



IGME

240

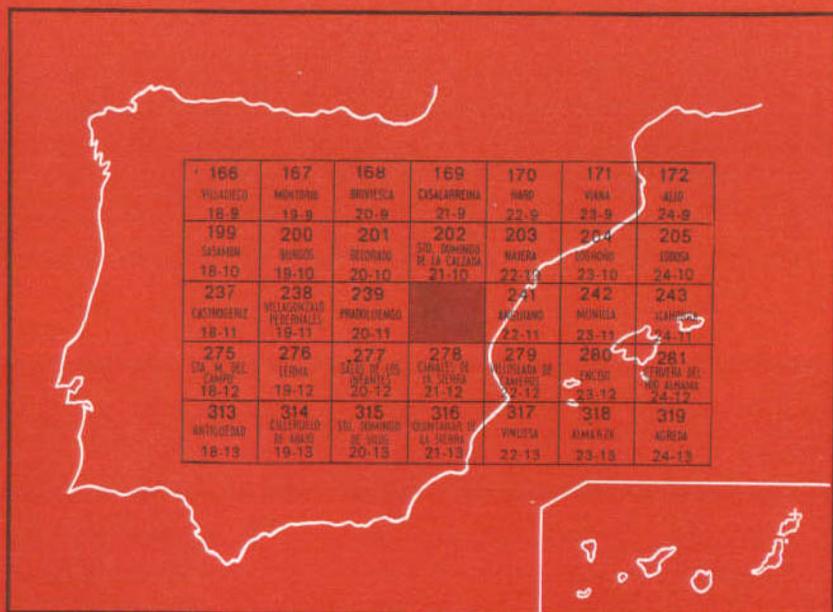
21-11

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

EZCARAY

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
E. 1:50.000

EZCARAY

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: J. Boquera, G. Gil Serrano y J. M. Zubieta.

En los trabajos de campo se ha contado con la colaboración de C. Kaiser.

En Petrología (IBERGESA): Doctor M. Peinado, licenciado A. Pérez Rojas y licenciada María José López García.

En Sedimentología (IBERGESA): 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 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 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 - 28.337 - 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, cabalgamiento 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.

1 ESTRATIGRAFIA

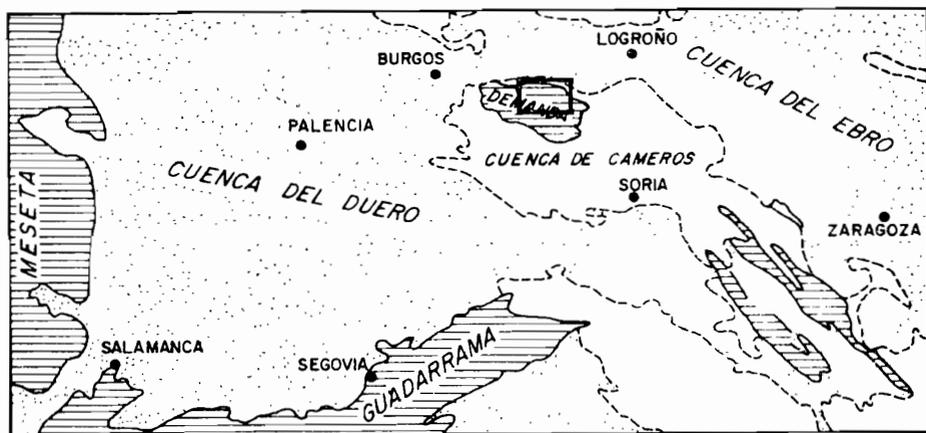
Los materiales más antiguos que afloran en la Hoja son unas pizarras filitosas, atribuidas al Precámbrico.

Sobre ellos se deposita discordante el Cámbrico. Empieza esta serie por conglomerados de cantos silíceos, seguidos de unos niveles de areniscas que pasan progresivamente a alternancias arenisco-pizarrosas. A continuación aparecen unos niveles carbonatados sobre los que descansan unas alternancias de areniscas y pizarras, encima de las cuales se encuentra otro nivel de areniscas. Culmina el Cámbrico con la aparición de una serie de alternancias arenisco-pizarrosas, y en su techo aparecen lentejones de conglomerados.

Sobre estos sedimentos se deposita concordantemente la formación del Tremadociense, que está constituida por alternancias de pizarras y areniscas.

