contacto por discordancia angular

 Cabalgamiento

 Límite de facies

 Límite de las facies con arcillas margosas rojas

 Límite de las facies con margas grises

 Presencia de calizas

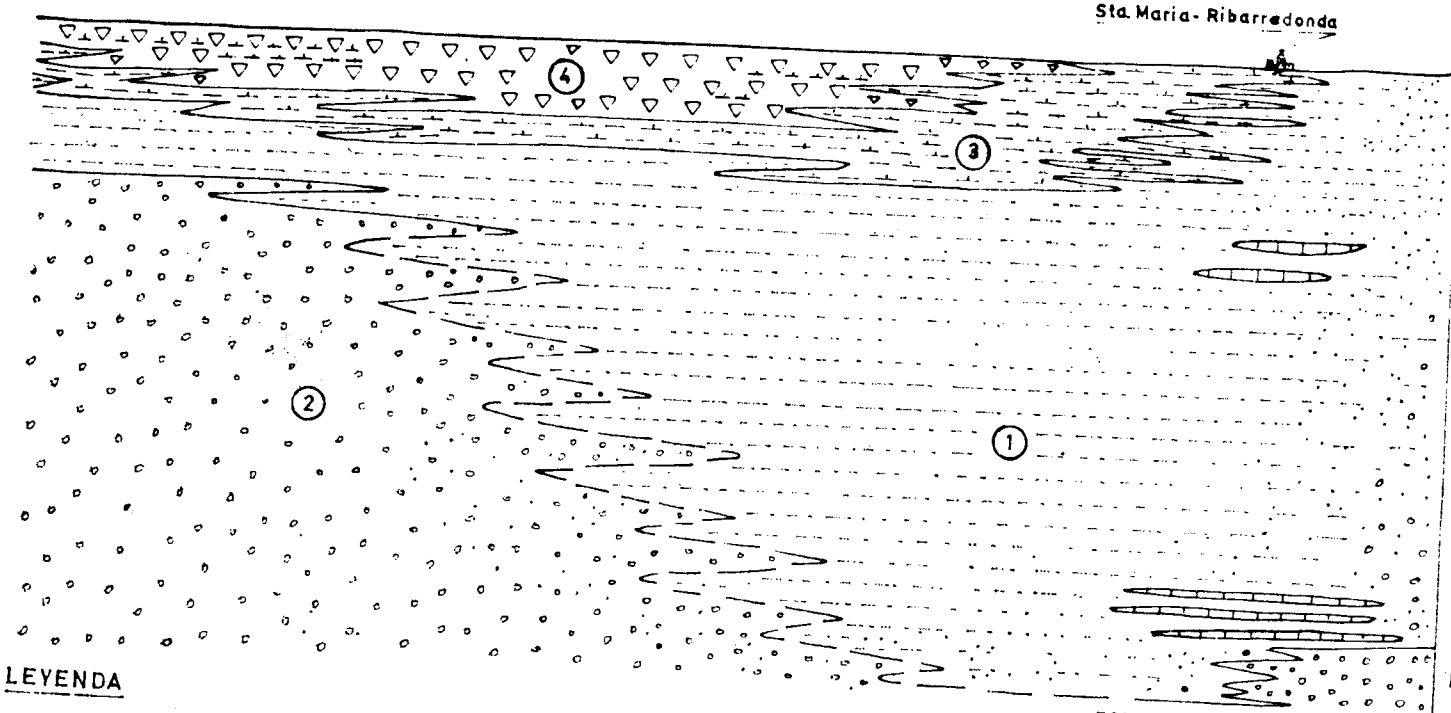
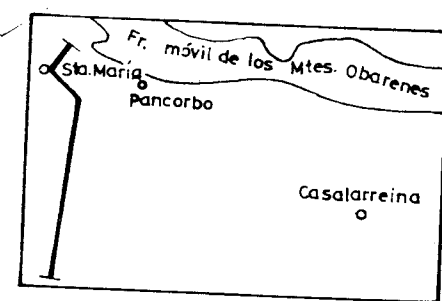
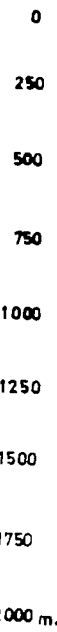
 Presencia de yesos

Figura 1.—Mapa de litofacies del Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba en la Hoja de Casalarreina y zonas próximas (según O. Riba).

S.

N.

Sta. Maria- Ribarredonda



ESCALA HORIZONTAL 1:100.000
 ESCALA VERTICAL 1:25.000

LEYENDA

- FACIES ROJAS**
 1.- Facies de Pancorbo
 2.- Facies de Najera
- FACIES GRISES**
 3.- Facies de Altable
 4.- Facies de Cerezo

- Yesos
- Calizas
- Margas
- Arcillas
- Arenas y areniscas
- Conglomerados

Figura 2.—Diagrama esquemático de litofacies del Terciario continental de la Bureba en el borde occidental de la Hoja.

2.5.1.5 Facies de Altable y Facies intermedia. Burdigaliense-

Vindoboniense Inferior (Tm_{c12-11}^{Ba-Bb} y Tmy_{c12-11}^{Ba-Bb})

Por aumento progresivo, hacia el Oeste, de la proporción de niveles de arcillas margosas grises de la Facies de Transición (2.5.1.4) se da origen a la Facies de Altable. La composición normal de la misma se encuentra entre Altable (X=650.031; Y=888.989) y Foncea (X=653.257; Y=890.395) en donde hay una alternancia irregular de margas arcillosas y arcillas grises deleznales, predominantes, y nivelitos o lajas de limos calcáreos compactos. Las areniscas son, en general, poco abundantes, excepción hecha de los bordes próximos a los Montes Obarenes (ver fig. 3), siendo lo más frecuente que se trate de arenas sueltas con estratificación cruzada y restos de plantas lignitizados (X=648.555; Y=888.248).

Las arenas son de grano de cuarzo anguloso, y la mica es relativamente abundante en los detriticos finos; es frecuente que contengan cristalitos de anhidrita alterada a yeso. En los levigados se han reconocido: *Chara notata* GRAMB. *Sphaerochara* sp, *Elkocythereis* aff. *bramletti* DICK y SWAIN, *Ostrácodo* sp I, *Ostrácodo* sp G. *Chara* sp, *Darwinula* sp, *Eocytheropteron* sp, *Candona* sp y dientes de Peces.

A medida que avanzamos hacia el Oeste las margas y arcillas grises de la «Facies de Altable» van cargándose progresivamente en yeso hasta tener una composición en la que éste es el elemento dominante, dando lugar a la «Facies de Cerezo». Se han delimitado en algunas zonas las capas de tránsito lateral entre ambas facies bajo el nombre de Facies intermedia (Tmy_{c12-11}^{Ba-Bb}), cuya composición puede resumirse como la de la Facies de Altable con niveles de yeso intercalados. En los levigados se han encontrado *Cypridopsis kinkelini* LIENENKL., *Cyprideis* aff. *miocaenica* LIEN. *Ostrácodos* sp, I., *Chara notata* GRAMB. y Opérculos.

2.5.1.6 Facies de Cerezo. Burdigaliense-Vindoboniense Inferior (Ty_{c12-11}^{Ba-Bb})

Está constituida por yeso predominante en bancos de espesores muy variables (desde milímetros a medio metro) que alternan con margas grises, frecuentemente yesíferas, del tipo de las de la Facies Altable. El yeso es tanto más abundante cuanto más hacia el Oeste nos encontramos, aumentando la proporción de margas hacia los bordes (hacia el Este), donde no es raro encontrar algún lecho arenoso en las proximidades de la indentación de la Facies de Cerezo conde Altable.

Esta facies evaporítica es rica en otras sales, como son la glauberita y mirabilita, explotadas fuera de la Hoja, al Sur, en Cerezo de Río Tirón, El yeso se presenta de muy diversas formas: fibroso, alabastrino, formando agrupaciones espáticas superficiales, etc.

La potencia máxima puede estimarse en unos 250 m.

2.5.2 CUENCA TERCIARIA DE MIRANDA-TREVIÑO

De modo general constituye una amplia depresión atravesada por el río Ebro y rodeada por una orla montañosa de terreno mesozoico y del Terciario bajo.

El Terciario continental forma un amplio sinclinal, siendo la cuenca marcadamente asimétrica, de forma que la potencia del flanco Sur es aproximadamente tres veces superior a la del Norte. El eje sedimentario de la Cuenca se ha ido desplazando lenta y progresivamente de Sur a Norte durante el Oligoceno y el Mioceno.

En la Hoja de Casalarreina está representado exclusivamente el borde (flanco) Sur de la citada cuenca, que se encuentra cerrada por los Montes Obarenes-Sierra de Cantabria, que la separan de la Cuenca Terciaria del Ebro-Rioja (2.5.1).

Afloran sedimentos del Oligoceno en facies lacustres y terrígenas rojas con areniscas y conglomerados, sobre las que reposan, mediante una clara discordancia angular, visible desde los alrededores de Bujedo (X=655.850; Y=895.350), materiales del Vindoboniense Superior y Ponticense, que a su vez están recubiertos por conglomerados que se datan como Pliocenos.

