



IGME

277

20-12

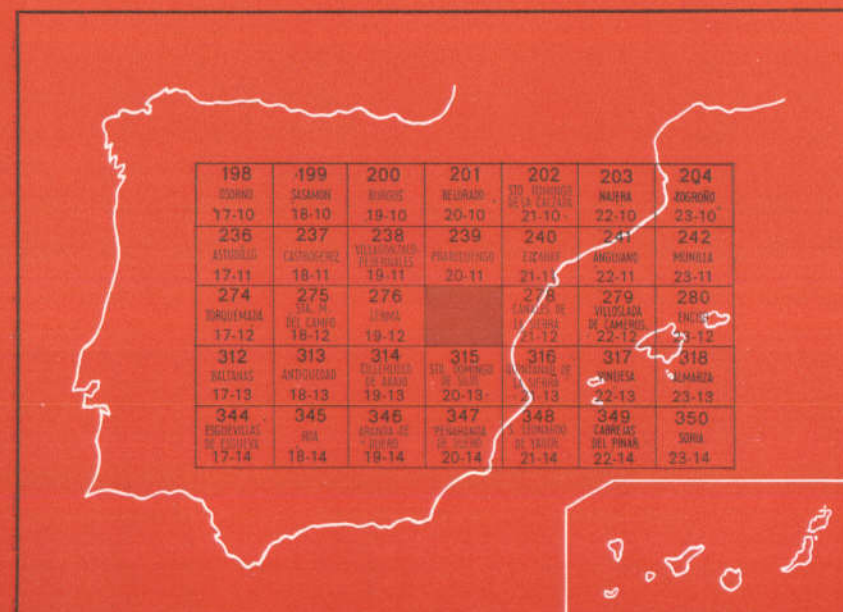
MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

SALAS DE LOS INFANTES

Segunda serie - Primera edición

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

SALAS DE LOS INFANTES

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por IBERGESA, bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido los siguientes técnicos superiores:

En la Memoria, G. Gil Serrano y J. M. Zubieta.

En Petrología, doctora M. Peinado, licenciado A. Pérez Rojas y licenciada María José López García.

En Sedimentología, licenciada P. Cabra Gil y licenciada A. Alcalde.

En Macropaleontología, doctor A. Goy y licenciada María José Comas.

En Micropaleontología, licenciado L. Granados.

Se ha contado con la información correspondiente al Proyecto de Minería: «Estimación del potencial minero en el subsector VII Centro-Levante. Area 5. Sierra de la Demanda», realizado en 1973-1976 por IBERGESA, proyecto en el que intervino como colaborador y asesor M. COLCHEN, el cual aportó numerosos datos e informaciones, algunos inéditos, que han sido reflejados en la presente Memoria.

Igualmente se ha contado con la colaboración del doctor don Víctor García Dueñas, catedrático de la Universidad de Bilbao, contratado por el IGME para el asesoramiento.

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 - 31.317 - 1978

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

INTRODUCCION

La presente Hoja forma parte del macizo de la Sierra de la Demanda, la cual representa la última manifestación del conjunto de la Cordillera Ibérica. Elevándose de las depresiones de Burgos (Depresión de Bureba) y del Ebro, del orden de 1.500 m., con elevaciones de más de 2.000 m. (San Lorenzo, 2.305 m.), las cuales constituyen sus límites norte y noroeste, se prolonga con la elevación del Moncayo al sureste, limitando al sur, por último, con la plataforma de Soria.

En conjunto se encuentra constituido por un «núcleo» de materiales paleozoicos débilmente metamorfizados, bordeados de sedimentos mesozoicos. Estos últimos cubiertos por depósitos terciarios.

En la formación paleozoica hemos de reseñar la presencia de tres pequeños ojales de Precámbrico. Dentro del mesozoico destacan dos grupos, fuertemente diferenciados en cuanto a su ambiente, uno marino y otro continental. Este último lo constituyen, por un lado, la serie de Utrillas, y por otro, materiales que gozan de parte de las características de las facies Purbeck y Weald.

Los movimientos hercínicos se ponen claramente de manifiesto a través de un relieve posthercínico fosilizado por la serie conglomerática del Buntsandstein, claramente visible en numerosos puntos de la región. Durante el Alpino tuvo lugar una fuerte fracturación, que dio lugar a fracturas de gran desarrollo, cabalgamientos y escamas que han configurado la actual fisonomía del macizo.

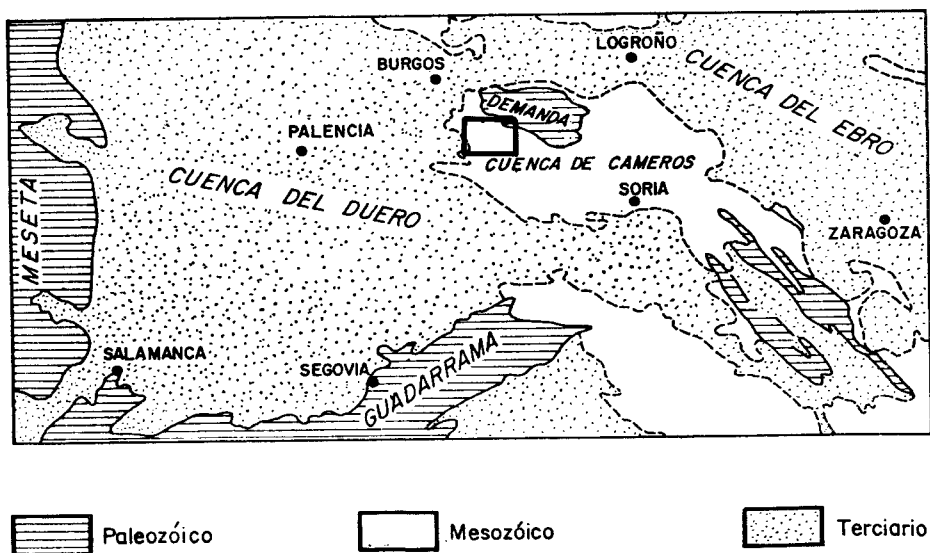
El bajo metamorfismo de las formaciones paleozoicas y la ausencia de metamorfismo de edad alpina, indican que la Cordillera Ibérica corresponde a una cordillera de tipo «intermedio».

Los primeros trabajos realizados en la Sierra de la Demanda se refirieron únicamente al reconocimiento de los diversos afloramientos carboníferos, no siendo hasta 1863 en que aparece por primera vez una cartografía de la región. El primer estudio en el cual se sentaron las bases de los principales grupos estratigráficos y estructurales se debe a M. LAZARRET, cuyo trabajo fue realizado a finales del siglo XIX.

En 1930 aparece el trabajo de W. SCHRIEL sobre la geología de la Demanda y los Montes Obarenes, aportando importantes datos para el reconocimiento del paleozoico, definiendo la serie estratigráfica de las formaciones cámbricas, las cuales fueron posteriormente estudiadas y comparadas con las de la Cordillera Ibérica por F. LOTZE y su equipo.

En 1970 aparece la tesis doctoral de M. COLCHEN, que viene a representar la cúspide de los trabajos realizados en esta zona, en la cual se realiza un detallado estudio de la estratigrafía de las formaciones paleozoicas, así como de las mesozoicas. Igualmente detallado es el análisis de la tectónica de la sierra.

LOCALIZACION GEOLOGICA



ESQUEMA DE SITUACION (según H. MENSINK)

Figura 1

1 ESTRATIGRAFIA

Los materiales más antiguos que afloran en la Hoja pertenecen al Paleozoico, concretamente al Sistema Cámbrico, y ocupan el borde nordeste de la misma.

Sobre el Cámbrico se sitúan las formaciones mesozoicas, depositadas en fuerte discordancia con él.

Comienza la serie mesozoica con las areniscas y margas rojas, dolomías pardas y margas abigarradas características del Triásico de facies germánica. A continuación aflora un nivel de carniolas, que representa la transición entre los depósitos continentales del Triásico y los sedimentos carbonatados del Jurásico. Continuó el Mesozoico con las potentes series de depósitos continentales de «facies Weald», que aparecen ocupando la mayor parte del centro de la Hoja, seguidos de los niveles de arenas y margas de las facies de Utrillas, culminando con las potentes capas de calizas del Cretácico Superior.

El Terciario ocupa el borde SO. de la Hoja, y se distingue en él un Oligoceno discordante sobre el Cretácico Superior y un Mioceno discordante sobre ambos.

Finalmente, una serie de depósitos continentales de edad pliocuaternaria cubre parte de las formaciones precedentes, fosilizando los relieves.

1.1 PALEOZOICO

Pertenecen al Cámbrico los metasedimentos que constituyen el Paleozoico. Se encuentra dividido en:

— Cámbrico Inferior, conglomerático y arenoso, coronado por un tramo carbonatado que constituye un excelente nivel guía.

— Cámbrico Medio, constituido fundamentalmente por pizarras y areniscas, que empieza por un tramo de pizarras carbonatadas y termina por otro arenoso a techo.

Estas litofacies recuerdan a grandes rasgos las series semejantes de edad cámbrica que se conocen en la cadena Ibérica y en Asturias, aunque los límites de los diferentes pisos pueden situarse en niveles litoestratigráficos diferentes según las regiones.

Para fijar la edad de estas formaciones se han tenido muy en cuenta las dataciones paleontológicas realizadas en 1961 y 1970 por F. LOTZE y M. COLCHEN, respectivamente. La estratigrafía detallada de estas series se ha establecido en las Hojas situadas al este y nordeste de ésta, donde el río Najerilla proporciona un excelente corte natural y la tectónica de suaves pliegues facilita su estudio.

Se han respetado las localidades tipo de las formaciones, aunque pertenezcan a otras Hojas del conjunto de la Demanda. Aquí sólo tenemos dos.

Del estudio petrográfico de las formaciones cámbricas de la Sierra de la Demanda, el colaborador de este trabajo, doctor M. COLCHEN, deduce la existencia de un metamorfismo regional de facies «Pizarras verdes», cuya intensidad va creciendo desde el SE. hacia el NO., pasando de la zona de la clorita a la zona de la biotita. Por tanto, esta Hoja, situada en el suroeste, se puede afirmar que se encuentra en la zona intermedia.

1.1.1 CAMBRICO

Al establecer las formaciones cámbricas se han respetado las utilizadas por M. COLCHEN, en su trabajo «Geologie de la Sierra de la Demanda», por considerarlas adecuadas. Son las siguientes:

- En el Cámbrico Inferior, «Metareniscas de Barbadillo del Pez» (CA₁₁₋₁₂):
 - «Pizarras de Riocabado» (CA₁₂).
 - «Dolomías de Mansilla» (CA₁₃).
- En el Cámbrico Medio, «Pizarras con lentejones carbonatados de Mansilla» (CA₂₁):
 - «Pizarras verdes del río Gatón» (CA₂).

1.1.1.1 Metareniscas conglomeráticas de Barbadillo del Pez (CA₁₁₋₁₂)

El máximo desarrollo lo alcanza en las proximidades de Barbadillo del Pez, donde el valle del río Pedroso ofrece un excelente corte natural. Su potencia en esta zona es de unos 700 m.

Las rocas detríticas que la componen tienen colores rojizos en la base y verdosos en los horizontes superiores. Presentan aspecto masivo, en bancos de varios metros de potencia.

No presentan, en general, granoclasificación, y en caso de existir es inversa. Se observan a menudo estratificaciones cruzadas groseramente clasificadas y frecuentemente inversas del calibrado dentro de cada estrato. En los horizontes superiores aparecen algunas bandas francamente conglomeráticas, en las que se encuentran cantos de hasta 8 cm. de diámetro.