En la parte NO. de la Hoja aparecen en discordancia sobre las formaciones anteriores unos niveles de conglomerados, pizarras y areniscas pertenecientes al Westfaliense.

En el borde norte afloran formaciones secundarias, depositadas con fuerte discordancia sobre el Paleozoico. Comienza la serie con las areniscas y margas rojas, dolomías amarillas y margas abigarradas características del Tríasico de facies germánica. A continuación aflora un nivel de carniolas, que



 Paleozoico

 Mesozoico

 Terciario

ESQUEMA DE SITUACION (Según H. Mensink)

representa la transición entre los depósitos continentales del Triásico y los sedimentos fundamentalmente carbonatados del Jurásico. Encima aparecen unos niveles calizos, seguidos de otros margosos, ambos de edad liásica. Sobre ellos aflora un paquete de calizas masivas, seguidas de alternancias de margas y calizas correspondientes al Dogger. Continúa el Mesozoico con las series continentales en facies Weald, representadas aquí por dos pequeños afloramientos de escasos metros.

El Terciario ocupa pequeños retazos en el borde septentrional, distinguiéndose en él dos formaciones.

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

1.1 PRECAMBRICO

Se atribuyen al Precámbrico los metasedimentos que afloran en dos localidades del norte de la Hoja. Se encuentra uno entre las aldeas de San Juan

y Cillarrena, y otro al sur de Pazuengos, siendo ambos, sobre todo el último, de muy escasa extensión.

1.1.1 PIZARRAS FILITOSAS DE ANGUIANO PC

Dada la pequeña extensión de los afloramientos, no se puede tomar ninguno como localidad-tipo. En ambos aparecen unas pizarras filitosas algo satinadas, con elementos detríticos y numerosos minerales de neoformación, como cuarzo y clorita, y no orientados, como micas y minerales opacos.

El muro de esta formación es desconocido. Se supone que estos meta-sedimentos constituyen la parte superior de una serie cuya potencia se ignora.

En cuanto al techo, los dos afloramientos están constituidos por los conglomerados de base del Cámbrico Inferior.

En las pizarras filitosas de Anguiano no ha sido posible encontrar fósiles, por lo que la datación debe basarse únicamente en criterios litoestratigráficos. Dichas pizarras aparecen en discordancia y a muro de los conglomerados que, como más adelante se verá, se atribuyen a la base del Cámbrico.

Por tanto, y siguiendo a F. LOTZE, M. COLCHEN y otros autores que han trabajado en la Demanda, se atribuye a las pizarras filitosas de Anguiano la edad precámbrica.

De todos modos, dada la exigua extensión de los afloramientos y la fuerte tectónica de la zona, no es posible determinar con seguridad la existencia de la discordancia asintica.

1.2 PALEOZOICO

Pertenecen al Cámbrico la mayor parte de los depósitos que constituyen el Paleozoico. Se presenta dividido en:

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

— Cámbrico Medio, constituido fundamentalmente por pizarras y areniscas; empieza por un tramo de pizarras carbonatadas a muro y termina con otro detrítico a techo.

— Cámbrico Superior, constituido por alternancias de areniscas y pizarras.

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.

A estas formaciones del Cámbrico le sigue una serie alternante de pizarras y areniscas de edad ordovícica. Bien sobre esta serie, bien sobre

las formaciones cámbricas, se encuentran diversos afloramientos de Carbonífero.

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 la Hoja situada al Este, donde el río Najerilla proporciona un excelente corte natural y la tectónica de suaves pliegues facilita su estudio.

Se han respetado las localidades-tipo y nomenclatura de las formaciones, aunque algunas pertenezcan a otras Hojas del conjunto de la Demanda.

Del estudio petrográfico de las formaciones precarboníferas del macizo, el colaborador de este proyecto, 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.

1.2.1 CAMBRICO

En el establecimiento de las formaciones cámbricas se han respetado las utilizadas por M. COLCHEN en su trabajo «Geología de la Sierra de la Demanda», por considerarlas adecuadas. Son las siguientes:

— En el Cámbrico Inferior:

- «Conglomerados de Anguiano» CA₁₁.
- «Areniscas y pizarras de Puntón» CA₁₂.
- «Dolomías de San Antón» CA₁₃.