2.5.2.1 Serie terrígena roja. Oligoceno (T_{c3}^A , $T_{cg_{c3}}^A$, T_{sc3}^A)

Constituida por arcillas y arcillas margosas rojas, que alternan con bancos de conglomerados de cantos calcáreos y silíceos y matriz arenosa débilmente cementada por carbonatos ($T_{cg_{c3}}^A$), de los que se han separado algunos bancos en la cartografía. Ocasionalmente aparecen intercalaciones de areniscas de grano de cuarzo anguloso, algo micáceas y conglomeráticas (T_{sc3}^A), y calizas lacustres blanquecinas (T_{c3}^A), que también se han diferenciado sobre el mapa.

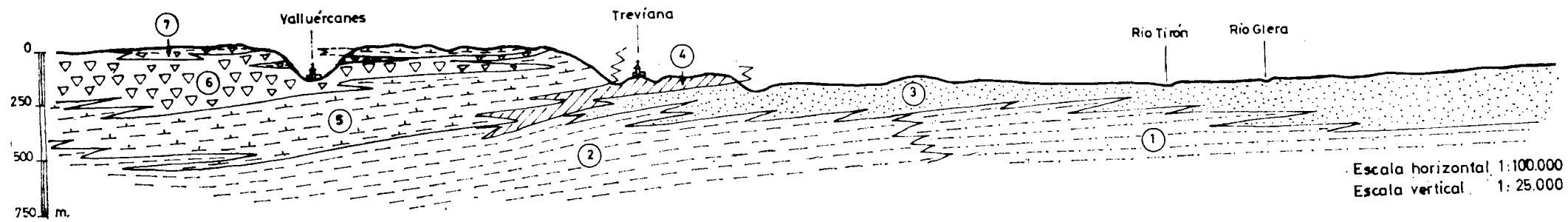
Esta unidad pasa lateralmente al conjunto de margas y calizas lacustres, que se describirá a continuación, y que ha sido datado como Oligoceno (Stampiense-Chattiense).

2.5.2.2 Serie lacustre. Oligoceno (T_{c3} y T_{c3}^A)








Definida por margas grises o blancas dominantes, en ocasiones algo anaranjadas, alternantes con niveles de calizas lacustres que se han representado en la cartografía (T_{c3}^A). En la zona que nos ocupa son frecuentes las intercalaciones de arcillas arenosas, areniscas calcáreas e incluso conglomerados, siendo raros los niveles de lignito.

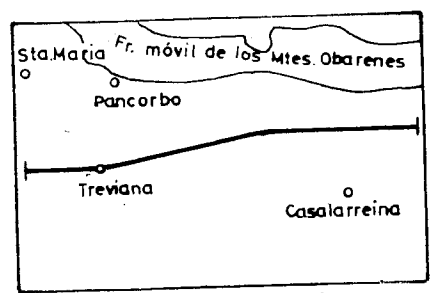
E.

O.



Escala horizontal 1:100.000
 Escala vertical 1:25.000

- 
 7 Facies de tránsito entre las de Altable y Cerezo. Evaporitas y margas
- 
 6 Facies de Cerezo. Yesos grises
- 
 5 Facies de Altable. Arcillas margosas grises. Arenas
- 
 4 Facies de tránsito entre las de Haro y Altable. Arcillas, arenas y areniscas. Niveles grises
- 
 3 Facies de Haro. Arcillas y areniscas ocre-grises
- 
 2 Facies de Pancorbo. Arcillas rojas, bancos de arenas
- 
 1 Facies de Nájera (no aflorante). Areniscas y margas rojas



Esquema de situación

Figura 3.—Corte esquemático E.-O. del Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba mostrando las relaciones espaciales entre las diferentes litofacies.

Las calizas (T_{c3}^A) son micritas arenosas y arcillosas y dismicritas limolíticas y arcillosas, normalmente azoicas. En los levigados se han reconocido *Candona* aff. *recta* LIEN., «*Cypris*» *tenuistriata* DOLLFUS, *Ostrácodo* sp. H. (*Limnocythere*), *Tectochara meriani* L. y N. GRAMB., *Rhabdochara major* GRAMB. y PAUL, *Sphaerochara hirmeri* (RASKY), MADLER var. *longiuscula* GRAMB. y PAUL, *Cyprideis* (Neocypriders), sp, *Candona* sp y fragmentos de Gasterópodos.

2.5.2.3 Serie roja. Vindoboniense Superior (T_{c11}^{Bc})

Constituida por un conjunto de arcillas y arcillas margosas rojas, en ocasiones arenosas, con banquitos de areniscas intercalados y niveles de conglomerados en su parte inferior, que tiene una potencia total de 70-80 m. Se sitúan mediante una clara discordancia angular sobre el Oligoceno, con un ángulo de divergencia de 70° en los alrededores de Bujedo (X=655.850; Y=895.350), y sobre Paleoceno en Arroyo San Miguel (X=659.100; Y=894.750).

En los levigados se han encontrado *Cyprideis* (*Neocyprideis*) sp. y *Chara* sp.

2.5.2.4 Facies Pontiense (T_{c12}^{Bc})

Se trata de una unidad netamente extensiva sobre el Vindoboniense Superior, al que desborda, llegando a situarse discordantemente no sólo sobre Oligoceno y Paleoceno, sino también sobre términos más antiguos del Cretácico Superior.

Viene definido por una alternancia de calizas lacustres con abundante materia orgánica (biomicritas) con Gasterópodos, Ostrácodos y oogonios de Charáceas, y margas blanquecinas en capas de 0,20 a 1 metro de espesor, destacándose un banco calizo más potente a techo de la formación. Los levigados han proporcionado *Planorbis*, *Hydrobia*, *Limnaea*, *Corbicula* y opérculos que definen al medio ambiente como salobre lacustre.

El espesor total es de unos 80-90 metros, coronando la serie un banco calizo compacto de 10 m. de potencia.

2.5.2.5 Plioceno (T_{c21}^B)

Sobre las calizas pontienses, en unos casos; sobre el Oligoceno o Paleoceno, en otros, se sitúan una serie de conglomerados con cantos y bloques de caliza y cuarzo, subredondeados con matriz arenosa y cemento calcáreo, que son el resultado de la erosión de los Montes Obarenes-Sierra de Cantabria a causa de los últimos impulsos de levantamiento, probablemente ocurridos durante el Plioceno.

2.6 CUATERNARIO

El cuaternario adquiere gran extensión en la zona oriental de la Hoja, en donde existen amplios recubrimientos de terrazas fluviales de los ríos Ebro y Oja.

2.6.1 PLEISTOCENO (Q_1G , Q_1T_1 , Q_1T_2 , Q_1T_3 , Q_1T_4 , Q_1T_5 y Q_1T_6)

Se han atribuido al Pleistoceno los siguientes tipos de depósitos.

Glacis (Q_1G)

Constituidos por bolos y cantos de calizas y cuarzo con matriz limolítica y arenosa, en ocasiones cementada por costras calcáreas. Estos recubrimientos forman delgadas películas que tienen cada vez más pendientes según nos aproximamos a los relieves, siendo los cantos más redondeados cuanto más alejados nos encontremos de los mismos. Los situados al norte de la zona estudiada presentan una cierta estratificación, tratándose de depósitos híbridos con otros de tipo fluvial.

Terrazas (Q_1T_1 , Q_1T_2 , Q_1T_3 , Q_1T_4 , Q_1T_5 y Q_1T_6)

Se han distinguido seis niveles de terrazas, que normalmente están constituidos por cantos y bolos de cuarzo y cuarcita subredondeados, englobados en una matriz arenosa y limolítica de tonos rojizos. Excepcionalmente los cantos son casi exclusivamente calizos en el nivel Q_1T_4 (próximo a los relieves mesozoicos) y la matriz tiene tonos ocres. Pertenecen a los ríos Aguanal, Tirón, Oja y Ebro.

2.6.2 HOLOCENO (Q_2Al , Q_2C , Q_2Cb , Q_2Cu , Q_2Tr)

Se han distinguido:

Aluviones y primera terraza (Q_2Al)

En ellos se incluyen los fondos de valle y aluviones y en ocasiones la primera terraza de bolos y cantos de cuarzo y cuarcita y matriz areno-arcillosa (ríos Tirón y Oja), excavadas por los aluviones actuales. Los depósitos de fondo de valle se caracterizan por la abundancia de la fracción arcillosa que engloba los cantos. Se han señalado en la cartografía la mayor parte de los escarpes existentes, provocados por los últimos encajamientos de la red fluvial.

Coluviones (Q₂C y Q₂Cb)

Se han cartografiado los derrubios de ladera más importantes, diferenciándose aquellos en los que abundan los grandes bloques de materiales mesozoicos (Q₂Cb).

Cubetas de descalcificación (Q₂Cu)

Relacionadas con depresiones y formas de absorción kárstica en las altiplanicies de los Montes Obarenes. Son arcillas más o menos arenosas de tonos rojizos.

Travertinos. Tobas calizas (Q₂Tr)

Son depósitos de tobas calcáreas poco compactas, que engloban restos vegetales y contienen esporádicos niveles detríticos y conglomeráticos. Suelen estar en relación con manantiales de aguas muy carbonatadas.