La constitución petrográfica de los componentes detríticos es muy variada, observándose fragmentos de rocas, de cuarzo, feldespatos, micas y minerales opacos. Los citados en primer lugar son fragmentos de rocas silíceas, generalmente cuarcita, de formas redondeadas, y representan los clastos de mayor tamaño. Texturalmente se trata de rocas polimícticas, en las cuales abunda fundamentalmente el cuarzo. Los niveles superiores, más conglomeráticos, son los de composición más homogénea. La matriz está formada fundamentalmente por filosilicatos sobre un fondo silíceo.

Las «metareniscas de Barbadillo del Pez» no presentan variaciones im-

portantes de facies. Concordantemente y sobre ellas reposan las «pizarras de Riocabado», estando definido su techo por la aparición del primer banco, netamente pizarroso.

Se atribuye esta formación al Cámbrico Inferior, pues se cree que las «metareniscas de Barbadillo del Pez» son el equivalente estratigráfico del conjunto de sedimentos detríticos formado por los «conglomerados de Anguiano» y las «areniscas de Puntón» de la Hoja de Ezcaray, y que representan un cambio lateral de facies, debido a diferencias paleogeográficas de la cuenca sedimentaria, pues tomando el conjunto de la Demanda se deduce que, en el norte del macizo, la sedimentación fue epicontinental, pero con una cuenca lo suficientemente profunda para que las aguas pudieran distribuir regularmente el material detrítico. En el sur, el medio sedimentario debió controlar muy poco las descargas de materiales detríticos que le llegaban de un continente cercano, el mismo que el de la zona norte.

Las «pizarras de Riocabado», de menor competencia, situadas a techo de las «metareniscas conglomeráticas de Barbadillo del Pez», actúan de nivel de despegue, por lo que se encuentran las «metareniscas de Barbadillo del Pez» formando los frentes de los cabalgamientos.

1.1.1.2 Pizarras de Riocabado (CA₁₂)

Esta formación corresponde a las «pizarras de Puntón» del conjunto de la Demanda. Se encuentra situada inmediatamente encima de la formación «Barbadillo del Pez». Toma su nombre de la localidad de Riocabado de la Sierra, donde presenta al sur del pueblo un buen corte.

Es difícil establecer una sucesión litológica precisa, debido a la presencia de numerosas fallas y abundantes repliegues, que producen sucesivas repeticiones de la serie, originando afloramientos de gran extensión. Por estas circunstancias, es difícil calcular su verdadera potencia, que aproximadamente se estima en unos 250 m.

Las «pizarras de Riocabado» están constituidas por finas alternancias de areniscas y pizarras, con gran predominio de pizarras. En la base se encuentran unos niveles areniscosos, formados por rocas groseras y heterogéneas, que representan el paso gradual entre esta formación y las «areniscas de Barbadillo del Pez». Los colores dominantes son el gris azulado oscuro y el gris verdoso.

Reposan concordantemente sobre las formaciones detríticas basales, que es la formación «areniscas de Barbadillo del Pez». El techo de esta formación lo constituye el compacto nivel de dolomías masivas del Georgiense Superior, que yace concordante sobre ella.

A pesar de estas relaciones estratigráficas que se acaban de describir, el contacto de las «pizarras de Riocabado» con las formaciones supra e infra-yacentes es mecánico en muchos puntos, ya que, al estar intercaladas entre

niveles areniscosos y dolomíticos, mucho más competentes, actúa como nivel de despegue.

1.1.1.3 Dolomías de Mansilla (CA₁₃)

Esta formación constituye una unidad litológica bien individualizada dentro de la serie arenisco-pizarrosa paleozoica. El color pardo que toma por alteración hace de ella un excelente nivel-guía, pues contrasta fuertemente con las rocas encajantes.

Como localidad tipo se ha tomado un afloramiento cerca del pueblo de Mansilla de la Sierra, situado en la Hoja 278, donde el nivel dolomítico alcanza su máxima potencia, que es de 150 m., pero que en esta Hoja tiene sobre 30-40 m.

Presenta color azul intenso en corte fresco y, por alteración, toma tonalidades parduzcas, muy características.

En ocasiones aparecen enriquecimientos locales, relacionados con fracturas, de siderita, piritita y calcopiritita, que en otros tiempos fueron explotados.

Frecuentemente aparecen en las dolomías filoncillos secundarios de color blanco y rosado, constituidos por dolomita y baritina, respectivamente.

Las dolomías de Mansilla reposan concordantemente sobre las pizarras de Riocabado, y se encuentran en la base, concordantes también, de las «pizarras con lentejones carbonatados de Mansilla».

1.1.1.4 Pizarras con lentejones carbonatados de Mansilla (CA₂₁)

Afloran en puntos aislados y en esta Hoja tienen muy poca representación. Su potencia es de unos 40-50 m.

Esta formación está compuesta por una serie de niveles pizarrosos de color verde, que alternan con otros niveles también verdosos, pero constituidos fundamentalmente por carbonatos.

Los niveles pizarrosos, muy coherentes, presentan disyunción en paralelepípedos, cuyas caras corresponden a las superficies de estratificación y esquistosidad. Están constituidos por una serie de elementos detríticos empastados en un cemento que forma la mayor parte de la roca y está compuesto fundamentalmente de filosilicatos, entre los que predomina la clorita.

Los niveles carbonatados pueden ser compactos o presentar una disyunción en nódulos, cuyos ejes mayores se orientan paralelamente a los planos de esquistosidad. Su diámetro oscila entre varios milímetros y algunos centímetros. Están compuestos principalmente por calcita, dolomita y ankerita. Aparecen rodeados por un cemento carbonatado, en el que abundan los filosilicatos, sobre todo la clorita.

1.1.1.5 Alternancias de Río Gatón (CA₂)

Esta formación constituye la parte central del Cámbrico Medio o todo el Cámbrico Medio indiferenciado, pues las otras dos formaciones no son continuas.

Su máxima potencia, que es de unos 220 m., no la alcanza dentro de la Hoja, pues sólo abarca una pequeña extensión.

La formación está constituida por una sucesión de litofacies distribuidas en secuencias. Cada una de las secuencias mayores comprende dos partes: un término inferior o de base, esencialmente arenoso y bastante homogéneo, y un conjunto superior o terminal, compuesto de varias secuencias menores y cuyo espesor es igual o ligeramente mayor que el del término basal.

Los conjuntos inferiores de cada secuencia están constituidos fundamentalmente por elementos detríticos, generalmente bien clasificados. En su parte superior parecen nidos micáceos y, repartidos en su masa, nódulos carbonatados y ferruginosos. Entre los elementos detríticos, el más abundante es el cuarzo, encontrándose también granos de feldespatos, láminas de micas y algunos minerales opacos. La matriz que aparece en pequeñas proporciones está compuesta de cuarzo y filosilicatos.

Los conjuntos superiores se componen de niveles arenosos, a veces lenticulares, que alternan de forma irregular con lechos arcillosos y micáceos. Los niveles arenosos son muy similares, en composición, a los conjuntos inferiores, aunque los granos tienen un calibre más grosero. Los niveles pelíticos están constituidos por una matriz formada principalmente por filosilicatos, que engloba algunos granos de cuarzo y numerosas láminas de mica.

Las «alternancias de río Gatón» reposan concordantes sobre las pizarras carbonatadas del piso inferior. El límite entre ambas formaciones viene definido por la desaparición de los últimos niveles carbonatados.

1.2 MESOZOICO

Introducción

El Mesozoico de esta zona bordea al macizo paleozoico de la Sierra de la Demanda y se extiende al S. de dicho macizo, cubriéndose por el SO. de la Hoja con materiales terciarios de diferentes características pertenecientes a la cuenca del Duero. Ocupa desde el Buntsandstein hasta el Cretácico Superior (Senonense), con intermedios en los que hay laguna sedimentaria.

Se encuentra, pues, discordante sobre el Paleozoico en el N. y NE., y a su vez en el SO. el Terciario está discordante sobre él, estando sus estructuras aproximadamente ONO-ESE.

1.2.1 TRIASICO

Se presenta constante en los bordes con el Paleozoico, así también como algunos retazos aislados dentro de él. Su litología corresponde a la facies germánica y se encuentran los tres pisos: Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper.

1.2.1.1 Buntsandstein (TG₁)

Presenta en la base un conglomerado brechoso de color rojo, con bandado ocre. Su espesor varía, siendo de 3-10 m. Este conglomerado es de cantos de cuarzo y fragmentos de roca (cuarzitas, areniscas y pizarras) pertenecientes a las formaciones paleozoicas subyacentes. La de color rojo está enriquecida en hierro. En general, los cantos están bien clasificados.

A techo de estos conglomerados aparecen unas alternancias detríticas arenisco-pelíticas, compuestas de areniscas de grano grueso a fino, samitas y pelitas en bancos de espesores decimétricos a métricos. Son de tono rojo, con intercalaciones verdes y ocre debidas probablemente a los diferentes grados de oxidación del ión hierro.

No se observan estructuras sedimentarias representativas, aunque sí las hay en estos mismos materiales de las Hojas de al lado. Su potencia es aproximadamente 100 m., pudiendo tener más. Su litología corresponde a formaciones continentales de tipo desértico, aunque también se admite que pueda ser una formación fluvial depositada en medio costero.

1.2.1.2 Muschelkalk

No se ha cartografiado en esta Hoja por no tener representación, pues sólo aflora un tramo de 20 cm. por 15 m. de frente de caliza-dolomítica azul y blanca en las proximidades de Riocabado.

1.2.1.3 Keuper (TG₂₋₃)

Son arcillas y margas abigarradas de colores rojizos, pero también grises, ocre y azulados, con interestratificaciones de pequeños bancos pelíticos rojos y ocre, y de yesos en lentejones de colores oscuros.

Su potencia es difícil de calcular, pues corresponde al nivel de despegue de la cobertera y es raro verlo completo. Se estima en 40-50 m.

1.2.1.4 Suprakeuper (TA_{33-J11})

Esta unidad ocupa al Rhetiense y al Hettangiense y posiblemente a parte del Sinemuriense, aunque este último es difícil de saber porque esta serie es totalmente azoica. Son calizas dolomíticas cavernosas de tonos rosáceos, con abundantes recristalizaciones de calcita. Presentan también estas car-

niolas intercalaciones de dolomías con una lineación fina y buena estratificación.

La datación de esta formación es por la abundancia de fauna que tiene el tramo inmediatamente superior.

Las carniolas a veces están muy recrystalizadas y presentan aspecto brechoide. La serie va perdiendo Mg gradualmente a techo, pasando difusamente al tramo superior, que es calizo. Así pues, el tránsito al tramo superior es gradual y difuso, no viéndose a veces muy bien sobre el terreno.

Tendrá 80 m. aproximadamente de espesor.

1.2.2 JURASICO

El Jurásico aflora en una banda paralela al Trías y al borde paleozoico y en los núcleos de los grandes anticlinales mesozoicos erosionados. Abarca el Lías y el Dogger.

Hemos diferenciado:

- Lías: Sinemuriense
Pliensbachiense-Toarciense
- Dogger: Aalenienso-Bajociense
Bathonienso-Calloviense

Indicamos que el Hettangienso aparece englobado con el Rhetiense, ya descrito en el último apartado del Triásico.