— En el Cámbrico Medio:

- «Pizarras carbonatadas de Azarrulla» CA₂₁.
- «Pizarras verdes de río Gatón» CA₂
- «Metareniscas de Viniegra» CA₂₃.

— En el Cámbrico Superior:

- «Alternancias del Najerilla» CA₃.
- «Conglomerados del Cámbrico Superior» cg.

1.2.1.1 Conglomerados de Anguiano CA₁₁

Esta formación conglomerática aparece en tres localidades de la Hoja: en las proximidades de Cillarena, al sur de Pazuengos y en el valle de Urdanta. En esta última es de tan pequeña extensión que no se ha representado en el mapa.

Dada la pequeña extensión y potencia, y la presencia de abundantes derrubios y vegetación, no es posible establecer una estratigrafía completa, por lo cual remitimos al lector a la «Geología de la Sierra de la Demanda», op. c., en la que se estableció una columna de detalle al sur de la población de Anguiano.

Su potencia en Cillarena es de 30 m., con aspecto masivo, con estratificación poco marcada, y únicamente la disposición de los cantos y la presencia de lentejones areniscosos interestratificados permiten intruirla.

Se trata de un conglomerado polimíctico con cantos de cuarcita, cuarzo y turmalina, con una matriz silíceo-arcillosa de color pardo claro, o silíceo-arcillosa de color pardo-rosado, violácea o gris azulada.

Estos conglomerados representan los productos residuales de un período de erosión continental, al parecer muy prolongado, durante el cual fueron destruidos los materiales más alterables.

Yacen acordantes, o con contacto tectónico, sobre las «pizarras filitosas de Anguiano», y no incluyen cantos de composición análoga a estas últimas, lo que indica una discontinuidad litoestratigráfica, relacionada seguramente con un rejuvenecimiento de los relieves en un antepaís desconocido. Sea cual fuere la causa, estas rocas detríticas, esencialmente silíceas, representan los primeros productos de un nuevo período sedimentario.

Los «conglomerados de Anguiano» continúan a techo por unos niveles detríticos de areniscas groseras que reposan en perfecta concordancia con ellos y que corresponden al Georgiense Medio. El límite entre ambas formaciones viene marcado por el techo del último banco netamente conglomerático.

1.2.1.2 Areniscas y pizarras de Puntón CA₁₂

Es el piso más potente del Cámbrico Inferior.

Litológicamente se pueden distinguir en él dos formaciones distintas. Una a muro, fundamentalmente detrítica, las «metareniscas de Puntón», y otra a techo, más pelítica, las «pizarras de Puntón».

A) «Metareniscas de Puntón».

Aflora al norte y nordeste de la Hoja, ocupando extensas áreas, con una potencia aproximada de 400 m.

Se pueden distinguir cuatro niveles, que de muro a techo son:

— Un primer nivel de areniscas finamente estratificadas, que alternan con pizarras oscuras. Su potencia es de 40 m., aproximadamente.

— Un segundo nivel de areniscas masivas de unos 40 m. de potencia, en bancos decimétricos, de color pardo, que generalmente destacan bien en el paisaje.

— Un tercer nivel formado por una serie de alternancias de areniscas y pizarras, con una potencia de unos 170 m.

— Un cuarto nivel de areniscas masivas, microconglomeráticas, de unos 170 m. de potencia, que destacan fuertemente en el paisaje.

Las rocas de la formación «areniscas de Puntón» son rocas detríticas, que van de areniscas finas a areniscas arcósicas microconglomeráticas. Contienen casi siempre una cierta cantidad de fragmentos de rocas y feldespatos, sobre todo en los niveles superiores, lo que atestigua la poca madurez de los elementos detríticos. Se distribuyen en el tiempo según cuatro niveles sucesivos, que se caracterizan por su composición mineralógica y se diferencian por una estratificación más fina y regular en el primer y tercer nivel, y por una granulometría más grosera en los niveles segundo y cuarto. Este último está constituido en parte por rocas de facies microconglomeráticas.

Las «areniscas de Puntón» reposan concordantemente sobre los «conglomerados de Anguiano», estando definido el límite entre ambas formaciones por el techo del último banco netamente conglomerático y la aparición de los primeros niveles pizarrosos de las «pizarras de Puntón», que yacen concordantemente sobre ellos.

B) «Pizarras de Puntón»

Aflora en el norte y nordeste de la Hoja, con una potencia aproximada de 90 m.