3 TECTONICA

3.1 TECTONICA REGIONAL

En la Hoja de Casalarreina y zonas próximas de la Cuenca Cantábrica pueden distinguirse cuatro unidades estructurales regionales, que también tienen características paleogeográficas propias. Estas unidades son las siguientes:

Depresión del Ebro (Surco terciario del Ebro-Rioja)

Se trata de una cubeta muy subsidente, rellena por sedimentos continentales de Oligoceno-Mioceno (la sismica ha revelado la existencia de unos 4.000 metros de sedimentos terciarios). Está suavemente plegada, predominando la dirección ONO.-ESE., y se encuentra flanqueada por dos importantes frentes de cabalgamiento: el de la Sierra de la Demanda, situado al Sur y cabalgante hacia el Norte, y el de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes, situado al Norte y cabalgante hacia el Sur. En las proximidades de los citados frentes los materiales terciarios están deformados más intensamente, pudiendo presentarse las capas invertidas.

Franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes

Es una unidad tectónica estrecha, muy compleja, intensamente plegada y fallada, en la que son frecuentes las escamas y corrimientos. Las direc-

ciones predominantes de pliegues y fallas son E.-O. en la Sierra de Cantabria y ONO.-ESE. en los Montes Obarenes.

Surco Alavés (Depresión de Miranda-Treviño y Llanada alavesa)

Constituido por un sinclinorio complejo, cuyo eje actual coincide con el del sinclinal de Miranda-Treviño, que tiene una dirección general ONO.-ESE. En el Surco Alavés pueden distinguirse dos subzonas: «Llanada alavesa» (incluida la plataforma de Murguía), que constituye el Surco Alavés propiamente dicho, en el que se han depositado las potentes series margosas del Cretácico Superior y que está representado por una serie monoclinial replegada y perforada por algunos diapiros (Murguía, etc.), y «Depresión de Miranda Treviño», en la que los materiales del Terciario continental forman un amplio sinclinal asimétrico debido a la migración del eje de máxima subsidencia durante la sedimentación. Las características de este sinclinal tienen gran importancia en la interpretación de la dinámica cortical de esta zona de la Cuenca Cantábrica.

Anticlinorio Vizcaíno (Montes Vascos)

Forma un amplio anticlinorio vergente y cabalgante hacia el Norte, desarrollado sobre las potentes series del Aptiense y Albiense depositadas en esta zona. Probablemente a partir del Cenomaniense presentó un ligero abombamiento individualizando dos cuencas durante el Cretácico Superior (Surco Alavés y sinclinal de Oiz-Beasain).

En la Hoja de Casalarreina están bien representadas las tres primeras unidades: Surco terciario del Ebro-Rioja, Franja móvil de los Montes Obarenes-Sierra de Cantabria y Depresión de Miranda-Treviño.

Desde el punto de vista regional, las primeras etapas tectónicas de las que se tiene evidencia son las fases neokimméricas, que se traducen en movimientos epirogénicos con la correspondiente migración lateral del Keuper, que ya delimitó la formación de umbrales y surcos. Los macizos emergidos (Castellano y del Ebro) sufren una intensa elevación, produciéndose una erosión muy activa que da lugar a la sedimentación de las potentes series clástico-terrigenas de las facies Purbeck y Weald en las cubetas subsidentes (Montes Vascos). Las fases neokimméricas dan origen a lagunas sedimentarias entre el Jurásico y Cretácico que son muy acusadas en toda la Sierra de Cantabria y Montes Obarenes, en donde han jugado un importante papel los procesos erosivos.

A continuación viene una etapa de tranquilidad tectónica durante el Aptiense y Albiense Inferior, con disminución de aporte terrígeno a la cuenca, con lo que se vuelve a tener salinidad normal marina coincidente con una etapa biostásica, con desarrollo de facies arrecifales.

La fase Aústrica se traduce en un nuevo rejuvenecimiento de los relieves

emergidos, lo que trae consigo una sedimentación terrígena con subsidencia diferencial acusada. En los bordes de la cuenca (Montes Obarenes, Sierra de Cantabria y norte de Burgos) son importantes los fenómenos erosivos, detectándose perfectamente la discordancia Aústrica, mientras que en el interior de la Cuenca (Montes Vascos) se producen pequeñas discordancias (progresivas?) y expansión (traslape) de ciertas unidades más terrígenas sobre sedimentos anteriores. Posiblemente es en estos tiempos cuando empieza a haber una cierta actividad diapírica (intumescencias) en los diapiros de la zona alavesa (Maestu y Murguía).

Las primeras fases alpinas, que se manifiestan durante el Cretácico Superior, Paleoceno y Eoceno, se traducen en la aparición de hiatos más o menos acusados durante el Cretácico Superior (Turoniense y Coniaciense), existencia de intumescencias salinas en las áreas actualmente diapíricas (que dan origen a reducción de las series) y regresión general a fines del Cretácico con aparición de algunas discordancias de tipo cartográfico (Maastrichtiense transgresivo). A finales del Cretácico y durante el Paleoceno se produce la extrusión de la mayor parte de los diapiros. Se ha detectado la existencia de una discordancia entre el Luteciense e Ilerdiense en la Sierra de Urbasa (Hoja 23-08, Eulate).

De modo general podemos decir que las fases alpinas comienzan a manifestarse durante el Cretácico Superior y Eoceno, pero es a finales del Eoceno (F. Pirenaica) y durante el Oligoceno y Mioceno cuando se produce el plegamiento fundamental. Los impulsos se producen intermitentemente (casi de modo continuo) ya desde el Campaniense y con mayor intensidad y continuidad durante todo el Terciario, originándose los pliegues, cabalgamientos y fallas principales y desarrollándose el diapirismo. La dirección dominante de las estructuras es ONO.-ESE.

La Hoja de Casalarreina se sitúa en el borde meridional de la Cuenca Cantábrica y en ella durante las fases Neokimméricas se produce la erosión de gran parte del Jurásico y la erosión y/o no deposición de la Facies Purbeck (Malm-Berriasiense-Valanginiense Medio). La fase Aústrica se traduce en la erosión y/o no deposición de la Facies Purbeck y Weald, así como de los sedimentos marinos del Aptiense, reposando la Formación arenas de Utrillas indiferentemente sobre la F. Weald, Lías o Keuper. Los primeros impulsos alpinos se detectan por la existencia de hiatos en el Turoniense y Coniaciense, regresión durante el Campaniense y aparición de una suave discordancia cartográfica en el Maastrichtiense.

El plegamiento fundamental tiene lugar a finales del Eoceno (Fase Pirenaica), existiendo discordancia entre los conglomerados Sannoisienses y el Cretácico. El estudio detallado de los sedimentos del Oligoceno y Miocenos de facies continental de la Cuenca de Miranda-Treviño (O. RIBA, 1956 y 1961) (Hojas 21-08, Miranda, y 22-08, La Puebla) revela que, a medida que iba progresando el depósito de materiales, se producía un desplazamiento del

eje de máxima sedimentación de la cuenca terciaria (eje sinclinal) hacia el Norte, con elevación e inclinación de las capas del flanco Sur y erosión continua de las mismas. El conjunto de la cuenca presenta una gran discordancia progresiva, sin que en ningún momento haya habido interrupción de la sedimentación y detención del movimiento tectónico de levantamiento de capas y migración del surco, por lo que no se observan discordancias angulares regionales dentro del Terciario continental. Así pues, el plegamiento post-pirenaico no se debe a la actuación de unas pocas fases de plegamiento, sino que se trata de un proceso continuo durante el Oligoceno y Mioceno.

Tan sólo hay que resaltar la existencia de discordancias locales entre Oligoceno y Aquitaniense y Burdigaliense y Aquitaniense en el área de Treviño (Hoja 22-08, La Puebla) como consecuencia de los movimientos del Keuper del diapiro enterrado que existe en dicha zona. Es el único lugar donde puede observarse una acentuación de los procesos tectónicos durante las fases Sálica y Staírica. Dicha acentuación se debe a la plasticidad del Keuper, ya intruido en dicha zona desde el Eoceno.

Durante el Mioceno Superior el eje debió desplazarse de Norte a Sur por hundimiento del borde sur de la cuenca, depositándose el Vindoboniense Superior y Pontiense mediante una importante discordancia angular sobre el Oligoceno, ya muy levantado y arrasado.

De esta manera podemos indicar que el plegamiento fundamental con creación de las principales estructuras (pliegues, fallas, cabalgamientos, etc.), se realiza fundamentalmente durante la Fase Pirenaica y después de modo paulatino (excepción hecha del área de Treviño) durante el Oligoceno y Mioceno, sin que puedan resaltarse de modo especial algunas fases tectónicas. Es a partir de la Fase Pirenaica y durante estos tiempos cuando se produce la gran acumulación salina que da origen a la «Franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes». Durante el Plioceno se producen los últimos impulsos de levantamiento con deposición de importantes masas de conglomerados.