1.2.2.1 Sinemuriense (J₁₂)

A este tramo suelen llamarle «Lías calizo» y consiste en series de calizas sublitográficas pardas claras o grises en bancos decimétricos en la base, pero más potentes a medida que ascendemos en la serie. Tiene unos pequeños niveles margosos intercalados entre los bancos y en los últimos tramos puede aparecer algún nivel oolítico. Encontramos en la parte superior de este tramo:

- *Zeilleria (cincta)* aff. *cor* (LAMARK), especie propia del Sinemuriense Superior, zona *Raricostatum*.

La potencia es de 50 m., aproximadamente.

1.2.2.2 Pliensbachiense-Toarciense (J₁₃₋₁₄)

Se le conoce con el nombre de «Lías margoso».

Es una alternancia de calizas, margas y margo-calizas, siendo más abundantes las margas hacia la mitad del tramo. Es un tramo muy fosilífero, encontrándose numerosos amonites, braquiópodos, lamelibranquios, etc. Las calizas son de color pardo claro en superficie y oscuras y grises en fractura. Las margas son parduzcas.

Es frecuente que las calizas presenten unas formas arrosariadas, como un cierto «boudinage», que puede ser debido a cargas diferenciales entre materiales de diferente compacidad.

En los tramos basales encontramos:

«Terebrátula» cf. *davidsi* (HAIME)

Gibbirhynchia cf. *curviceps* (QUENSTEDT)

Zeilleria (*Zeilleria*) cf. *darwini* (DESLONGCHAMPS)

Zeilleria (*Zeilleria*) aff. *Waterhousii* (DAVIDSON)

y otros mucho más indicativos del Pliensbachense Inferior.

La potencia es aproximadamente de 50-60 m.

1.2.2.3 Aalenense-Bajociense (J₂₁₋₂₂)

Se le llama «Barra del Dogger», porque normalmente da un resalte que destaca sobre el terreno.

Tiene una parte inferior de unos 10 m. de caliza gris a gris oscura, en bancos de 50 cm. a 1 m., y una parte superior constituida por calizas masivas en bancos de espesores métricos.

Es una caliza oolítica gris oscura que contiene algún grano de cuarzo aislado. Es frecuente encontrar restos de corales. En la zona medio-alta de esta serie encontramos:

Stephanoceras cf. *umbilicum* (QUENSTEDT)

Cymatorhynchia *cuadriplicata* (ZIETEN)

Monsardithyris *ventricosa* (HARTMANN-ZIETEN)

Lissajousithyris cf. *matisonensis* (LISSAJOUS in Aroelin y Roche)

Stiphothyris *fabianiarcelini* (ROCHE)

Stiphothyris *cheltensis* (BUKMAN)

Caumontisphinctes (*infraparkinsonia*) sp.

Spiroceras sp.

Strenoceras sp.

Garantiana (*Garantiana*) sp.

Strigoceras aff. *strifiger* (BUKMAN)

Strenoceras *bajocense* (DEFrance)

Leptosphinctes (*leptosphinctes*) sp.

por no citar más fósiles del Bajociense Medio-Superior.

La potencia es de 50 m., aproximadamente.

1.2.2.4 Bathoniense-Calloviense (J₂₃₋₂₄)

Es una alternancia de calizas y calizas margosas y margas. Las calizas son algo arenosas, y cuanto más ascendemos en la serie más arenosas se hacen. En el techo se encuentran a veces unos niveles de microcon-

glomerados calcáreos de granos de cuarzo muy redondeados y con muchos restos de conchas.

Hay abundancia de fauna, encontrándose abundantes amonites, lamelibranchios, braquiópodos, etc.

En algunas zonas estas calizas arenosas forman a techo una barra de varios metros.

En los tramos inferiores encontramos:

Stiphrothyris dominjoni (ALMERAS)

Stiphrothyris premeyselensis (ALMERAS)

Holcothyris cf. *depressa* (SAHNI)

Siendo esta fauna propia del Bathoniense.

En total la potencia es de 80 m., aproximadamente.

Algunos autores han encontrado fauna del Calloviense e incluso del Oxfordiense, pero pensamos que este tramo alcanzará al Calloviense Superior, como mucho.

1.2.3 CRETACICO

Discordante sobre el Jurásico se apoya el Cretácico, que ocupa aproximadamente el 50 por 100 de la extensión de la Hoja. Desde la deposición del último tramo del Jurásico, de edad Calloviense, se produce una falta de sedimentación y posiblemente una erosión que abarca desde este piso hasta el Berriasiense.

Se pueden distinguir tres conjuntos dentro de él en dos dominios, uno continental y otro marino:

- Sedimentos en facies Weald.
- Sedimentos en facies Utrillas.
- Cretácico marino.

Las características de los materiales, según estemos en dominio continental o marino, son muy diferentes en cuanto a litologías. Dentro del Sistema observamos una laguna en que no se deposita el Aptense y después de una leve discordancia aparece el Albense en facies Utrillas y todo el Cenomanense, Turonense y gran parte del Senonense.

Cubriendo los tramos superiores y discordantes sobre él están los terrenos terciarios Oligoceno y Mioceno.

El Cretácico Superior suele dar los grandes crestones calizos propios del relieve Jurásico, en donde las partes elevadas corresponden a los pisos más modernos y a los ejes de las sinformas.

1.2.3.1 Facies Weald

Ocupa una gran extensión de la Hoja. Corresponde a la margen occidental de una gran cuenca de sedimentación continental llamada en su

conjunto Sierra de Cameros. Estudiada desde finales del siglo pasado, entre los estudios más actuales hay que citar al de G. TISCHER, como integrante de un equipo, J. WIEDMANN (1974), P. BRENNER (1974), I. VALLADARES (1975), etc., por no citar a más.

Estos autores difieren en cuanto a su denominación, y llaman a este tipo de facies deltaica «facies Weald» o «facies Purbeck», pero nosotros no consideramos que sean semejantes del todo a las series tipo.

Si consideramos a estas facies en sentido cronológico y de superposición, en esta Hoja cabría diferenciar en «facies Purbeck» a las series detrítica-carbonáticas inferiores y «facies Weald» a las detríticas superiores, pero existe el problema de que hacia el centro de la cuenca, más al E., habría alternancia de estas facies, lo cual no puede ser. Otra dificultad está en que las separaciones entre unidades diferenciables litológicamente, a lo largo de la cuenca en su conjunto da líneas que no son isócronas. Por otro lado, no creemos conveniente dividir en dos facies a un evidente único conjunto sedimentario. Otros autores llaman «Weald» a los tramos inferiores y «Weald» verdadero o propiamente dicho a los tramos detríticos superiores, porque dudan de la inclusión del Berriasiense en el Sistema Cretácico.

Nosotros llamaremos facies Weald en esta Hoja a estos sedimentos, porque sólo tenemos datos de que sean como muy antiguos de edad Berriasiense, no descartando cualquier otro tipo de denominación que no separe en dos a este conjunto sedimentario.

En cuanto a su división en unidades seguimos el criterio de G. TISCHER (1966), completado con un nuevo elemento litológico, que además es datable según M. WIEDMANN (1974). Según G. TISCHER, para la Sierra de los Cameros hay cinco grupos litológicos, que son ordenados de más antiguo a más moderno:

- 1.º Grupo Tera.
- 2.º Grupo Oncala.
- 3.º Grupo Urbión.
- 4.º Grupo Enciso.
- 5.º Grupo Oliván.

En esta Hoja que, como vemos, está en el margen occidental del conjunto Sierra de los Cameros, sólo están representados dos grupos:

- Grupo Tera.
- Grupo Urbión.

Se describen a continuación ambos grupos.

1.2.3.1.1 *Grupo Tera*

Ocupa la zona basal de estas facies continentales. Es una serie detrítico-carbonática, predominando la serie detrítica.

Presenta muchos problemas estratigráficos porque, dado el régimen de se-

dimentación, existen numerosos cambios de facies en lo vertical y en lo horizontal, acuniándose e indentándose las capas de tal manera que el total constituye un conjunto de sedimentación bastante complejo. Dentro de este grupo distinguimos tres unidades:

- Calizas.
- Areniscas, conglomerados y margas.
- Calizas pisolíticas.

1.2.3.1.1.1 *Calizas (C₁₁c)*

En primer lugar diremos que lo primero que se deposita sobre el último tramo de las calizas Callovienses es un conglomerado calcáreo versicolor con cantos calizos de hasta 5 cm. de, a veces, caliza con fósiles. Este conglomerado llega a tener 8-10 m. de potencia y a veces sólo 20 cm., pero que existe en un 80 por 100 de los casos a lo largo de la discordancia.

Tenemos en cuenta para esta observación los datos de la Hoja que limita al E. (Canales de la Sierra, núm. 278) y al N. (Pradoluengo, núm. 239).

Dada su pequeña potencia, este conglomerado no se ha cartografiado, quedando asimilado en el mapa a este tramo de calizas Tera o bien al siguiente, Tera detrítico, dado el carácter lentejonar de las calizas Tera.

Estas calizas son grises claras, a veces oscuras en fractura, de aspecto noduloso y oolítico, con intercalaciones margosas grises y rosáceas en la base, presentando a veces concreciones de sílice.

Por la fauna encontrada pensamos que tienen un carácter de medio límnic-salobre.

Son bancos de unos 10 m. de potencia, que en conjunto con las margas, en su máxima representación, al O. de la Hoja pueden llegar a tener 80-100 m. Estas calizas disminuyen de potencia hacia el E. y en la Hoja de Canales de la Sierra, núm. 278, casi no existen.

Dado el carácter lentejonar de estas calizas, indicamos que no están representadas en el mapa en su verdadera extensión; por ejemplo, en la carretera de Salas de los Infantes a Nájera, cerca de Castrovido, el tramo cartografiado tiene en la realidad 5-6 m. como mucho, y en el mapa aparenta 25-30 m. pero se ha querido representar porque es el último tramo calizo en la serie en esta zona; así como no se han representado en este mismo corte otros pequeños episodios calizos hacia la base del anterior por tener potencias muy pequeñas.

En estas calizas se han encontrado characeas y ostrácodos, que se han datado como Berriasiense Inferior y que explicaremos en el apartado de edad.

1.2.3.1.1.2 *Areniscas, conglomerados y arcillas (C₁₁m, s)*

Es el grupo Tera propiamente dicho.

Como las calizas anteriores pueden no existir o estar muy adelgazadas,

se encuentra esta formación generalmente encima del conglomerado basal, o bien encima de las calizas, y en ocasiones por debajo y por encima de éstas, dado su carácter lentejonar.

Los materiales son areniscas cuarzosas, margas arenosas, areniscas conglomeráticas con algún nivel conglomerático. Los tonos que predominan son los rojizos, debidos a partículas finas de hematites.

Es frecuente encontrar estratificaciones cruzadas y paralelas. También se encuentran grandes concreciones de óxidos de hierro.

En este tramo no hay fauna, pero como está al mismo nivel que las calizas y por debajo del tramo calizo siguiente datado como Valanginiense, suponemos para esta serie una edad Berriasiense.

En general, todos los paquetes de esta formación cambian mucho lateralmente, e incluso en lo vertical. La potencia total también varía mucho en la Hoja, pues hacia el O., que está más lejos del centro de la cuenca, tendrá 80 m., mientras que en el E. llega a tener 800 m., aproximadamente.

1.2.3.1.1.3 Calizas pisolíticas (C_{11-12C})

A continuación de la serie detrítica de Tera aparecen unas calizas, masivas en algún sitio y alternando con margas y areniscas en otros, observándose muy bien en este tramo una digitación lateral.