Están constituidas por finas alternancias de areniscas y pizarras. El color dominante es el gris verdoso, con algunas bandas rosadas. En la base predominan las areniscas, mientras que en la parte superior aparece una alternancia bastante regular de areniscas y dolomías en bancos centimétricos. Los elementos clásticos predominan en los niveles areniscosos de la base, mientras que no existen prácticamente en los dolomíticos. La matriz, que es arcillosa, varía en proporción inversa a los elementos detríticos, predominando en los niveles de grano más fino. Los carbonatos se encuentran únicamente en los niveles dolomíticos, de modo que no hay paso gradual de rocas detríticas a carbonatadas, sino que existe una superposición brusca de rocas con facies diferentes.

Las «pizarras de Puntón» reposan concordantemente sobre las formaciones detríticas situadas en la base, que son las «metareniscas de Puntón». El techo de esta formación lo constituye el compacto nivel de dolomías masivas del Georgiense Superior, que yace concordante sobre ella.

1.2.1.3 «Dolomías de San Antón» CA₁₃

Esta formación constituye una unidad litológica bien individualizada dentro de la serie arenisco-pizarrosa paleozoica. El color pardo que toma por altera-

ción hace de ella un excelente nivel-guía, pues contrasta fuertemente con las restantes formaciones.

Se ha tomado como localidad-tipo un afloramiento en las proximidades de la aldea de San Antón, donde la formación está mejor desarrollada. La potencia es de unos 50 m. y se observan los siguientes tramos:

— A muro, un nivel de unos 10 m. de potencia, constituido por bancos decimétricos de dolomía de color azul con intercalaciones de pizarras pardogrisáceas.

— Le siguen 10 m. de dolomía azul, bien estratificada, en bancos decimétricos.

— Culmina la formación con un paquete de unos 30 m. de dolomía masiva de color azul intenso en corte fresco y que por alteración toma tonalidades parduzcas muy características. En este último tramo aparecen enriquecimientos locales, relacionados con fracturas, de siderita, pirita y calcopirita, que en otros tiempos fueron explotados.

Frecuentemente aparecen en la dolomía filoncillos secundarios de color blanco a rosado, constituidos por dolomita y baritina, respectivamente. En las proximidades de Azarrulla, y en algún punto aislado más, aparece «dolomía franciscana» con el característico franjeado blanco y azul.

Las rocas que componen esta formación están constituidas en su mayor parte por carbonatos. El más importante cuantitativamente es la dolomita, seguido de la calcita. En menor proporción se encuentra siderita y ankerita. Como minerales accesorios aparecen filosilicatos y cuarzo.

Las «dolomías de San Antón» reposan concordantemente sobre las «pizarras de Puntón» y se encuentran a muro, concordantes también, de las «pizarras carbonatadas de Azarrulla». Se ve, pues, que el compacto paquete de dolomías masivas se encuentra encajado entre rocas de menor competencia, por lo que, en las zonas de grandes esfuerzos tectónicos, estos últimos materiales actúan como niveles de despegue, ocasionando que el contacto entre las dolomías y dichas formaciones sea de naturaleza tectónica.

1.2.1.4 Pizarras carbonatadas de Azarrulla CA₂₁

Los niveles pizarrosos del Acadiense Inferior descansan concordantes sobre el paquete de dolomías masivas que constituye su muro, y pasan gradualmente a las alternancias arenisco-pizarrosas que se encuentran sobre ellas, estando determinado por el último horizonte carbonatado su límite.

Su potencia máxima la alcanzan en los afloramientos del valle del río Oja, cerca de Azarrulla, que se toma como localidad-tipo, donde tiene alrededor de 25 m.

Esta formación representa un cambio lateral de facies del Cámbrico Medio Indiferenciado.

Se observa, de base a techo, los siguientes niveles:

— Pizarras carbonatadas, blancas o verdosas, con venas de color rosado. Aparecen en el terreno como una serie de lechos entrelazados, pizarrosos y carbonatados. Los primeros contienen elementos detríticos, filosilicatos y calcita. Los segundos están constituidos exclusivamente por calcita.

— Pizarras verdosas, con pequeños nódulos de carbonatos de forma lenticular y dispuestos paralelamente a la estratificación.