3.2 DESCRIPCION DE LAS PRINCIPALES ESTRUCTURAS

3.2.1 ESTRUCTURAS DE LA DEPRESION TERCIARIA DEL EBRO-RIOJA

En el área abarcada por la Hoja de Casalarreina, los materiales de la Depresión se disponen normalmente subhorizontales o con buzamientos generales hacia el SO. del orden de 2 a 5 grados. Sólo en los bordes del cabalgamiento de los Obarenes Sierra de Cantabria las capas tienden a ponerse paralelas al plano de cabalgamiento, tomando direcciones E.-O. y presentándose con fuertes buzamientos e incluso invertidas, como ocurre con las Facies de Pancorbo, en los alrededores de la citada localidad. Como elementos estructurales destacan exclusivamente los pliegues desarrollados

sobre los conglomerados y la Facies de Pancorbo en el extremo NO. de la Hoja, en donde se disponen, en apretada sucesión, un conjunto de anticlinales y sinclinales de dirección NO.-SE., encontrándose los más septentrionales cabalgados por el Mesozoico. El situado más al Sur tiene su núcleo sobre conglomerados, presentándose su flanco sur frecuentemente invertido.

3.2.2 FRANJA MOVIL DE LA SIERRA DE CANTABRIA-MONTES OBARENES

Se trata de un área en la que el Mesozoico y Paleoceno se encuentran fuertemente tectonizados, cabalgando mediante un frente de orientación E.-O. sobre los materiales terciarios de la Depresión del Ebro-Rioja. El plano de cabalgamiento es alabeado y corta estructuras en algunas ocasiones.

En la zona comprendida entre Pancorbo (X=647.390; Y=892.552) y Foncea (X=653.257; Y=890.395) se desarrollan fundamentalmente una serie de anticlinales normalmente asimétricos o tumbados, con importantes cabeceos de los ejes, que tienen orientación ONO.-ESE. Rara vez se conservan los sinclinales, que cuando existen son muy apretados, cabalgándose entre sí los anticlinales y dando origen a una tectónica de escamas. Los núcleos están constituidos normalmente por la «Formación arenas Utrillas» y ocasionalmente por Keuper o Jurásico. Existen cobijaduras de Terciario continental, y el plano del cabalgamiento sobre el surco del Ebro-Rioja está bastante tendido e inclinado hacia el Norte.

Al norte de Cellorigo (X=656.405; Y=891.753) los pliegues tienen también dirección ONO.-ESE., presentándose los anticlinales (vergentes al Sur y volcados en las cercanías de Cellorigo) rotos en su flanco meridional mediante fallas inversas. Se conservan algunas estructuras sinclinales. El rasgo más característico es la existencia de fallas de gravedad de traza sinuosa y orientación general NNO.-SSO. La zona constituye un bloque elevado dentro de la Sierra, originada por una acumulación preferente de Keuper en profundidad. Las fallas de gravedad se producen en los procesos de relajamiento posterior a la compresión.

La zona oriental, desde el meridiano de Galbarruli (X=659.450; Y=891.246) hasta el borde este de la Hoja, se caracteriza por la existencia de fallas de desgarre que cortan el plano del cabalgamiento general, en cuyas proximidades se sitúa un complejo anticlinal muy fracturado, en cuyos núcleos afloran Keuper, Jurásico o Utrillas, y cuyo primitivo eje sería paralelo al ya citado frente de cabalgamiento. El área central de esta parte de la Sierra de Cantabria está ocupada por un amplio sinclinal asimétrico de núcleo paleoceno, roto en su flanco sur. Sobre el núcleo, en su parte oriental, se sitúa una escama muy tendida de materiales cretácicos. Al Norte, el área anticlinal de Salinas de Herrera se pone en contacto con el sinclinal antes descrito mediante una falla inversa de gran ángulo. En el borde oriental de

la zona estudiada existe una densa red de fracturación provocada por la abundancia de penetraciones diapíricas.

La franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes se ha originado a partir de una gran acumulación salina por migración de los materiales plásticos del Keuper desde las zonas centrales de la cuenca (muy subsidentes y con gran carga de sedimentos cretácicos) a los bordes de la misma, que tuvo lugar de modo preferente a finales del Eoceno y durante el Oligoceno y el Mioceno.

3.2.3 DEPRESION TERCIARIA DE MIRANDA-TREVIÑO

Sus características generales han sido ya expuestas en el apartado anterior (3.1). En la Hoja de Casalarreina forma una serie monoclinada inclinada hacia el Norte, con buzamientos comprendidos entre 20° y 40°. Tan sólo al NO. de Bujedo, en las proximidades del vértice de Revolcado (X=653.198; Y=895.840) existe un pequeño repliegue anticlinal en las margas calizas lacustres oligocenas. El rasgo más sobresaliente es la importante discordancia angular existente entre el Vindoboniense Superior y Oligoceno, cuyas causas han sido explicadas en los últimos párrafos del apartado 3.1.

4 HISTORIA GEOLOGICA

Para definir los principales rasgos paleogeográficos de la Hoja de Casalarreina y zonas vecinas se tendrán en cuenta los datos obtenidos en el estudio de las Hojas 21-06, Landaco; 22-06, Elorrio; 22-07, Vitoria; 22-08, La Puebla de Arganzón; 23-07, Salvatierra, y 23-08, Eulate, pertenecientes a los bloques 5-6 y 5-7. También se utilizarán los datos disponibles en la bibliografía regional (RAMIREZ, 1971 y 1973, y AGUILAR, 1971), así como la información suministrada por los sondeos petrolíferos profundos realizados por diferentes compañías investigadoras.

Así, se describirá una historia general de gran parte de la Cuenca Cantábrica en su zona central, particularizando en cada etapa los rasgos sobresalientes en el área ocupada por la Hoja de Casalarreina.

Durante el Triásico Superior (Keuper), la Cuenca fue bastante uniforme y estable, depositándose una potente serie arcilloso-evaporítica en todo el Norte de España, en la que dominan los depósitos salinos. La sedimentación fue simultánea con la emisión de materiales volcánicos de magmatismo básico (ofitas). La salinidad del medio fue muy elevada y la vida escasa (ausencia de fósiles) dominando una sedimentación epicontinental.

A finales del Triásico se produjo un hundimiento general del fondo de la Cuenca, depositándose la serie calizo dolomítica del Rethiense y Lías Inferior en facies costera.

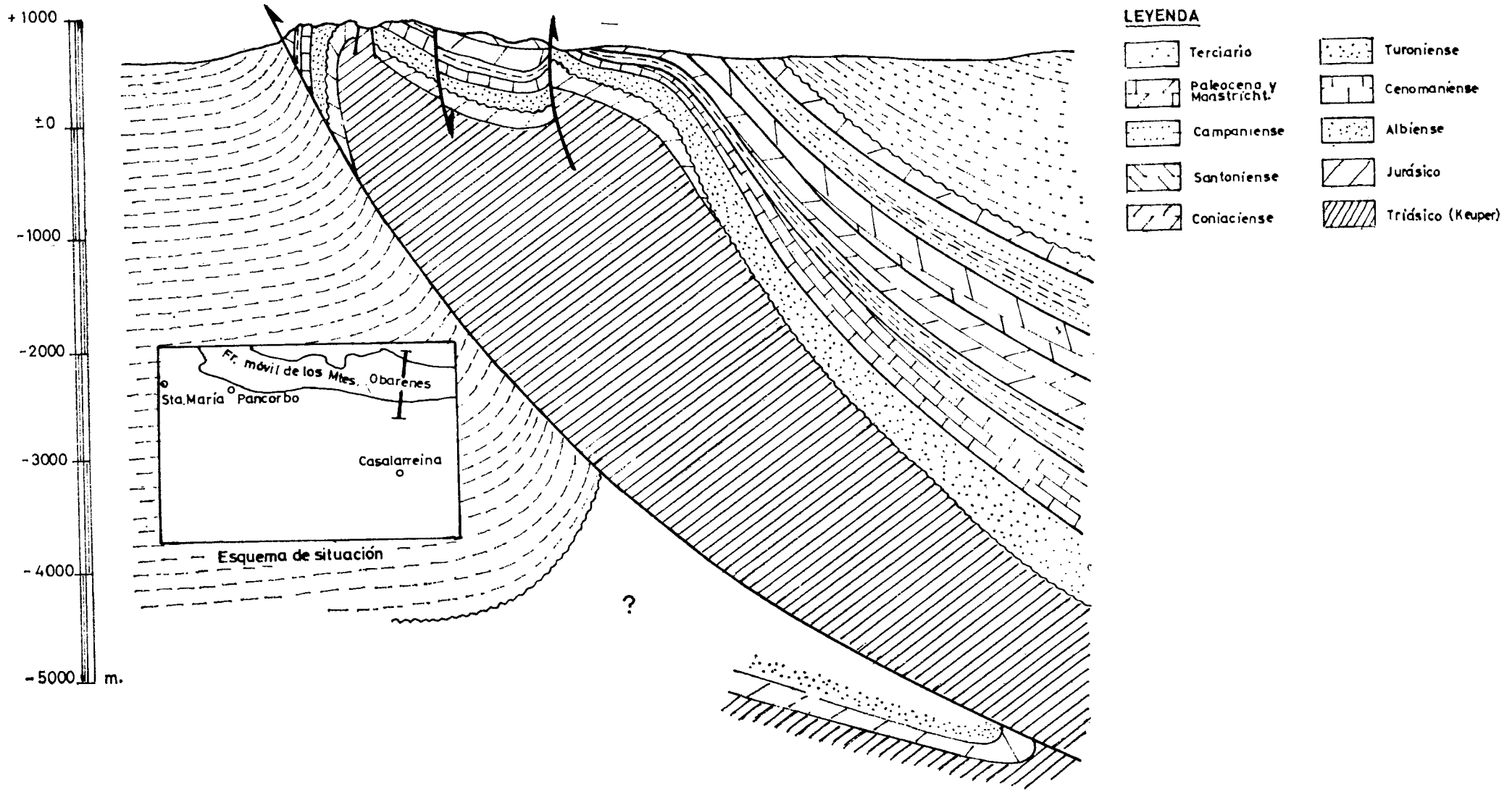


Figura 5.—Corte interpretativo de los cabalgamientos de la franja móvil de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes (basado en datos sísmicos).