Es una caliza gris en la que hay restos de corales, pisolitos dispersos y nódulos de algas de hasta 5 cm. Presenta también algún canto de cuarzo redondeado de 2-4 cm., muy aislados.

Por su fauna se incluye en el Valanginiense.

La potencia varía mucho; si sumamos el total cuando está en alternancia, llegaremos a tener más de 80 m., y luego cuando sólo es un estrato, llega a tener 1 m. en el O. En la mitad Oriental de la Hoja desaparece completamente.

1.2.3.1.2 Grupo Urbión

Es un conjunto exclusivamente detrítico. Presenta también una gran variación de facies y aumento de potencia hacia el E.

Como criterio de separación en campo de este grupo y del Tera anterior, tenemos por un lado el techo del Grupo Tera, que son las calizas pisolíticas, y por otro lado la base de este grupo, que son unos conglomerados que aumentan de potencia de O. a E. desde 0,5 m. a 30 m. en la zona oriental. Entonces, en el O., lo separamos bien a partir de las calizas pisolíticas, y en el E. desde la base de ese conglomerado, existiendo una zona más o menos en el centro-este, en la que al no existir calizas pisolíticas y el conglomerado basal es mínimo, la separación de los dos grupos es muy difícil.

En este grupo distinguimos:

- 1) Conglomerado de base.
- 2) Conglomerados, cuarzoarenitas y arcillas arenosas.
- 3) Conglomerados, cuarzoarenitas conglomeráticas y arcillas arenosas.

La diferencia entre 2 y 3, que se presenta como un claro cambio lateral de facies, es problemática, pues las diferencias litológicas son leves: más proporción de conglomerados y areniscas conglomeráticas en 3, así como más trabadas, siendo más resistentes a la erosión. También los colores varían, predominando los rojos en 2 y los grises en 3.

1.2.3.1.2.1 *Conglomerados de base (C₁₂cg)*

Es un conglomerado cuarzoso que cuando está bien desarrollado de un crestón en el relieve haciendo posible muy bien la diferenciación de los dos grupos.

El conglomerado es de cantos de cuarzo blanquecino, raramente de cuarcita, están bien redondeados, lo que indica que es maduro. La potencia aumenta fuertemente de O. a E. desde el centro de la Hoja y llega a tener 30-40 m. de bancos de 10 m.

Su edad, que discutiremos más adelante, la suponemos Valanginiense Superior.

1.2.3.1.2.2 *Conglomerados, cuarzoarenitas, arcillas arenosas (C₁₂₋₁₃)*

Son alternancias de conglomerados cuarzosos, margo-arenitas y arcillas arenosas en bancos de 3-5 m. en lentejones sin continuidad lateral, indeniéndose continuamente. Predominan los tonos rojizos y pardos y la potencia aumenta de O. a E., llegando a tener más de 400 m.

Su edad la suponemos Hauteriviense.

1.2.3.1.2.3 *Conglomerados, cuarzoarenitas conglomeráticas y arcillas arenosas (C₁₂₋₁₃cg)*

Son conglomerados cuarzosos, de tonos grises y con los cantos bien redondeados, presentando también granos de feldespato y cuarzoarenitas conglomeráticas y arcillas arenosas. También presentan cambios laterales.

Los bancos son de 6-8 m. aproximadamente y se presenta como un leve cambio lateral de facies con la unidad anterior.

Es frecuente encontrar xilópalos.

La edad la suponemos Hauteriviense y llega a tener más de 400 m. de potencia.

1.2.3.1.3 *Edad de las facies Weald*

Los datos obtenidos por el estudio de la microfauna en esta Hoja sólo han determinado Cretácico Inferior en «facies Weald» y la macrofauna encontrada es inclasificable.

Nos tenemos que referir, pues, a los autores que estudiaron más detenidamente estas facies, que además difieren entre ellos respecto a las edades. Hemos escogido las edades que mejor encajan con las Hojas que lindan al E.: Canales de la Sierra, núm. 278; Villoslada de Cameros, núm. 279, y Enciso, núm. 280, realizadas al mismo tiempo por la misma empresa (ver figura 2).

P. BRENNER y J. WIEDMANN (1974) citan en los tramos calcáreos inferiores del grupo Tera, en la localidad de Talveila,

Fanabella aff. *ornata* (STEGH)

Klieana aff. sp. 1 de OERTLI

Darwinula Leguminella (FORB)

de edad Berriasiense, por lo que la edad de estas facies es mucho más joven que la correspondiente en la zona oriental.

Para las calizas pisolíticas, que constituyen una pequeña ingresión marina y que sólo afecta a la zona occidental de esta cuenca, la datan Valanginiense Inferior, haciéndolo así por razones paleogeográficas y por su posición, pues las correlacionan con otras calizas similares de Ramales (Santander) del Vascogótico Occidental, en las que hay restos de Equínidos, Briozoarios, Crinoideas y Espongiarios, encontrándose: *Trochalina* cf. *alpina* (LEUP).

Estos autores piensan que son muy similares estas facies al Valanginiense basal de la «región tipo» en Suiza.

Por último, la serie detrítica superior, azoica, tendrá edad Hauteriviense y por comparación con las Hojas orientales puede ser que llegue al Barremiense Inferior, aunque no es seguro.

Adjuntamos un cuadro explicativo, que en forma esquemática intenta reflejar las edades de los diferentes grupos de estas cinco Hojas, con datos de potencias obtenidas.

1.2.3.2 Cretácico en «Facies Utrillas» (C₁₆)

En el Barremiense y Aptiense no se produce sedimentación y ésta no se produce hasta el Albense en «facies Utrillas».

Este se deposita sobre el último tramo del grupo Urbión, en leve discordancia que no se aprecia sobre el terreno.

Litológicamente es una serie de areniscas, arenas, pudingas, cantos y arcillas y arcillas arenosas. La coloración es variable, predominando el blanco por las arenas caolínicas, aunque por teñidos de hematites hay bancos de colores vinosos.

Los cantos son de rocas cuarcíticas con superficies brillantes y lisas y bien redondeadas. Hay que constatar la presencia de costras de hierro, trozos de troncos y grandes concrecciones de hierro, así como varios niveles de lignito que fueron explotados. Presentan estratificación cruzada y paralela.

ESQUEMA DE CORRELACION DE LAS FACIES CONTINENTALES

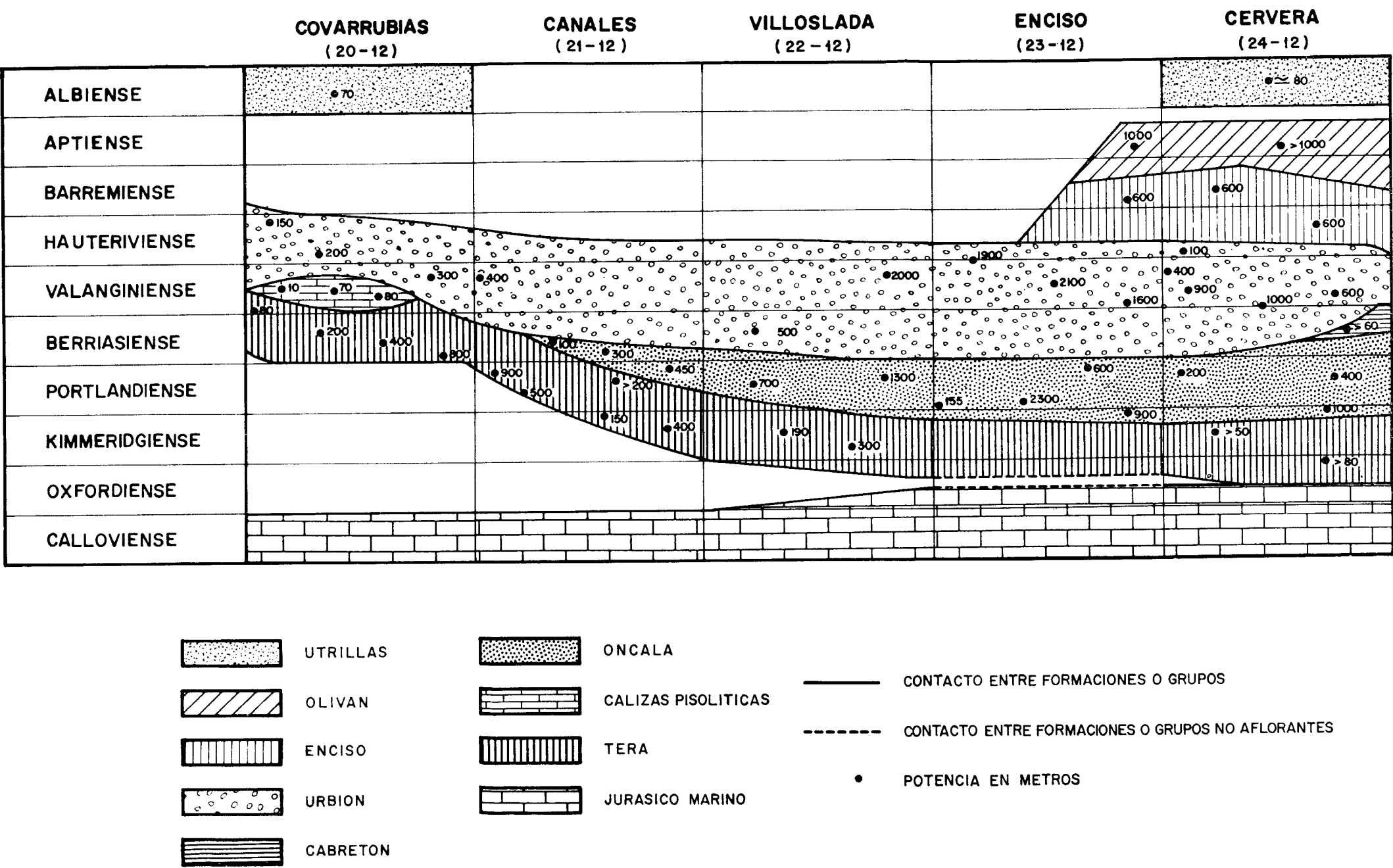


Figura 2

1.2.3.3 Cretácico Marino

1.2.3.3.1 Calizas y margas (C_{21-22}^{1-2})

El tránsito de las facies Utrillas al Cenomanense es gradual. Los tramos se hacen cada vez más margosos hasta que se llega a margocalizas con exogiras típicas del Cenomanense. Después vienen unas alternancias de calizas y margas que dan fauna de Turonense Inferior, siendo cada vez mayores los tramos calizos. En total habrá más de 300 m. En los tramos superiores encontramos:

Hemilaster scutiger FORBES

Phymosoma cf. microtuberculatum COTTEAU

1.2.3.3.2 Calizas masivas (C_{22-25}^2)

Ocupan el Turonense Superior y el Senonense, posiblemente hasta el Campaniense. Son calizas masivas, color gris claro con alguna pequeña intercalación margosa y algún tramo dolomítico rosáceo.

Topográficamente están en las zonas altas del relieve mesozoico y por el sur se van recubriendo por los materiales terciarios.

Su potencia estimada será de más de 200 m. Encontramos

Turritella cf. granulata (SOWERBY)

Tylostoma cf. torrubiae SHARPE

Agria sp.

1.2.4 Terciario

Ocupa una pequeña extensión en el suroeste de la Hoja, en los alrededores de Salas de los Infantes, y presenta las facies marginales de la cuenca terciaria del Duero. Hemos distinguido un Oligoceno, discordante sobre el Mioceno Inferior.