— Pizarras verdes y rosadas. Constituidas por una serie de elementos detríticos, como cuarzo, feldespato y micas, a los que engloba una matriz formada fundamentalmente por filosilicatos. En este nivel hay que destacar la presencia de minerales opacos, principalmente óxidos de hierro.

1.2.1.5 Pizarras verdes de río Gatón CA₂

La formación «pizarras verdes de río Gatón», que constituye el Acadiense Medio, ha sido individualizada cartográficamente sólo en la mitad oriental de la Hoja. En el resto, el conjunto de formaciones que comprende el Cámbrico Medio ha sido englobado bajo la denominación de Acadiense Medio Indiferenciado, identificándolo con el tramo más representativo.

Las «pizarras de Gatón» alcanzan su máxima potencia, unos 220 m., en el valle del río Gatón, localidad que se considerará típica.

Aparece aquí una serie de alternancias arenisco-pizarrosas de estratificación muy fina, en las que destacan algunos de los bancos de las areniscas, más masivas. Los niveles pizarrosos son de color gris ceniza, o verde, mientras que las areniscas son grises oscuros con franjas rosadas.

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 areniscoso 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 aparecen nidos micáceos y, repartidos en su masa, nódulos carbonatados y ferruginosos. Entre los elementos detríticos, el más abundante es el cuarzo, encontrándose también grados 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 de areniscas a veces lenticulares, que alternan de forma irregular con lechos arcillosos y micáceos. Los niveles de arenisca 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 engloban algunos granos de cuarzo y numerosas láminas de mica.

En la base de los estratos se observan figuras sinsedimentarias, que pueden ser de carga, corriente y deslizamiento.

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

En la zona oriental, a techo y concordante con ellas, se encuentra el paquete de areniscas masivas de Viniegra. Aquí el límite está netamente marcado por el paso de alternancias arenisco-pizarrosas a areniscas masivas. En la zona occidental, por el contrario, el límite es impreciso. Las areniscas masivas disminuyen de potencia y presentan intercalaciones pizarrosas, lo que hace que se confundan con las alternancias inferiores.

1.2.1.6 Metareniscas de Viniegra CA₂₃

Esta formación aflora en la mitad oriental de la Hoja como un paquete de areniscas compactas que resaltan fuertemente en el relieve. Su potencia se puede estimar en 250 m.

Aparece como un paquete homogéneo de areniscas, claramente estratificadas en bancos decimétricos. Presentan un característico color gris claro con algunos horizontes rosados o verdosos. En la parte superior se encuentran algunos niveles pizarrosos finos que separan los compactos bancos de areniscas.

Estas rocas están compuestas principalmente por una serie de elementos clásticos, englobados en una matriz pelítica. Entre los elementos detríticos, el cuarzo es el más abundante, seguido de los feldespatos. Aparecen también micas y minerales pesados. La matriz está formada por sílice y filosilicatos. Los elementos detríticos aparecen bastante bien calibrados.

Las «metareniscas de Viniegra» presentan esta facies característica únicamente en la mitad oriental de la Hoja. Hacia el Oeste, su potencia disminuye con rapidez. Su constitución petrográfica evoluciona también en la misma dirección, pasando a una facies más pelítica en la parte occidental, donde aparecen numerosos niveles pizarrosos intercalados entre los bancos de areniscas. En el Oeste, la formación pierde de este modo su identidad, confundándose con las «pizarras verdes de río Gatón», en las que ha sido englobada.

En la parte oriental, el paquete de areniscas está bien definido, destacando de las alternancias infra y suprayacentes. Su contacto con estas formaciones es concordante.

1.2.1.7 Alternancias del Najerilla CA₃

Alcanza su máxima potencia, unos 1.000 m., en el valle del Najerilla. Aquí las capas están afectadas por una tectónica suave y el río excava en ellas un profundo desfiladero. Todas estas circunstancias permiten estudiar la formación con mayor facilidad, por lo que se tomará esta zona como localidad-tipo.

Constituye la formación una serie de alternancias de areniscas gris-verdosas y pizarras azuladas. Presentan una sucesión de litofacies distribuidas en secuencias. Cada una de ellas se compone, de muro a techo, de los siguientes niveles:

- Areniscas silíceas, en bancos masivos.
- Alternancias de areniscas y pizarras.
- Pizarras arcillosas.