Durante todo el Jurásico existió una cuenca uniforme y estable con salinidad normal marina y subsidencia bastante uniforme, aunque había pequeños surcos y umbrales. Se depositó la serie de calizas y margas en un medio nerítico o de plataforma, que puede llegar a ser batial durante el Lías Superior.

A finales del Jurásico (Malm) y durante el Cretácico Inferior (hasta el Barremiense), tienen lugar las fases Neokimméricas, durante las que se producen movimientos epirogénicos, y los macizos emergidos (principalmente el Castellano y del Ebro) se erosionan intensamente. Durante esta época se producen las primitivas acumulaciones diapíricas del Keuper, que juegan un importante papel en la delimitación de las principales unidades paleogeográficas (surcos y umbrales).

En el área ocupada por la Hoja de Casalarreina y zonas próximas (Sierra de Cantabria) se produce la regresión general como consecuencia de los movimientos neokimméricos, levantándose la cuenca por movimientos halocinéticos y produciéndose altos en los que no hubo sedimentación, erosionándose el Jurásico marino. Quedan pequeñas cuencas de agua dulce o salobre (Ocio-Peñacerrada) mientras que el resto de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes era un umbral donde se erosionaba el Jurásico. Sin embargo, en las zonas centrales de la Cuenca Cantábrica (Anticlinal vizcaíno) existía una cubeta muy subsidente (más de 2.000 metros de sedimentos), con un ambiente reductor y salobre y alternancias de episodios marinos transicionales. El carácter de la sedimentación fue intermitente y alternante, lo que permitía esporádicas colmataciones y formación de ambientes continentales (marismas, llanuras aluviales, etc.). Al sur de Vitoria existió un umbral sin sedimentación, al sur del cual la potencia máxima conocida es de 850 metros (Sondeo de Lagrán-1).

En el Aptiense y Albiense más inferior del centro y norte de la cuenca se produce un cambio muy notable en la sedimentación, al reducirse notablemente el aporte terrígeno, instalándose un régimen marino de salinidad normal con disminución de la turbulencia en los agentes de transporte. La cuenca tiene características epicontinentales o de plataforma, siendo favorable el medio para el desarrollo de los organismos constructores. Existió una sedimentación carbonatada con desarrollo de arrecifes o biohermos con zonas biostrómicas circundantes. Estos arrecifes se formaban a escasa profundidad en un mar nerítico; su crecimiento está localizado y no forman una barrera continua debido a los intermitentes aportes de material terrígeno, lo que explica el carácter lenticular de las barras arrecifales. El límite sur de la sedimentación arrecifal debió coincidir con el borde norte de la Sierra de Cantabria-Montes Obarenes. En la Hoja de Casalarreina no existen sedimentos de edad Aptiense debido a que la zona debió constituir un umbral con sedimentación nula o de muy pequeño espesor (borde de cuenca)

de facies arrecifales alternantes con terrígenos, que fueron posteriormente desmanteladas durante la fase Aústrica.

Durante el Albiense Medio y, en parte, durante el Inferior, se produce un rejuvenecimiento de los macizos emergidos, principalmente del Castellano, con el consiguiente aumento de la erosión (Fase Aústrica), depositándose en el interior de la cuenca una importante serie terrígena en un mar de plataforma, con una topografía de fondo acusada (crecimiento diferencial de arrecifes) y fondo inestable (20 a 50 metros de profundidad), existiendo en algunas zonas fenómenos de subsidencia muy importantes (4.000 m. de sedimentos en el norte de la provincia de Alava). Durante el Albiense Superior el mar es algo más profundo (aunque siempre nerítico) con sedimentación de facies arcillosas y ocasionalmente facies arrecifales (EQUINO, Hoja 23-07, Salvatierra).

En la Hoja de Casalarreina la fase Aústrica se manifiesta mediante una discordancia bien patente situada en la base de la «Formación arenas de Utrillas». Durante todo el Albiense se extendía en la zona una amplia plataforma muy poco profunda (5-15 m.) donde se depositaban las «Facies de Utrillas» de tipo marismas con el desarrollo de ríos, canales y esporádicamente de llanuras aluviales. La zona de transición entre las facies continentales («Utrillas») y los sedimentos marinos del interior de la Cuenca, con deposición de facies molásicas, se situará algo al norte de la Sierra de Cantabria y Montes Obarenes.

Durante el Cretácico Superior el régimen es marino en toda la Cuenca Cantábrica, si bien existen notables diferencias paleogeográficas dentro de la misma. En el Surco Alavés se depositan hasta 4.500 metros de sedimentos, predominantemente margosos, en un mar nerítico a batial (la profundidad osciló entre 100 y más de 500 m.). Al comienzo del Cretácico Superior (Cenomaniense) se inició el levantamiento gradual del Anticlinorio Vizcaíno, con el consiguiente aumento de subsidencia en el Surco Alavés. El eje de máxima subsidencia fue desplazándose progresivamente hacia el Sur, al igual que la línea de costa hasta el Santoniense incluido. Los movimientos de la sal (intumescencias) dieron origen a adelgazamientos locales de las series y cambios de facies en los bordes de los diapíros actuales. En el Surco Alavés, a partir del Campaniense Superior se produce un levantamiento de la cuenca (primeras fases Alpinas), que dio lugar al comienzo de la regresión cretácica con sedimentación de arenas y limos de facies costera en el Campaniense Superior y calcarenitas y arenas en el Maastrichtiense.

En la Hoja de Casalarreina y Sierra de Cantabria se depositaron durante la mayor parte del Cretácico Superior (Cenomaniense a Santoniense) una serie de calizas, calcarenitas y dolomías en un mar nerítico o de plataforma, cuya profundidad osciló entre 30 y 80 metros. Los primeros impulsos alpinos (regresión) se manifiestan a finales del Santoniense y de modo más ostensible durante el Campaniense y Maastrichtiense con sedimentación de are-

nas probablemente no marinas y calizas y dolomías salobre-lacustres y transicionales.

Como consecuencia de las fases regresivas iniciadas a finales del Cretácico Superior, en la mayor parte de la cuenca el Paleoceno comienza por facies no marinas, salobres o transicionales con sedimentación de dolomías. En el Montiense y Thanetiense se tiene carácter marino franco con deposición de calizas y calcarenitas en un medio nerítico (40-50 m. de profundidad). En la Hoja de Casalarreina (Sierra de Cantabria) se intercalan, fundamentalmente en el Montiense, episodios lacustres o no marinos (Facies Garumnense).

En todo el ámbito de la Hoja de Casalarreina no afloran sedimentos pertenecientes al Eoceno, pero por el conocimiento regional (Hoja 23-08, Eulate) podemos indicar que el Ilerdiense es transgresivo sobre los últimos depósitos arenosos del Thanetiense. Una importante fase regresiva tiene lugar durante el Eoceno Inferior, no sobrepasando la cuenca de sedimentación el meridiano de Lizárraga (Navarra). El Luteciense es transgresivo, depositándose sobre diferentes niveles del Paleoceno en toda la región navarra. La discordancia entre el Luteciense y el Ilerdiense se debe a las fases prepirenaica de la orogenia Alpina, que se manifiesta activamente en la Hoja de Casalarreina, dando lugar a que no se depositen materiales del Luteciense en esta zona. Al final del Eoceno, los Montes Obarenes y la Sierra de Cantabria sufrieron ya un plegamiento relativamente intenso, con cabalgamiento hacia el Sur (Fase pirenaica) que motivó la separación del surco Oligo-Mioceno del Ebro-Rioja de la Depresión de Miranda-Treviño.

Este plegamiento tuvo su origen en la acumulación de materiales plásticos por migración salina en el borde de la cuenca, donde existía menor carga de sedimentos que en el centro de la misma (Surco Alavés).

Durante el Oligoceno y el Mioceno tiene lugar una sedimentación de carácter continental muy subsidente en las cuencas o cubetas antes citadas (más de 3.000 metros en la cuenca del Ebro-Rioja).