1.2.4.1 Oligoceno (T_3^A)

Es una banda junto al Cretácico Superior, discordante sobre él, con buzamiento en el contacto de hasta 45°, disminuyendo paulatinamente según nos alejamos, poniéndose subhorizontal. Cabe destacar en el valle del Arlanza una estratificación cruzada de grandes dimensiones. Presenta en la base unos 25 m. de conglomerado con cantos de cuarzo, cuarcita, grandes bloques mayores de 1 m. de areniscas y calizas. El cemento es calcáreo y matriz arenosa con estratificación irregular, predominando los tonos grises y rojizos. También presentan en la base algún nivel de arenisca conglomerática cuarzosa. Según se va ascendiendo en la serie va disminuyendo el tamaño

de los clastos y los conglomerados se van estratificando mejor, presentando algún nivel de areniscas con estratificación cruzada.

La datación de estos materiales como Oligoceno es problemática y consideramos que por estar en discordancia con los materiales miocenos que los recubren tienen dicha edad. Tiene más de 320 m. de potencia.

1.2.4.2 Mioceno (T_{cl}^{Ba})

Ocupa una pequeña mancha en el extremo suroeste de la Hoja, en los alrededores de Salas de los Infantes. Están en discordancia **angular** sobre el Oligoceno y el Cretácico Superior, buzando muy poco. Es una facies de borde y consiste en una alternancia de arcillas y niveles de conglomerado. Aproximadamente cada 5-6 m. de arcilla hay uno o dos bancos de conglomerado de 30-50 cm., abundando más en la base. El conglomerado es heterométrico con predominio de cantos de caliza de 3 a 5 cm., teniendo también algún canto de cuarzo y cuarcita de menor tamaño (aproximadamente 1 cm.). El tamaño máximo es de 15 cm. y varían de subredondeadas a redondeadas.

El cemento es calcáreo, algo arenoso. El tramo, en general, tiene un color rojizo anaranjado, resaltando los tramos de conglomerado por su color grisáceo.

Aproximadamente serán 150 m. de potencia.

1.2.5 PLIOCUATERNARIO (T_2^B-Q)

Son recubrimientos discontinuos, representando una superficie de erosión muy reciente que, en general, se extiende desde la falda del macizo paleozoico hacia el sur, llegando a ocupar una buena extensión.

Presenta en la base un conglomerado poligénico de cantos de 3-6 cm., teniendo a continuación arcillas y margas color anaranjado con cantos sueltos del material en que se apoya y, en general, en la superficie con canchales sueltos con tamaño medio de 10-20 cm., que en conjunto corresponden a la llamada «formación Raña». Su potencia es difícil de calcular porque cubre un paleorelieve muy acusado, pero puede tener más de 70 m.

1.2.6 CUATERNARIO

Se han distinguido los siguientes depósitos cuaternarios:

- Aluvial.
- Llanura de inundación.
- Terraza.
- Derrubios de ladera.
- Cono de deyección.

1.2.7 DERRUBIOS DE LADERA (Q^L)

Son materiales depositados con escaso transporte en las laderas del

cretácico del sur. Su composición es, pues, de la misma que la del Cretácico y su tamaño desigual, presentando matriz fangolítica.

1.2.8 CONO DE DEYECCION

No tienen gran importancia y sólo se ha cartografiado uno al sur de Hortiguera, también sobre el Cretácico Superior, siendo, pues, sus materiales bloques calcáreos de diferentes tamaños con matriz margosa fangolítica.

1.2.9 ALUVIALES

Constituidos por conglomerados de matriz arcillosa y cantos redondeados o subredondeados y angulosos con tamaño de hasta 50 cm. Son cantos de cuarcita, areniscas, pizarras y calizas. Por diferenciación morfológica y por diferencias de edades se han distinguido terrazas, llanura de inundación y aluvial actual.

2 TECTONICA

La Hoja abarca una pequeña parte, en su esquina NE., del macizo paleozoico de la Demanda. Dicho macizo, que aparece aislado en medio de formaciones más recientes, constituye un nexo de unión entre las cadenas Ibéricas, situadas al SE., y el conjunto paleozoico, que va de Asturias a Galicia.

2.1 ESTILOS ESTRUCTURALES

El estudio tectónico del macizo primario propiamente dicho y de sus bordes permite evidenciar muchos tipos de estructuras. Algunas afectan a las formaciones paleozoicas, otras a las mesozoicas y otras son comunes al conjunto de todas las formaciones. Por otra parte, la observación de las relaciones geométricas entre las diversas estructuras hace posible establecer una cronología relativa de su emplazamiento.

La discordancia entre las formaciones paleozoicas y el Triás, y la de las mesozoicas y terciarias, permiten distinguir dos grandes períodos orogénicos.

- El primero estaría referido a la orogénesis hercínica.
- El segundo interesaría a la orogénesis pirenaica-alpina.

2.1.1 ESTILO HERCINICO

La tectónica hercínica es polifásica, caracterizada por el emplazamiento de estructuras plegadas, planares y lineales, de todos los tamaños y con acompañamiento de recristalizaciones metamórficas de facies epizonal.

Las estructuras observadas son muy características de los niveles superiores de la infraestructura de un dominio orogénico, no conociéndose aquí ni las etapas inferiores ni la superestructura. Las variaciones observadas demuestran que no se trata de un conjunto homogéneo, tanto en lo que concierne a su evolución en el espacio como en lo que concierne al tiempo.

Se sucedieron tres fases orogénicas, que corresponden a la sucesión de dos evoluciones orogénicas, separadas por un período inactivo.

2.1.1.1 Primera fase

Esta primera deformación aparece como una fase de plegamiento, afectando principalmente a unas rocas estratificadas cuarzo-pelíticas, que aún no habían sido plegadas.

Durante esta fase se han colocado en su lugar las grandes estructuras plegadas y las estructuras de detalle con ellos relacionadas.

2.1.1.1.1 Grandes estructuras

- El pliegue del N. de Riocabado, orientado E-O., que es la prolongación del situado al N. de Barbadillo de Herreros de la Hoja de Canales (de los mismos autores). Su núcleo lo constituyen las «pizarras de Riocabado», y se encuentra bien determinado en el terreno por los afloramientos de dolomía, que constituyen un excelente nivel guía.
- Los pliegues situados al NO. de San Millán de Lara, orientados también E-O., instalados en las areniscas y pizarras del Cámbrico Inferior.

2.1.1.1.2 Estructuras de detalle

Se clasifican las estructuras de detalle en los siguientes tipos:

- Estructuras plegadas.
- Estructuras planares.
- Estructuras lineales.

A) Estructuras plegadas

Son pliegues orientados E-O., que son contemporáneos del emplazamiento de las grandes estructuras citadas anteriormente, y se trata de pliegues de arrastre desarrollados sobre todo en las «pizarras de Riocabado». Repliegues apretados con plano axial generalmente vertical. Están ausentes en las metareniscas de Barbadillo del Pez. Se les ha denominado pliegues de ejes B_1 .

La inclinación de los ejes de los pliegues B_1 es hacia el Oeste.

B) Estructuras planares

Los pliegues anteriores están acompañados de esquistosidades ligadas con su emplazamiento, y por esta razón se les denomina a las de la primera fase S_1 . Esta esquistosidad es de flujo dentro de los niveles pelíticos y de fractura dentro de las areniscas.

C) Estructuras lineales

La intersección de la esquistosidad con la estratificación determina una lineación orientada paralelamente al eje de los pliegues, que se les denomina L_1 .

2.1.1.2 Segunda fase

Esta fase afecta a un material cuya heterogeneidad inicial fue notablemente aumentada por los efectos de la primera fase. Se caracteriza por la existencia de cabalgamientos de amplitudes entre varios cientos de metros y kilómetros, e igualmente por la superficie S_2 , que corresponde a una segunda esquistosidad, muy borrosa, que deforma los minerales secundarios aparecidos durante y después de la primera fase.

Las superficies de los cabalgamientos son siempre más o menos paralelas a los planos axiales de los pliegues de la primera fase.

2.1.1.2.1 Grandes estructuras

Son las superficies de cabalgamiento, bien claras, concretamente al N. y NO. de Barbadillo del Pez.

Se observan varios cabalgamientos con superficies sensiblemente E.-O., que comienzan por la ventana tectónica de la Fuente de la Salud, y siguen por dos frentes paralelos separados un par de kilómetros y dos Klippes. Estos cabalgamientos han sido favorecidos por las diferencias de competencia entre las dos formaciones basales del Cámbrico Inferior.

2.1.1.2.2 Estructuras de detalle

Esta segunda fase no parece aportar estructuras plegadas, y se caracteriza por una esquistosidad S_2 .

La esquistosidad S_2 , más borrada e irregular que la S_1 , corresponde siempre a una esquistosidad de los filosilicatos primarios y secundarios a lo largo de las partículas limonitizadas, discontinuas, paralelas y oblicuas a la estratificación S_0 y a la esquistosidad S_1 , y se traduce igualmente por una ligera deformación de los minerales opacos, en los cuales las partes extremas están a veces hechas jirones. Esta esquistosidad, observada en la mayor parte de las rocas, corresponde a las superficies de cizallamiento,

análogas, pero de escala menor, que las grandes superficies de cabalgamiento del N. de Barbadillo del Pez. Su emplazamiento parece simultáneo y ligado a una compresión de las estructuras de eje B_1 .

2.1.1.3 Tercera fase

Esta tercera fase, que se manifiesta localmente en las Hojas situadas al N. y NE. de ésta, no aparece aquí representada.

2.1.1.4 Cronología

Teniendo en cuenta las relaciones geométricas entre las diferentes estructuras observadas, es posible establecer una cronología de su emplazamiento, que comprende varias fases:

A) La primera fase

Interesa a todos los afloramientos paleozoicos de la Hoja; durante la misma se han colocado en su lugar las grandes estructuras regionales y las estructuras de detalle con ellas relacionadas: a) Pliegues de arrastre, de eje B_1 ; b) esquistosidad S_1 ; c) lineación de intersección entre S_1 y S , denominada L_1 .

B) La segunda fase

Se caracteriza por un nuevo juego de las estructuras procedentes, manifestado por: a) las superficies S_2 , que corresponden, visto a escala microscópica, a las juntas limoníticas discontinuas que deforman la esquistosidad S_1 y los minerales secundarios, orientados o no; b) las superficies de cabalgamiento, bien claras, concretamente al N. de Barbadillo del Pez, en donde pueden alcanzar y rebasar el kilómetro.

C) La tercera fase

No tiene representación.

Asimismo, las deformaciones más recientes, que son: a) las «kink-bands», de orientación variable; b) varios sistemas de lineaciones, que corresponden a los diferentes «kink-bands».

2.1.2 EL ESTILO PIRENAICO-ALPINO

Se trata igualmente de una tectónica polifásica, pero cuyas manifestaciones son de estilo diferente. Se puede, en efecto, observar la superposición de dos niveles estructurales:

— El zócalo, caracterizado por las estructuras paleozoicas.

— Su recubrimiento, que reúne el conjunto de las formaciones mesozoicas.

El zócalo no reaccionó de manera homogénea ante los efectos terciarios, sino que se fragmentó en muchos compartimentos, cuyos movimientos fueron de componentes variables según los sectores.

Las formaciones jurásicas y cretácicas presentan una heterogeneidad litológica, que facilita manifiestamente el plegamiento.

Aparece una tectónica en pliegues de cobertera, caracterizada por una importante disarmonía entre zócalo y recubrimiento; esta última se pliega, sin embargo, según direcciones paralelas a las de los accidentes del borde del zócalo.