Los depósitos de conglomerados, areniscas y arcillas tienen un marcado carácter fluvial, con desarrollo de paleocauces, y los depósitos de calizas presentan facies lacustres, desarrollándose en algunas zonas del Surco del Ebro-Rioja cubetas con sedimentación evaporítica de yesos. Consideradas en conjunto (fuera de los límites de la Hoja de Casalarreina), ambas cuencas (sobre todo la de Miranda-Treviño) tienen un acusado carácter asimétrico debido a la migración paulatina del eje de máxima sedimentación hacia el Norte, al mismo tiempo que se producía el plegamiento y levantamiento de las capas situadas al Sur. Ambas cuencas presentan una gran discordancia progresiva en su totalidad, de manera que las divergencias entre las capas son tanto mayores cuanto mayor es su separación estratigráfica. Durante el Mioceno Superior, el eje de máxima subsidencia se desplazó hacia el Sur, existiendo así una marcada discordancia angular entre Vindoboniense Supe-

rior y Oligoceno. Esto nos indica que el plegamiento fue continuo a partir de la fase Pirenaica hasta el Plioceno, es decir, durante todo el Oligoceno y el Mioceno, pudiendo acentuarse localmente la deformación de las masas plásticas de los diapiros en algunas zonas (Treviño) durante las fases Sávica y Stairica, dando origen a discordancias locales en el Terciario (Hoja 22-08, La Puebla de Arganzón).

Durante el Plioceno se producen los últimos impulsos de levantamiento de los Montes Obarenes y Sierra de Cantabria, con deposición de importantes masas de conglomerados de cantos mesozoicos. Posteriormente, tiene lugar el encajamiento de la red fluvial, que con carácter divagante produce los extensos depósitos de terrazas existentes en la Hoja, perfilándose el modelado actual de la región.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

5.1 MINERIA Y CANTERAS

Desde el punto de vista minero, la Hoja carece de importancia en la actualidad, no habiendo sido señalada la existencia de ninguna explotación activa de interés, excepción hecha de las Salinas existentes en el término de Salinas de Herrera (X=666.200; Y=892.400), en las que se aprovechan mediante evaporación las sales contenidas en las aguas de los manantiales y pozos en contacto con las formaciones triásicas.

En la Hoja existen numerosas canteras activas, intermitentes o abandonadas.

Actualmente se explotan arenas de Utrillas, calizas y dolomías del Cretácico Superior, y gravas de los glaciares evolucionados y terrazas para las obras públicas y la construcción, así como arcillas del terciario continental (Facies de Pancorbo y Oligoceno de Miranda) para la fabricación de ladrillos.

También fueron aprovechadas en tiempo pasado las arenas del Campaniense, para ser utilizadas en la construcción y como fundentes.

5.2 HIDROGEOLOGIA

En la Hoja de Casalarreina podemos distinguir tres unidades hidrogeológicas de diferente significado y posibilidades.

CRETACICO SUPERIOR Y PALEOCENO

Dada la intensa tectónica de fracturación y plegamiento de estas series, fundamentalmente calizas dolomíticas, con permeabilidad por karstificación y fracturación, todo el conjunto debe comportarse como una sola unidad hi-

drogeológica, con un excelente nivel de base regional, constituido por Utrillas y Keuper. El área de recarga se produce en la mayor parte de los afloramientos mesozoicos de los Montes Obarenes y Sierra de Cantabria, alimentándose el acuífero favorecido por una pluviometría elevada (800 mm.), así como por la intensa fracturación de los materiales competentes que lo forman.

Este sistema se encuentra conectado con el acuífero más oriental del Sinclinal de Treviño, descargando naturalmente ambos en el área de conexión a través de manantiales que desaguan caudales del orden de los 100 l/sg. visibles, al margen del drenaje en el cauce actual del río Ebro, en la zona de las Conchas de Haro.

Las captaciones son problemáticas y deberían realizarse mediante sondeos de gran profundidad en el norte de la Hoja (Depresión de Miranda-Treviño).

ARENISCAS Y ARCILLAS DE LA FACIES DE HARO

Es previsible la existencia de pequeños acuíferos en las areniscas, dada su permeabilidad intergranular restringida.

TERRAZAS Y ALUVIONES

Ofrecen buenas posibilidades, sobre todo en el cuadrante suroccidental de la Hoja, en donde adquieren gran extensión de afloramiento.

El resto de las formaciones existentes en la Hoja carecen de interés hidrogeológico suficiente para la captación de caudales aceptables.

6 BIBLIOGRAFIA

- ADAN DE YARZA, R. (1884).—«Descripción física y geológica de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, 176 pp. Madrid.
- (1885).—«Descripción física y geológica de la provincia de Alava». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*. Madrid.
- (1892).—«Descripción física y geológica de la provincia de Vizcaya». *Mem. Com. Mapa Geol. España*, pp. 1-193.
- (1906).—«El país vasco en las edades geológicas». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 8.
- AGUILAR, M. J. (1967).—«Estudio petrográfico del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1970).—«Sedimentología y Paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Tesis Doctoral Fac. Cienc. Univ. Barcelona*.

- (1971).—«Correlaciones por ciclos de aporte en el Albense de la Cuenca Cantábrica». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 6, núm. 4, pp. 92-96.
- (1971).—«Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica». *Estudios Geológicos*, vol. 27, número 2, pp. 325-334.
- (1971).—«Estudio petrográfico del Wealdico de la Cuenca Cantábrica (Paleogeografía, sedimentación y posibilidades de almacén)». *Ciepsa CV-324* (inédito).
- AGUILAR, M. J., y RAMIREZ DEL POZO, J. (1968).**—«Observaciones Estratigráficas del paso del Jurásico marino a facies Purbeckiense en la región de Santander». *Acta Geológica Hispánica*, tomo 3, núm. 2, pp. 35-55.
- ALLEN, P. (1955).**—«Age of the Wealden in Northwestern Europe». *Geol. Magazine*, vol. 92, pp. 265-281. Hetford.
- ALMELA, A.; LIZAU, J., y MUÑOZ, C. (1952).**—«Reserva Petrolífera de Burgos». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 64, pp. 205-257.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y GARRIDO, J. (1945).**—«Estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava, Vizcaya y Santander». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 58, pp. 45-228, Madrid.
- ALMELA, A.; RIOS, J. M., y MUÑOZ CABEZON, C. (1953).**—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 86 (Orozco), Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- ARANEGUI, P. (1936).**—«Geología y Geografía del País Vasco». *Com. Inv. Geogr. Geol. y Prehist.*, Mem. núm. 2, 141 pp., 52 figs., 4 láms., Madrid.
- AUBERT, J.; COUSTAU, D., y GENDROT, C. (1963).**—«*Montsechliana nov. ge.* Un nouveau genre de Foraminifère du Crétacé Supérieur à faciès récifal de l'Espagne et des Martigues (France)». *Rev. de Micropal.*, vol. 6, número 3, pp. 169-174, París.
- AZPEITIA MOROS, F. (1933).**—«Datos para el estudio de flysch de la Costa Cantábrica y de algunos otros puntos de España». *Bol. Inst. Geol. España*, tomo 53, pp. 1-65, Madrid.
- BATALLER, J. R. (1945).**—«Bibliografía del Cretácico de España». *Est. Geol.*, número 1, pp. 7-10, Madrid.
- BLANCHET, F. (1917).**—«Etude Micrographique des calcaires urgoniens». *Ann. Université Grenoble*, tomo 29, pp. 335-392, 14 figs., 2 pl.
- CALDERON, S. (1885).**—«Note sur le terrain wealdien du nord de L'Espagne». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 14, pp. 405-407.
- CAMPESA (1955).**—«Prospecciones petrolíferas realizadas por Campsa». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 35, pp. 35-38.
- CAREZ, L. (1881).**—«Etude des terrains cretaces et tertiaires du Nord de L'Espagne». *Fac. Sciences Paris (Tesis Doctoral)*, pp. 1-323.
- CARRERAS SUAREZ, F. J. (1967).**—«Informe geológico de campo de la estructura de Hornillos-Atauri». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Informe geológico Aitzgorri Tres Mugas». *Ciepsa* (inédito).

- (1971).—«Estudio hidrogeológico de Salvatierra». C. G. S. (inédito).
- (1973).—«Informe geológico de la Unidad hidrogeológica de Urbasa-Montes de Vitoria». C. G. S. (inédito).
- CIRY, R. (1951).—«L'Evolution paleogeographique de l'Espagne septentrionale au cretace inferieur». *Inst. Geol. Min. de España. Libro Jubilar*, tomo 2, pp. 17-51.
- (1967).—«Etude paleogeographique et structurale de la région Basco-Cantabrique». *C. R. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 391-394.
- CIRY, R., y MENDIZABAL, J. (1949).—«Contribution à l'étude du Cénomanién et du Turonién des confins septentrionaux des provinces de Burgos, d'Alava et Navarra». *Ann. Hébert et Haug. (livre Jub. Charles Jacob)*, tomo 7, pp. 61-79.
- CIRY, R., y RAT, P. (1950).—«Sur la présence d'une microfaune Maestrichtiense près de Vitoriano (Alava)». *Munibe*, fasc. 2, pp. 66-79, 4 figs., 1 pl. San Sebastián.
- CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J. Ph.; FEUILLEE, P.; AMIOT, M.; COLCHEN, M., y DELANCE, J. H. (1967).—«Reunion extraordinaire de la Societé Geologique de France. Des Pyrénées aus Asturies». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 9, pp. 389-444.
- COLOM, G. (1952).—«Los caracteres micropaleontológicos de algunas formaciones del Secundario de España». *Bol. Inst. Geol. Min. Esp.*, t. LXIV, pp. 257-344 Madrid.
- CRUSAFONT, M.; TRUYOLS, J., y RIBA, O. (1966).—«Contribución al conocimiento de la Estratigrafía del Terciario Continental de Navarra y Rioja». *Notas y Com. IGME*, núm. 90, pp. 53-76, Madrid.
- CUMINGS, E. R. (1932).—«Reefs or bioherms?». *Geol. Soc. América, Bull.*, volumen 43, núm. 1, pp. 331-352, New York.
- DAHM, M. (1966).—«Stratigraphie und palaeogeographie im Kantabrischen Jura (Spanien)». *Tesis Un. Bonn. Beih. Geol. JB.*, vol. 44, pp. 13-54.
- FEUILLEE, P. (1963).—«Presencia del Cenomanense en la parte sur-este de los Montes Obarenes (Pancorbo, Foncea, Cellórigo), provincia de Burgos». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 69, pp. 259-262, Madrid.
- (1963).—«Sur l'extension et les facies du Cénomanién dans la region de Mena (Espagne)». *C. R. Somm. Geol. France Paris*, núm. 3, pp. 97-98.
- (1967).—«Le Cénomanién des Pyrénées basques aux Asturies; essai d'analyse stratigraphique». *Mem. Soc. Geol. France. Nouvelle Serie*, tomo 46, vol. 108, pp. 1-343.
- FEUILLEE, P., y NEUMANN, M. (1963).—«Les faciès à Alveolinidés du Cénomanién dans le Nord de l'Espagne». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, 7, pp. 221-223, Paris.
- FEUILLEE, P., y RAT, P. (1962).—«Les foraminifères du "Flysch à Boules" (Cénomanién supérieur) entre Espinosa et Alsasua». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, pp. 172-173.

- (1971).—«Structures et paléogéographies pyrénéo-cantabriques». *Publ. Inst. Fr. du Pet.*, Col. coloc. y sem. núm. 22, tomo 2, vol. 1, p. 48.
- FEUILLEE, P., y SIGAL, J. (1964).—«Presence d'un niveau a *Globotruncana helvetica* BOLLII dans la region Bas-Cantabrique». *C. R. Somm. Geol. France*, núm. 5, pp. 201-203.
- GIANNINI, G. (1965).—«Geología y posibilidades petrolíferas de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Sierra de Cantabria-Treviño-Aramayona. Corte geológico y nota explicativa». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Parte central de los permisos de Vitoria: Cortes geológicos evolutivos». *Ciepsa* (inédito).
- (1968).—«Evaluación del Surco Terciario del Ebro en relación con la posible presencia del Mesozoico». *Ciepsa* (inédito).
- GOMEZ DE LLARENA, J. (1946).—«Revisión de algunos datos paleontológicos del Flysch Cretáceo y Nummulítico de Guipúzcoa». *Notas y Comun. Inst. Geol. y Min. de España*, núm. 15, pp. 113-162, Madrid.
- (1954).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretáceo Nummulítico de Guipúzcoa». *I. Monogr., Ins. «Lucas Mallada»*, núm. 13, C. S. I. C., Madrid.
- (1956).—«Observaciones geológicas en el flysch Cretáceo Nummulítico de Guipúzcoa». *II Monogr. Inst. «Lucas Mallada»*, núm. 15, C. S. I. C. Madrid.
- (1958).—«Datos paleontológicos del flysch litoral de Guipúzcoa. El Vraconiense de septarias de Motrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, número 50, Madrid.
- GREKOFF, N. (1953).—«Sur l'utilitacion des microfaunes d'Ostracodes dans la stratigraphie précise du passage Jurassique-Crétacé (faciès continentaux)». *Rev. Inst. Franc. du Pétr.*, vol. 8, núm. 7, pp. 362-379, 1 fig., 10 tab., Paris.
- HENTSCHEL, H. (1964).—«Reinvestigation of the Eastern part of the Sierra de Cantabria and adjacent areas». *Ciepsa* (inédito).
- HERNANDEZ-PACHECO, E. (1912).—«Ensayo de síntesis geológica del Norte de la Península Ibérica». *Junta Ampl. Est. e Inv. Cient., Mem.* 7, 126 pp., 33 figs. Madrid.
- HERNANDEZ PACHECO, F. (1950).—«Esquema geológico del País Vasco en los límites de Guipúzcoa con Navarra, seguido de un ensayo de síntesis de la obra de Pierre Lamare: "Recherches géologiques dans les Pyrénées basques d'Espagne"». *Munibe*, fasc. 3, pp. 121-131, 3 figs., San Sebastián.
- HUTTNER, H. (1955).—«Geologische Untersuchungen in der Sierra de Cantabria zwischen Monts Obarenes und Monte Codes». *Ciepsa* (inédito).
- HOFKER, J. JR. (1965).—«Some Foraminifera from the Aptian-Albian passage of northern Spain». *Leidse Geol. Meded.*, vol. 23, pp. 183-189.
- INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA (1971).—«Mapa Geológico

- de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 12, Bilbao». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-27.
- (1973).—«Estudio geológico de la provincia de Alava». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 83, Madrid.
- (1971).—«Mapa geológico de España. Escala 1:200.000. Síntesis de la cartografía existente. Explicación de la Hoja núm. 21, Logroño». *Inst. Geol. y Min. de España*, pp. 1-30.
- JEREZ, L.; ESNAOLA, J. M., y RUBIO, V. (1971).—«Estudio geológico de la provincia de Guipúzcoa». *Mem. IGME*, tomo 79.
- KARRENBERG, H. (1934).—«Die postvariscische Entwicklung des Kantabro-asturischen Gebirges (Nordwest Spanien)». *Beit. Geol. Westl. Mediterr.*, Berlín (traducción de J. Gómez de Llanera en *Publ. Extr. Geol. Esp.*, volumen 3, pp. 103-225, Madrid).
- KIND, H. D. (1967).—«Diapire und Alttertiär im südöstlichen Baskenland (Nordspanien)». *Beich. Geol. J. B.*, 5, 66. Hannover.
- LAMARE, P. (1923).—«Sur quelques particularites de la structure du pays Basque Espagnol». *Bull. Soc. Geol. France*, tomo 4, vol. 23, pp. 185-192.
- (1936).—«Recherches Geologiques dans les Pyrénées Basques d'Espagne». *Mem. Soc. Geol. France*, tomo 12, vol. 27, núm. 6, pp. 1-465.
- LARRAZET, M. (1895).—«Notas estratigráficas y paleontológicas acerca de la provincia de Burgos». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 22, pp. 121-143.
- (1896).—«Recherches geologiques en la region orientale de la province de Burgos et sur quelques points des prov. de Alava et Logroño». *These Fac. Sciences de Paris*, pp. 1-310.
- LOGTERS, H., y VOORT, H. (1968).—«Die Gastain-Structur». *Souderd. Geol. Ruds chan.*, pp. 455-472.
- LOTZE, F. (1958).—«Geologische karte des Pyrenaisch-Kantabrischen Grenzgebietes».
- (1960).—«Zur Gliederung der Oberkreide in der Baskischen depression (Nordspanien)». *Neves Jhrb. Geol. Paleont. Monatsh.*, núm. 3, pp. 132-144.
- MALLADA, L. (1875).—«Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo II, pp. 1-160, lám. 1-11, Madrid.
- (1893).—«Catálogo general de las especies fósiles encontradas en España». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 18, pp. 1-253.
- (1902).—«Explicación del mapa geológico de España. Sistemas Permiano, Triásico, Liásico y Jurásico». *Bol. Com. Mapa Geol. España*, tomo 4.
- (1904).—«Explicación del Mapa Geológico de España. Sistemas Infracretáceo y Cretáceo». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, tomo 5.
- (1907).—«Explicación del Mapa Geológico de España; Sistemas Eoceno, Oligoceno y Mioceno». *Mem. Com. Mapa Geol. de España*, tomo VI, Madrid.
- MANGIN, PH. (1959).—«Le Nummulitique sud-pyrénéen a l'ouest de l'Aragón». *Pirineos*, núm. 51, pp. 1-631.