Estas manifestaciones tectónicas son características de una superestructura, y no van acompañadas de recristalizaciones metamórficas ni de esquistosidades.

2.1.2.1 Tectónica del borde NE.

Por estar este borde NE. ocupado, en su mayor parte, por terrenos paleozoicos, reaccionó frente a la orogénesis pirenaico-alpina, fragmentándose mediante fallas NO.-SE., E.-O. y NE.-SO., siendo las más importantes las primeras.

El contacto de los materiales mesozoicos es discordante sobre los paleozoicos y en algunos casos por fractura.

En el valle entre Riocabado y el collado Manquillo, y en el de Inglesia-pinta a Tinieblas, el Mesozoico, concretamente el Triásico, ha quedado limitado entre fallas NO.-SE., con formaciones del Cámbrico Inferior.

2.1.2.2 Tectónica del resto de la Hoja

Tanto las formaciones jurásicas como las cretácicas, por su heterogeneidad que facilita el plegamiento, se encuentran en grandes pliegues de dirección paralela a las fallas principales de dirección NO.-SE., y en algunos flancos aparecen fallas normales de desplazamiento vertical, que en una fase posterior se transforman localmente en inversas; así ocurre al N. de Castrovido.

2.1.2.3 Conclusiones sobre la tectónica de cobertera

El estudio tectónico del borde del macizo de la Demanda revela que éste se comporta como un zócalo con respecto a los terrenos más recientes.

La orientación de los pliegues y fallas NO.-SE. coinciden con la orientación de los pliegues del resto del macizo paleozoico. Las grandes estructuras terciarias parecen, pues, haber heredado las orientaciones de las

estructuras antiguas. Sin embargo, estas últimas, con la excepción de algunos pliegues de detalle, parece que no han vuelto a actuar durante el plegamiento terciario.

Los conglomerados terciarios representan el último nivel estructural. Depositados después de las primeras fases tectónicas, y debido a su masa y posición sobre los sedimentos mesozoicos, han condicionado la actuación de estos últimos en las fases tectónicas postreras.

El estudio de las relaciones entre las diferentes estructuras y los depósitos terciarios, realizado en las Hojas de Pradoluengo y Ezcaray, al N. y NE., permite determinar la sucesión de tres fases tectónicas separadas por períodos de calma relativa, durante las cuales fueron parcialmente erosionados los relieves del antepaís.

El activo papel representado por el zócalo demuestra que es el motor esencial de la tectónica, pues las estructuras que se observan en la cobertura no son sino reflejos más o menos fieles de sus movimientos y de su comportamiento.

2.2 EVOLUCION TECTONICA

La siguiente evolución, por no estar representados todos los terrenos paleozoicos en la Hoja, ha tenido que ser establecida en las Hojas del N. de ésta, que pertenecen al conjunto de la Demanda.

Se pueden distinguir dos grandes períodos orogénicos. El primero está relacionado con la orogenia hercínica y el segundo con la pirenaico alpina.

A) *La orogenia hercínica*

No se ha podido comprobar la existencia de una tectónica precámbrica. Durante el Cámbrico sólo se han observado movimientos epirogénicos, evidenciados por la presencia de niveles de conglomerados en su base y en su límite con el Ordovícico.

Antes de la deposición del Westfaliense se sucedieron tres fases orogénicas, que corresponden, como se ha visto anteriormente, a la sucesión de dos evoluciones orogénicas separadas por un período inactivo.

La importante laguna estratigráfica existente en el Tremadociense y el Westfaliense Inferior impide la adopción de criterios estratigráficos para la datación de estas fases orogénicas, lo que obliga a tener en cuenta únicamente las relaciones de la Sierra de la Demanda con los dominios tectónicos próximos a ella.

Así, por comparación con las fases orogénicas datadas en la Cordillera Cantábrica, y teniendo en cuenta las semejanzas tectónicas regionales, se han relacionado las manifestaciones existentes en la Sierra de la Demanda con la orogenia hercínica. Las dos grandes fases habrían acontecido dentro

de un período comprendido entre el Namuriense y el Westfaliense, atribuyéndose a alguna de las subdivisiones de la fase sudética.

La tercera fase, relacionada con el rejuvenecimiento de relieves que originó el depósito de conglomerados del Westfaliense debe asimilarse a la fase de Curavacas o palentina.

Durante el Westfaliense se debieron producir movimientos epirogénicos, como lo demuestra la presencia de varios niveles de conglomerados alternando con otros marinos.

La discordancia cartográfica observada en el Triásico y el Westfaliense, y el hecho de que los cantos carboníferos estén más fracturados que los terciarios, hace que se consideren estos movimientos como débiles repercusiones de las facies astúrica y saállica al final de la orogenia hercínica.

B) La orogenia pirenaico-alpina

La discordancia observada en diversos puntos del borde septentrional de la Demanda, existente entre las formaciones mesozoicas plegadas y los conglomerados del Oligoceno, demuestra la existencia de una importante tectónica preoligocena. La ausencia de formaciones del Eoceno impide precisar con más detalle su edad. La débil discordancia entre las formaciones del Oligoceno y Mioceno revela la existencia de movimientos entre ambos períodos, de intensidad menor que las precedentes.

El rejuvenecimiento de relieves, fosilizado por los depósitos pliocuaternarios, y los diversos niveles de cuaternarios observados, evidencian la existencia de movimientos epirogénicos recientes.

3 HISTORIA GEOLOGICA

Al hablar de la geología histórica del Paleozoico de esta Hoja, dada su escasa extensión, nos es imposible separarlo del conjunto de la Sierra de la Demanda, pues con los datos exclusivos de los materiales que afloran en la cuenca no se puede reconstruir su historia geológica.

Nos referiremos a los estudios de M. COLCHEN, Catedrático de Geología Histórica de la Universidad de París VI, que realizó su tesis doctoral sobre la Sierra de la Demanda, y remitimos a los lectores interesados en este tema a la lectura de las Hojas de Pradoluengo, núm. 239; Ezcaray, núm. 240, y Canales de la Sierra, núm. 278, en prensa, de los mismos autores, en las que por estar el Paleozoico representado en su totalidad contienen un estudio más amplio.

La sedimentación paleozoica empieza probablemente en el Cámbrico Inferior, aunque no tenemos ningún argumento paleontológico que permita esta datación. Es continuación de una sedimentación Precámbrica, sin sufrir gran-

des cambios paleogeográficos. La presencia de arenisca conglomérica, en el Norte de la Sierra, con un conglomerado fundamentalmente cuarcítico en la base, sugiere que proceden de la erosión de un antepaís probablemente cristalino cuyos materiales de erosión, removidos durante mucho tiempo, han sido transportados a una cuenca de sedimentación parecida a la Precámbrica. Por consiguiente, los cantos de estos sedimentos, que tienen una composición petrográfica totalmente distinta de la de las pizarras Precámbricas de Anguiano, sobre las que reposan, no pueden considerarse consecuencia de la erosión de éstas.

La rápida disminución de potencia de E. a O. hace pensar que los aportes procedían del E. Esta sedimentación detrítica evoluciona progresivamente en el tiempo, lo que se traduce en una disminución en el tamaño de los elementos detríticos, aunque localmente a techo de la serie de «Barbadillo del Pez» existan unos conglomerados y un porcentaje menor en feldespatos en las rocas de los niveles superiores.

Las diferencias de litofacies entre las formaciones detríticas del Cámbrico Inferior, al norte y al sur de la Demanda, demuestran que los aportes no eran homogéneos y, en general, parece que el material detrítico, después de la sedimentación de los conglomerados de base del N., es más fino y está mejor clasificado en el N. que en el S. En consecuencia, podemos deducir que en el N. del macizo la sedimentación fue epicontinental, pero con una cuenca lo suficientemente profunda para que las aguas pudieran distribuir regularmente el material detrítico. En el S., en esta Hoja, el medio sedimentario debió de controlar muy poco las descargas de los materiales detríticos que le llegaban de un continente cercano, el mismo que el de la zona N.

A este período le sigue una sedimentación más pelítica, constituida por las «pizarras de Riocabado», y a continuación aparecen los primeros carbonatos, «dolomía de Mansilla», cuya sedimentación se generaliza en toda la cuenca recibiendo escasos sedimentos clásticos. Aquí hace su aparición la primera fauna, que desgraciadamente es inclasificable.

A continuación, en el Cámbrico Medio, sigue la sedimentación carbonatada simultáneamente con la de sedimentos arcillosos y clásticos, que son las «pizarras carbonatadas de Mansilla» y las «pizarras verdes de Gatón». Las pizarras carbonatadas aparecen episódicamente, pero tienen una gran importancia, pues es donde se encuentran las escasas faunas de trilobites.

En esta Hoja ya no aparecen más materiales paleozoicos, pero hemos de indicar que la sedimentación continúa en todo el Cámbrico Superior con una alternancia de areniscas y pizarras con un episodio conglomérico lentejón hacia el techo, que indica un rejuvenecimiento del relieve del antepaís en indudable relación con los movimientos epirogénicos del fin del Cámbrico y ante-ordovícicos. Se deposita a continuación el Ordovícico y faltan las formaciones superiores al Tremadoc, que se puede interpretar o bien como

un hiato estratigráfico o bien el resultado de una fase erosiva que, empezando en un período indeterminado, ha podido originar una gran parte de las formaciones conglomeráticas del Westfaliense.

Después de la deposición del Ordovícico Inferior, antes de la deposición del Westfaliense, se producen tres fases orogénicas, y las formaciones carboníferas primeras en depositarse deben de considerarse como productos de la erosión de los niveles individualizados después de estas tres fases hercínicas. Verdaderas molasas post-orogénicas constituyen sedimentos de borde en un ámbito parálico análogo y, probablemente, en prolongación de los de la misma edad que se conocen en los montes Cantábricos y Asturias. Antes de la deposición del Triásico hay unos movimientos que producen rejuvenecimiento del relieve y cuyos materiales de erosión se encuentran en los conglomerados y areniscas rojas de la base del Triásico. Es razonable pensar que una parte de la Demanda estaba emergida en el Triás. Se encuentran elementos paleozoicos en los cantos de los conglomerados basales, y las variaciones de potencia sugieren que los relieves paleozoicos existían ya en la parte central del actual macizo. Tras este período de fuerte erosión, y una vez desvastado el relieve, que es conducido a un estado más o menos senil, entonces se inicia una transgresión marina que afecta sólo en la zona de Riocabado, pues existe un pequeño afloramiento del Muschelkalk y sigue durante el Keuper, pero con el mar muy somero y restringido, al tiempo que con un clima de mayor sequedad. Las nuevas condiciones de la cuenca permiten el depósito de evaporitas. De cuando en cuando sobrevinieron, además, aportes terrígenos, arcillas y limos de colores rojizos que probablemente podían proceder de antiguos paleosuelos tropicales lavados y transportados hasta la cuenca, donde se difunden ampliamente.

En el Rhetiense-Hettangiense comienza, con las facies carbonatadas, una importante transgresión marina, situándose las dolomías en una zona entre la intermareal y la supramareal con un clima árido o semiárido. Con el Sinemuriense estamos ya en un medio claramente marino, que debe de corresponder a la parte exterior de una plataforma y con una profundidad tal que no alcanza la luz, puesto que las calizas no presentan algas, así como gran proporción de micrita.