- MANGIN, PH., y RAT, P. (1962).—«L'Evolution post-hercynienne entre Asturies et Aragón (Espagne)». *Mem. Soc. France (Livre a la Mem. du prof. P. Fallot)*, tomo 1, pp. 333-349.
- MANGIN, PH., y FEYSOT, CL. (1972).—«Etude Petrologique de quelques ophi-tes de la cote septentrional Espagnole». *Annales scientifiques de l'univer-sité de Besancon (Geologie)*, tomo 3, vol. 17, pp. 39-45.
- MANIEZ, F. (1972).—«*Spiroplectamminoides* nouveau genre de Foraminifères des formations Paraurgoniennes Cantabriques (Espagne)». *Rev. Esp. de Microp. número extraordinario*, pp. 179-199.
- MENDIZABAL, J. (1923).—«Deslinde del Eoceno en la provincia de Guipúz-coa». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 44, pp. 449-453, Madrid.
- MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1941).—«Estudio de la cuenca hidro-lógica del condado de Treviño». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 55.
- MENGAUD, L. (1920).—«Recherches geologiques dans la region Cantabrique». *Livr. Sc. J. Herman.*, pp. 1-374.
- MOULLADE, M. (1963).—«Etat actuel des connaissances sur les Orbitolinidae (Foraminifères) du Crétacé Inférieur mesogéen». *Colloque Crét. Inf. France*, Prétirage. Lyon.
- OECHSLE, E. (1963).—«Geologische Studien im Raume Bilbao-Llodio-Durango. 1:50.000». *Informe interno de CIEPSA* (inédito).
- OLAGUE, I. (1931).—«Datos paleontológicos de la región Vasco-Navarra». *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat.*, vol. 31, pp. 671-672, Madrid.
- PLAZIAT, J. Cl. (1970).—«Le limite crétacé-tertiaire en Alava méridionale (Pays basque espagnol): le Rognacien n'y pas l'équivalent continental du Danien». *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 3, pp. 77-78, Paris.
- PFLUG, R. (1960).—«Tektonik der Sierra de Cantabria». *Ciepsa* (inédito).
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1965).—«Conclusiones bioestratigráficas y evolución de biofacies en el Jurásico y Cretácico de la Cuenca Cantábrica». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estratigrafía resumida de los sondeos de CIEPSA». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estudio estratigráfico y micropaleontológico del área de Maestu». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Estudio micropaleontológico y estratigráfico de la zona de Tes-la-Frías-Oña». *Ciepsa* (inédito).
- (1969).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Resumen)». *Acta Geológica Hispánica*, t. 4, núm. 3, pp. 49-59.
- (1969).—«Síntesis Estratigráfica y Micropaleontológica de la facies Pur-beckliense y Wealdense del Norte de España». *Ediciones Cepsa, S. A.*, pp. 1-68.
- (1971).—«Algunas observaciones sobre el Jurásico de Alava, Burgos y Santander». *Memoria y Comunic. del I. Coloq. de Estrat. y Paleogeogr. del Jur. España, Cuadernos Geol. Ibr.*, vol. 2, pp. 491-508.

- (1971).—«Bioestratigrafía y Microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 78, pp. 1-375, y Ediciones CEPESA, 3 tomos.
- (1973).—«Síntesis geológica de la provincia de Alava». *Institución «Sancho el Sabio»*, Vitoria.
- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M. J. (1967).—«Estratigrafía del Aptense y Albense de la zona de Durango (Vizcaya) y estudio de la sedimentación de arcillas con formación de figuras «en bolas concéntricas». *Acta Geol. Hispánica*, núm. 5, año II, C. S. I. C., Barcelona.
- (1972).—«Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeckiense y Wealdense de la cubeta de Santander-Burgos». *Estudios geológicos*, vol. 28, pp. 173-192.
- RAT, P. (1954).—«Observations sur les facies saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne)». *C. R. Seanc. Acad. Scienc.*, tomo 239, pp. 1820-1821.
- (1956).—«Esquisse d'une histoire de la sedimentation dans les regions du litoral basco-cantabrique au Crétacé». *Actes du 2^{eme} congres. Intern. d'etud. Pyrénéennes*, tomo 2, pp. 147-157.
- (1959).—«L'extension vers L'Ouest du Crétacé superieur à Faciès Basque». *Colloque sur le Crétacé superieur en France (84 Congr. Soc. Sav. Paris) Dijon*, pp. 523-533.
- (1959).—«Les milieux Urgoniens Cantabriques». *Bull. Soc. Geol. France (7^e serie)*, tomo 1, pp. 378-384.
- (1959).—«Les pays Crétacés Basque-Cantabriques (Espagne)». *Publ. Univ. Dijon*, núm. 18, pp. 1-525.
- (1960).—«Le milieu et le developpement des Orbitolines (Foraminifères)». *Bull. Soc. Geol. France*, Ser. 7, tome 1, pp. 651-657, París.
- (1963).—«Problèmes du Crétacé inferieur dans les Pyrénées et le nord de l'Espagne». *Sonderd. Geol. Rudschau*, núm. 53, pp. 205-220.
- (1969).—«Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sedimentaires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au Sud de Santander (Espagne)». *C. R. Somm. Soc. Geol. France*, núm. 6, pp. 216-217.
- REY, R.; RICART, J., y SANCHEZ PAUS, J. (1964).—«Informe geológico sobre la región de Salvatierra-Alsasua». *Ciepsa* (inédito).
- RIBA, O. (1954).—«El Terciario continental de la Rioja Alta y de la Bureba». *Ciepsa* (inédito).
- (1955).—«Sur le type de sedimentation du Tertiaire continental de la partie ouest du bassin de l'Ebre». *Souderd. Geol. Rudschau*.
- (1956).—«La cuenca Terciaria de Miranda-Treviño». *Ciepsa* (inédito).
- (1961).—«Sobre el Terciario de Treviño». *Ciepsa* (inédito).
- (1964).—«Nuevas observaciones sobre el Terciario continental del Valle del Ebro». *Ciepsa* (inédito).

- RIOS, J. M. (1947).—«Diapirismo». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 60, pp. 152-232.
- (1949).—«Nota acerca de la geología Cantábrica en parte de las provincias de Vizcaya y Santander». *Not. y Com. del Inst. Geol. Min. de España*, núm. 19, pp. 95-111.
- (1952).—«El diapiro de Murguía (Alava) y comentarios al "flysch de bolas". **Cenomanense de la misma región**». *Notas y Com. Inst. Geol. Min. España*, número 28, pp. 49-87, Madrid.
- (1954).—«Bosquejo geológico de parte del País Vasco-Cantábrico (de Laredo a Durango, Vitoria y la Barranca)». *Pirineos*, núm. 31, pp. 7-32.
- (1956).—«El sistema Cretáceo en los Pirineos de España». *Mem. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 57, pp. 1-128.
- RIOS, J. M.; ALMELA, A., y GARRIDO, J. (1945).—«Contribución al conocimiento de la geología Cantábrica (un estudio de parte de las provincias de Burgos, Alava y Vizcaya)». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 58, pp. 45-228.
- RIOS, J. M., y ALMELA, S. (1962).—«Dos cortes geológicos a través del sistema Cantábrico». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 27, pp. 278-279.
- RIOS, L. (1967).—«Estudio geológico de campo de las Sierras al Sur de la Depresión de Villarcayo». *Ciepsa* (inédito).
- (1967).—«Reconocimiento de la estructura de Miravalles». *Ciepsa* (inédito).
- ROMERO, J. (1942).—«Nuevas notas acerca de las ofitas y monografía de la de Vitoria (Alava)». *Not. y Com. IGME*, núm. 10.
- RUIZ DE GAONA, M. (1948).—«Los Orbitoides de las Sierras de Urbasa y Andía». *Bol. Real. Soc. Exp. Hist. Nat.*, 44, pp. 87-126, Madrid.
- SAAVEDRA, J. L. (1964).—«Microfacies del Secundario y del Terciario de la zona pirenaica española». *Mem. del Inst. Geol. Min. de España*, tomo LXV, Madrid.
- SAENZ, C. (1932).—«Notas para el estudio de las facies wealdica española». *Asoc. Esp. para el progreso de las Ciencias*.
- (1940).—«Notas acerca de la estratigrafía de la parte occidental del País Vasco y NE. de la provincia de Burgos». *Las Ciencias*, tomo 5, núm. 1, pp. 53-67.
- (1942).—«Notas y datos de estratigrafía española. Acerca de un yacimiento fosilífero alavés». *Bol. Real. Soc. Hist. Nat. Esp.*, tomo 40, pp. 105-106, Madrid.
- (1943).—«Notas y datos de estratigrafía española-8. Del Wealdense del alto Ebro». *Bol. Real Soc. Española Hist. Natural*, tomo 41, p. 115.
- SAN MIGUEL DE LA CAMARA, M. (1952).—«Las erupciones y las rocas volcánicas de las Vascongadas».

- SCHMIDT, O. (1965).—«Geologic summary and evaluation of CIEPSA Vitoria permits». *Ciepsa* (inédito).
- (1965).—«Mapas geológicos y cortes escala 1:50.000». *Ciepsa* (inédito).
- SCHRIEL, W. (1945).—«La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes». *Inst. Juan Sebastián Elcano, C. S. I. C., Madrid*. (Traduc. del alemán por L. García Sáinz y J. G. Llarena.)
- SOLER, R. (1971).—«Estudio geológico de la Sierra de Aralar, cuenca cantábrica oriental». *Bol. Inst. Geol. Min. de España*, tomo 82, pp. 406-428.
- STACKELBERG, U. (1960).—«Der diapir von Murguía (Nordspanien)». *Tesis Univ. Bonn* (inédito).
- VALLE, A. DEL; MENDIZABAL, J., y CINCUNEGUI, M. (1933).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 139 (Eulate). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- (1938).—«Memoria explicativa de la Hoja núm. 112 (Vitoria). Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000». *Inst. Geol. Min. de España*, Madrid.
- VERNEUIL, E. (1852).—«El terreno Cretáceo en España». *Revista Minera*, tomo 3, pp. 339-471.
- VOORT, H. B. (1964).—«Zum Flyschproblem in fr. Westpirenean». *Geol. Rundsch.*, núm. 53, pp. 220-233.
- WIEDMANN, J. (1964).—«Le Crétacé supérieur de l'Espagne et du Portugal et ses Cephalopodes». *Estudios Geológicos*, vol. 20, pp. 107-148.