Continúa después la sedimentación en la zona externa de la plataforma durante el Lías Superior, pero perdiendo profundidad paulatinamente hasta llegar al Dogger Inferior, en que queda dentro de la zona de influencia del oleaje, pues se desarrollaron bancos de corales y esponjas. A partir de estos bancos del Dogger Inferior, se manifiesta claramente la regresión marina, pues las facies quedan ya en una zona de influencia continental, perdiendo profundidad paulatinamente desde una zona submareal poco profunda, cada vez con mayores aportes areniscosos y elevado porcentaje en algas, encontrándose a veces un microconglomerado calcáreo de cantos

de cuarzo redondeados de 2 mm. y restos de conchas cerca del techo, que indica ya claramente una escasa profundidad y un acercamiento al continente muy marcado en el Calloviense Inferior.

Durante el Calloviense se retira completamente el mar jurásico, y hay una falta de sedimentación o bien existe una erosión hasta el Berriasiense en que comienza un nuevo ciclo sedimentario continental, con la instalación en la zona de un gran delta que parece evidente. Aunque los movimientos tectónicos no están actualmente muy clarificados, parece ser que durante el Malm se elevaría el «Macizo Castellano», de cuya erosión se formarían estos materiales.

La Sierra de los Cameros sería una gran cuenca deltaica alargada en la dirección E.-O., con direcciones de aportes que regionalmente muestran un área madre situada al SO. (ver fig. 3).

Al principio la influencia marina es muy palpable, sobre todo en esta Hoja, que están en el margen de la cuenca sedimentaria dando unas facies carbonatadas cuya fauna indica un medio límnico-salobre. En el Valanginiense se produce una ingresión marina que corresponde a las calizas písóliticas del Grupo Tera, y que afecta sólo a la zona occidental de la Hoja, por lo que debía de proceder del N.-O.

Con el principio del Hauteriviense, se depositan los niveles conglomeráticos del Grupo Urbión, con gran continuidad hacia el E., que indicaría una nueva elevación del «Macizo Castellano».

Durante el Barremiense y el Aptense no se produce sedimentación; posiblemente hubo algo de deposición y algo de erosión. No hay datos suficientes para afirmarlo (ver cuadro). En el Albense hay un nuevo período de sedimentación continental con las «facies Utrillas» con aportes del O. Entre las «facies Utrillas» y el «Grupo Urbión» existe una discordancia leve, que indica unos movimientos pre-albenses.

Comienza con el Cenomanense la transgresión del mar Cretácico con las facies pelágicas del Cenomanense y Turonense con ambientes submarinales, comenzando a hacerse el medio cada vez menos profundo en el Senonense, con calizas arrecifales en los últimos tramos. Más al S., fuera de la Hoja, las «facies Garumnense» indican ya claramente un medio muy restringido. El mar se retira progresivamente y el Cretácico pasa a ser área fuerte; en esta Hoja, en el Campaniense posiblemente.

Los conglomerados del Oligoceno Superior, discordantes sobre el Cretácico plegado indican la existencia de fases orogénicas anteriores a su deposición. Como falta el Eoceno, no es posible una mayor precisión en cuanto a la edad de estos primeros movimientos, que aparecen como contemporáneos de las primeras fases alpinas.

A esta primera fase orogénica sigue un período señalado por la erosión de los nuevos relieves, cuyos materiales se acumulan en el borde.

En los niveles superiores del Oligoceno, según O. RIBA (1955-56), son

ESQUEMA DE SEDIMENTACION DE LAS FACIES "PURBECK-WEALD" DE LA SIERRA DE CAMEROS

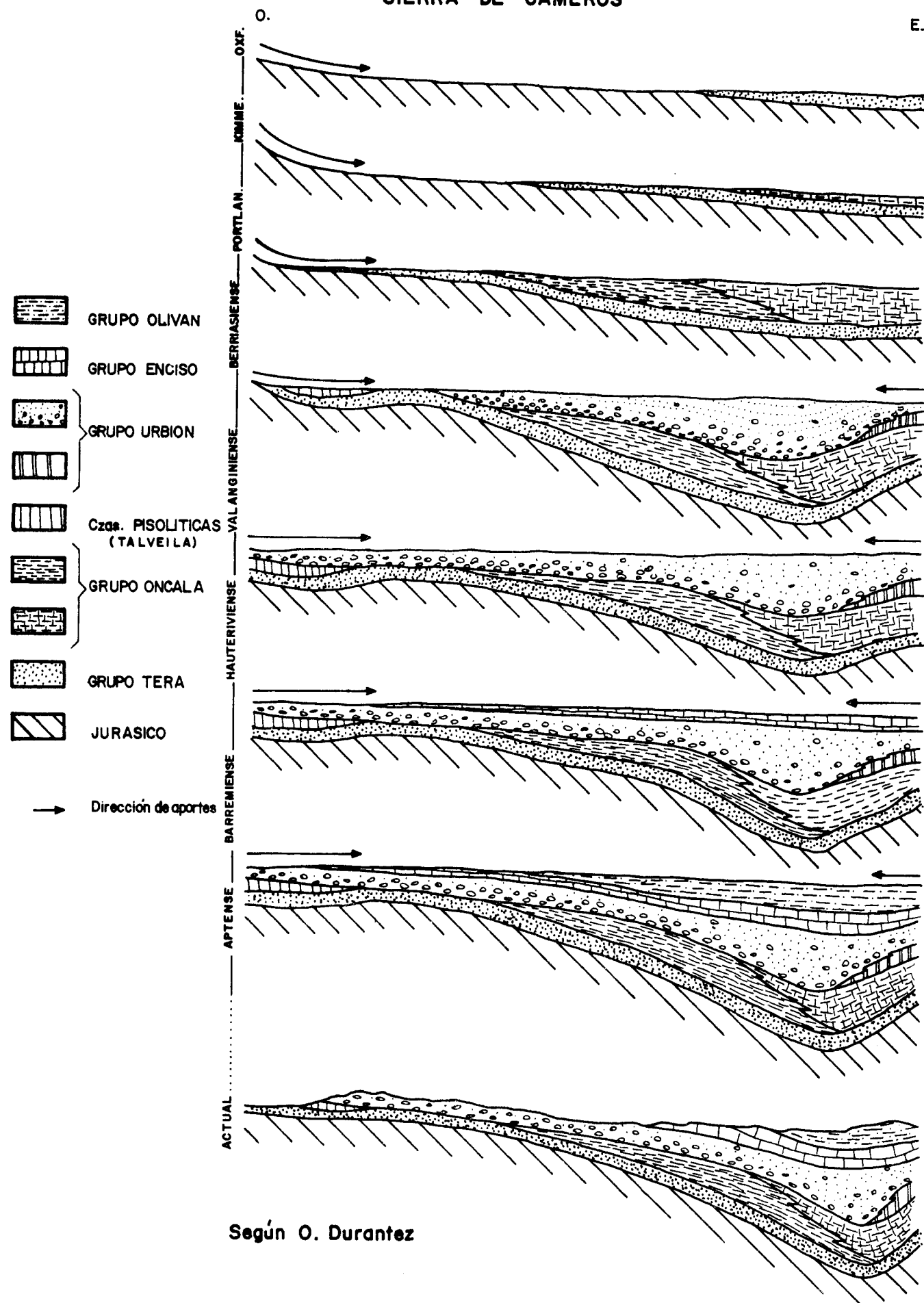


Figura 3

predominantes al principio los elementos mesozoicos y después a medida que la cobertera se erosiona predominan los elementos del zócalo.

Siguen los movimientos epirogénicos y tenemos un conjunto discordante sobre el Oligoceno y Cretácico Superior, que corresponde al Mioceno. Durante una nueva fase orogénica post-miocena las grandes estructuras anteriores vuelven a activarse. Al N. de la Demanda estos movimientos hacen que el Mesozoico cabalgue al Terciario. En esta Hoja estos movimientos se traducen en que ciertas fallas normales, de desplazamiento vertical, evolucionen lateralmente hasta pasar de fallas inversas. Se rejuvenecen los relieves y nos quedan testigos de unas superficies de erosión que arrancan de la Sierra, de edad Pliocuatnario. Por último, en el Cuaternario existen varias convulsiones, como indican las diferentes terrazas, y por último se instalan los sedimentos aluviales de la red fluvial actual.

4 PETROGRAFIA

En este apartado se hace una descripción microscópica de las rocas más características que forman cada uno de los tramos que componen la geología de la Hoja. Se seguirá la columna estratigráfica de muro a techo.

INTRODUCCION A LAS ROCAS DEL CAMBRICO

Dentro de esta serie se diferencian tres tipos de rocas, además de las dolomías del tramo superior del Cámbrico Inferior. Se repiten a lo largo de todo el Cámbrico, lo que indica fluctuaciones periódicas de la cuenca sedimentaria.

Los tres tipos de rocas son:

- a) Filitas (pizarras, según descripción macroscópica).
- b) Areniscas de grano fino.
- c) Areniscas de grano medio y grueso.

a) Filitas

Se reúnen bajo esta denominación rocas de metamorfismo extremadamente débil, aunque variable, constituidas casi exclusivamente por material grosero; en especial, el cuarzo es poco o nada importante.

b) Areniscas de grano fino

De esta forma se denomina a un conjunto de rocas en las que el cuarzo es ya un constituyente importante. Puede haber además feldespatos y micas detríticas en una matriz pelítica más o menos abundante.

El tamaño de grano es muy fino, y macroscópicamente pueden ser confundidas con las filitas (pizarras en algunos casos).

El metamorfismo puede apreciarse por el grado de reorganización del material pelítico.

c) Areniscas de grano medio a grueso

La granulometría de estas rocas es sensiblemente mayor que la de las anteriores, hasta encontrar términos que pueden ser clasificados como conglomerados.

El cuarzo es muy frecuente. Suele haber también feldespatos, y la matriz es variable en su composición.

El grado de metamorfismo en este tipo de rocas se manifiesta menos que en el anterior; esto es debido a sus características texturales y mineralógicas.

4.1 CAMBRICO (CA₁₁₋₁₂, CA₁₂, CA₁₃, CA₂₁, CA₂)

4.1.1 METARENISCAS CONGLOMERATICAS DE BARBADILLO DEL PEZ (CA₁₁₋₁₂)

Minerales esenciales: Cuarzo.

Minerales accesorios: Biotita, con pérdida de hierro, sericita y opacos.

Textura: Sefítica.

Clastos de cuarzo y metacuarzo de hasta 6 mm. de longitud, elongados y con acusadísima extinción ondulante.

Hay moscovita de neoformación a lo largo de planos de fractura.

Matriz predominantemente silícea de grano fino.

4.1.2 PIZARRAS DE RIOCABADO

Minerales esenciales: Moscovita, sericita, cuarzo, carbonato (a veces).

Minerales accesorios: Turmalina, opacos, óxidos de hierro.

Textura: Lepidoblástica, de grano muy fino.

Constituyen un agregado orientado de moscovita-sericita, a veces con algunas moscovitas detríticas, pequeños granos de cuarzo y carbonato, que suelen estar orientados con la pizarrosidad, o también este último en pequeños lentejones. Es típico y distintivo de estas filitas el carbonato, así como la impregnación de óxidos de hierro que, a menudo, sigue los planos de pizarrosidad.

4.1.3 DOLOMIAS DE MANSILLA (CA₁₃)

Son rocas bastante puras, constituidas casi esencialmente por carbona-

to magnésico. El tamaño de grano es variable de unas a otras, pero en cada lámina es homogranular. Se atribuye este hecho a la recristalización de la roca y no a un carácter primario de la misma.

Su porosidad es muy baja, presentando con frecuencia fracturillas con cuarzo. Hay pequeños cuarzoes que, en la mayor parte de las veces, evidencian un proceso de silicificación y no una procedencia detrítica.

Se observan además otras pequeñas fracturas en las que se disponen óxidos de hierro. En zonas donde la trama de fracturas es más apretada hay cristales de siderita.

La calcita no aparece en ninguna de las muestras estudiadas, ni siquiera secundaria.

4.1.4 PIZARRAS CON LENTEJONES CARBONATADOS DE MANSILLA (CA₂₁)

a) **Filitas (macroscópicamente, pizarras carbonatadas)**

Semejantes a las anteriores.

b) **Areniscas de grano fino**

Minerales esenciales: Cuarzo, moscovita, sericita, plagioclasa y feldespato potásico.

Minerales accesorios: Carbonato (a veces), biotita (clorita), turmalina, circón, apatito y opacos.

Textura: Blastosamítica, de grano fino.

Pequeños clastos equigranulares de cuarzo, y también microlina y a veces plagioclasa en una matriz sericítico-arcillosa más o menos apizarrada.

A veces hay micas detríticas alargadas y flexionadas, y granos de carbonato rodeados por óxidos de hierro.

4.1.5 PIZARRAS Y ARENISCAS DE RIO GATON (CA₂)

a) **Areniscas de grano fino**

Minerales esenciales: Cuarzo, moscovita-sericita.

Minerales accesorios: Plagioclasa, turmalina, circón, esfena y carbonato (a veces) y opacos.

Textura: Blastosamítica.

Existe una variación en la proporción relativa clastos-matriz. En ocasiones, esta última llega a ser dominante, pero parece que siempre se conservan elementos detríticos groseros.

No existen rasgos significativos que diferencien estas rocas de otras del mismo tipo, en distintos niveles del Cámbrico.

b) Areniscas de grano medio

Minerales esenciales: Cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico.

Minerales accesorios: Moscovita, sericita, circón y opacos. A veces, leucoxeno y biotita.

Textura: Samítica.

Clastos de cuarzo dominantes, de hasta 2 mm. de longitud, generalmente monocristalinos, con extinción ondulante acusada. Feldespatos de menor tamaño con microclina, y también plagioclasa, que pueden constituir hasta un 15 por 100 del total. Sericita intergranular sin definir una orientación determinada.

El tamaño de grano puede ser a veces menor y más uniforme. Asimismo, la matriz sericítica puede llegar a ser prácticamente inexistente y los granos presentan entonces saturación de los bordes.

Se observan algunas micas alargadas y curvadas de procedencia detrítica.

Es destacable aquí el porcentaje en feldespatos y la escasez de matriz.

5 METALOGENIA

La única mineralización de la Hoja la constituyen los hierros del norte de Ríocabado.

Se trata de que en algunos puntos aislados de la Dolomía de Mansilla aparecen concentraciones de hierro no atribuibles en su totalidad a mineralizaciones singenéticas y que parecen estar asociadas a fracturas. Pensamos que estas fracturas actuarían como zonas de descompresión, y que fluidos procedentes del metamorfismo disolverían parte del mineral primario, volviendo a depositar, a favor de estas fracturas, en zonas próximas al yacimiento primario.

6 GEOLOGIA ECONOMICA

6.1 ROCAS INDUSTRIALES

Es escasa la utilización con fines industriales de la litología de la región, limitándose estos a las canteras de calizas jurásicas, que se han aprovechado ocasionalmente para la construcción del firme de las carreteras locales.

También se están utilizando para fines industriales los niveles de caolines del Cretácico Inferior, en las facies Utrillas.

En el gran valle fluvial del río Arlanza, en distintos puntos se aprovecharon

los depósitos aluviales para establecer graveras con carácter temporal, estando variando constantemente de lugar para beneficiar dichos depósitos.

6.2 MINERIA

Debido a la actual crisis de energía se rumoreaba en la zona una próxima explotación de los pequeños lentejones de lignitos del Cretácico Superior de las facies continentales de Utrillas.

Dentro de los materiales Paleozoicos, los niveles carbonatados del Cámbrico Inferior han sido en algunos puntos explotados para la extracción de óxidos de hierro.

6.3 HIDROGEOLOGIA

Los terrenos situados sobre el borde norte de la Hoja se consideran semipermeables con un drenaje, por percolación y escorrentía, aceptable.

Los terrenos situados sobre el borde E. y S. se consideran impermeables con un drenaje, por escorrentía superficial muy activa, favorable.

7 BIBLIOGRAFIA

- ASSENS, J. (1971).—«Notas sobre el Jurásico de la zona de Cameros». *Cuadernos Geol. Iber.*, núm. 2, pp. 637-41.
- BOQUERA, J.; GIL SERRANO, G., y ZUBIETA, J. M. (1976) (en prensa).—Hoja Geológica 1:50.00, núm. 21-11 (Ezcaray). IGME.
- BEUTHER, A., y DAHM, A. (1966).—«Der Jura und Wealden in Nordost Spanien». *Beihefte zum. Geologischen Jahrbuch*, heft. 44.
- BRENNER-WEDMANN, J. (1974).—«Nuevas aportaciones al conocimiento del Weald Celtibérico Septentrional y sus relaciones paleogeográficas». I. *Simposium sobre el Cretácico de la Cordillera Ibérica*, Cuenca, 1974.
- COLCHEN, M. (1960).—«Observations sur le Cambrien de la region d'Ezcaray (Sierra de la Demanda, prov. de Logroño, Espagne). *C. R. somm. S. G. Fr.*, pp. 135.
- (1963).—«Sur la tectonique de la bordare nord de la Sierra de la Demanda (Chaines Iberiques, Espagne)». *Extrait. de C. R. somm des seanc de la Soc. Geol. de France*, fasc. 6, pp. 196, Caja núm. 10.
- (1963).—«Etude tectonique du secteur Pradoluengo-Alarcia Sierra de la Demanda (Chaines Iberiques, Espagne)». *Extrait du Bull. de la Soc. Geol. de France*, t. V, pp. 1068-1075, caja núm. 10.
- (1964).—«Sur les formations carboniferes du nord de la Sierra de la Demanda (Chaines Iberiques, Espagne). *Extrait des comp. rendus des seanc. de l'Acord. del Scienc*, t. 258, pp. 2863-2865, caja núm. 10.

- (1964).—«Sur une coupe a travers les formations paleozoiques de la Sierra de la Demanda (Burgos, Logroño, Espagne)». *Extrait du C. R. Somm. des seanc. de la Soc. Geol. de France*, fasc. 10, pp. 422, caja número 10.
- (1964).—«Sobre la tectónica del borde norte de la Sierra de la Demanda (Cadena Ibérica, España)». *Notas y Comun. IGME*, núm. 73, pp. 217-220.
- (1964).—«Successions Lithologiques et niveaux repères dans le paleozoïque antecarbonifère de la Sierra de la Demanda (Burgos, Logroño, Espagne)». *Extrait des comp. vendus des seanc. de l'Acord. des scienc.*, t. 259, pp. 4758-4761, caja núm. 10.
- (1965).—«Nouvelles donnees sur le carbonifère de la Sierra de la Demanda (Burgos, Espagne)». *Extrait des comp. vend. des seanc. de l'Acord. des Scienc.*, t. 260, pp. 1696-1699, Armonio V, Estante 7.
- (1966).—«Sur la tectonique tertiaire du massif paleozoïque de la Sierra de la Demanda (Espagne) et de sa couverture mesozoïque et cenozoïque». *Bull. Soc. Geol. France*, t. VII, pp. 87-97.
- (1967).—«Sur la presence du Cambrien Superieur a "Prochuangia" et "Chuangia" dans la Sierra de la Demanda (Logroño)». *C. R. Acord. Sci. Paris* 264, pp. 1687-1690.
- (1968).—«Le Cambrien et ses limites dans la Sierra de la Demanda (Burgos, Logroño, Espagne)». *Comptes Rendu. Soc. Geol. de France*, fascículo 6, pp. 180-182.
- COLCHEN, M., y HAVLICEK, V. (1968).—«Le niveau a Billingsella cf. Pinguliformis Nikitin du Cambrien de la Sierra de la Demanda (Logroño, Espagne)». *Compte. Rendu. Soc. Geol. de France*, fascículo 4, pp. 116.
- GIL SERRANO, G.; ZUBIETA, J. M., y BOQUERA, J. (1976) (en prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 20-11 (Pradoluengo)». *IGME*.
- GIL SERRANO, G.; JIMENEZ BENAYAS, S., y ZUBIETA, J. M. (1976) (en prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 21-12 (Canales)». *IGME*.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. (1942).—«Encuentro de yacimientos paleontológicos en la Sierra de la Demanda». *Notas y Comunicaciones. Inst. Geol. Min. de España*, núm. 10, pp. 13-32.
- (1946).—«Extracto y explotaciones acerca de una nota (R. Aitken) sobre la tectónica de la Demanda». *Notas y Comuns. IGME*, núm. 15, pp. 181-210, 2 láms., 4 figs.
- (1949).—«Criaderos de mineral de hierro de la Sierra de la Demanda (provincias de Burgos y Logroño)». *Public. de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, t. I, pp. 1-51, caja 10.
- LOTZE, F. (1960).—«Sobre la tectónica de la parte oriental de la Sierra de la Demanda». *Notas y Comunicaciones. IGME*, núm. 57, pp. 183-192, 5 figs.
- MORILLO VELARDE, M. J., y MELENDEZ HEVIA, F. (1972).—«La falla de San Leonardo». *Interpretación paleogeográfica. Est. Geol.*, núm. 28, pp. 65-76.

- PALACIOS, P., y SANCHEZ LOZANO (1885).—«La formación Wealdense en las provincias de Soria y Logroño», t. XII, Madrid.
- RIBA, O. (1955).—«Sobre la edad de los conglomerados terciarios del borde norte de la Sierra de la Demanda y Cameros». *Notas y Comunicaciones. IGME*, núm. 39, pp. 39-50, 1 fig.
- (1955).—«Sur le type de sedimentation du tertiaire continental de la partie ouest du bassin de l'Ebre». *Sonderchuk aus der. Geol. Rundsch. chau*, Bard 43, Seite, 363-371.
- RIBA, O., y RIOS, J. M. (1962).—«Observations sur la structure du secteur sud-ouest de la chaine Iberique (Espagne)». In *Livre a la memoire du Professeur P. Fallot*, t. 1, pp. 275-290, mem. h-sr. Soc. Geo. France.
- SCHMIDT, R. (1969).—«Stratigraphische Vutersuchungen im Jura und Wealden von Salas de los Infantes». *Dipl. Arbeit tubinger*, 80 pp.
- SCHRIEL, W. (1945).—«La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes». *Consejo Sup. de Inv. Cientificas*, de Madrid.
- TISCHER, G., y BEATHER, A. (1957).—«Die Wealden-Ablagerung der Sierra de los Cameros (Iberischen Ketten, Spanien)». *Beiheft. 44 zum. Geol. Ichrbuch*, hoja 37, caja núm. 37.
- TISCHER, G. (1966).—«El delta Weáldico de las montañas Ibéricas occidentales y sus enlaces tectónicos». *Notas y Comunicaciones. IGME*, núm. 81, pp. 53-78.
- VALLADARES, M. I. (1975).—«Sedimentología del Jurásico y Cretácico al Sur de la Sierra de la Demanda». *Acta Salmanticensia*, 1975-1976.
- WIEDMANN, J. (1965).—«Sur la possibilité d'une subdivision et des correlations du Cretace Inferieur Iberique». *Mem. Bur. Rech. Geol. Min.*, 34, páginas 819-823.