Estos tres niveles constituyen la serie litológica elemental que, en sucesivas repeticiones, origina el conjunto de la formación. Tienen una potencia variable según los tramos, pudiendo quedar reducidos a algunos centímetros de espesor. La serie litológica elemental está compuesta principalmente por areniscas y pizarras.

En los niveles inferiores las areniscas tienen un color blanco grisáceo, que pasa a pardo y gris azulado en los niveles más altos. Son rocas homogéneas, compactas, que se rompen con dificultad con el martillo y que a simple vista presentan una facies de cuarcita. Dentro de cada banco, la estratificación está indicada por pequeños lechos micáceos. Se observan estratificaciones cruzadas. Su composición es bastante constante, variando únicamente la proporción en que aparecen sus elementos constituyentes.

Los elementos detríticos comprenden cuarzo, feldespatos, micas y minerales pesados y están generalmente bien calibrados. Los más importantes numéricamente son los cuarzos, seguidos de los feldespatos. Las micas y los minerales pesados se encuentran en menor proporción. La matriz está compuesta fundamentalmente por cuarzo y filosilicatos.

Las pizarras, de color gris azulado, son fundamentalmente arcillosas y presentan, generalmente, una esquistosidad bien acusada. Por lo regular, la estratificación se hace patente en ellas por unas finas alternancias de colores oscuros y claros, o por pequeños lechos micáceos.

Las «alternancias de Najerilla» se encuentran a muro de los niveles ordovícicos y concordantes con ellos, y reposan concordantemente sobre las «areniscas de Viniegra», que litológicamente forman parte del tramo inferior de la primera de las grandes secuencias en que se ha dividido la serie.

Esta formación ha sido datada paleontológicamente por M. COLCHEN, que en 1968 descubrió, por primera vez en España, fósiles pertenecientes al

Cámbrico Superior. Estudió tres yacimientos fosilíferos en las areniscas del valle al Najerilla, en las cuales encontró *Billigselle* cf. *lingulaeformis*, *Prechuangia Kobayashi* y *Chuangia* cg. *CH batia*.

Los yacimientos que sirvieron para la datación se encuentran en el valle del río Najerilla, ubicado en esta Hoja y la de Anguiano.

1.2.1.8 Conglomerados del Cámbrico Superior cg

Esta formación, de carácter lenticular, aparece localmente en los últimos niveles del Cámbrico Superior, o en la base del Ordovícico, interestratificada entre niveles de areniscas y pizarras.

Dentro de la Hoja afloran en la parte sur de los picos Necutiu, Saliñero y El Gitano.

Se trata de un conglomerado polimíctico heterométrico, poligénico con cantos desde unos milímetros a 10 cm., de formas redondeadas o alargadas. No presentan ninguna clasificación. Los cantos pueden ser de cuarcita, cuarzo, aplita turmalinífera o lascas de pizarras, englobados en una matriz arcillosa con cuarzo, feldspatos y minerales opacos.

El haber incluido esta formación dentro del Cámbrico Superior y no en el Ordovícico ha sido basándose en que en el campo, concretamente en el Pico Necutiu, parece ser un cambio lateral de facies de las areniscas del Cámbrico Superior.

Este cambio en la sedimentación debió corresponder a un rejuvenecimiento de los relieves, o a un cambio climático en el antepaís. De todos modos, fue relativamente poco importante, pues no trastornó demasiado la sedimentación habitual.

1.2.2 ORDOVICICO

Constituye el núcleo del sinclinal del Najerilla,

Se ha separado una sola formación de alternancia de areniscas y pizarras de edad tremadociense.

1.2.2.1 Metareniscas y pizarras del Ordovícico O₁₁

La formación ordovícica está constituida por una alternancia de areniscas y pizarras distribuidas de manera seriada.

La serie litológica elemental la componen tres niveles: el inferior, formado esencialmente por areniscas, en bancos regulares y macizos; el nivel medio, constituido por alternancias de areniscas y pizarras, con estratificación más fina, y el superior, con predominio de pizarras. Las sucesivas repeticiones de la serie litológica elemental originan el conjunto de la formación.

Estas secuencias pueden ser agrupadas en tres grandes conjuntos. En

el inferior predominan principalmente las areniscas, mientras que los otros dos son más pizarrosos y presentan una estratificación más fina. Las litofacies de los últimos son muy semejantes a las de las «alternancias del Najerilla», destacando en ellas la presencia de lentejones y nódulos limoníticos.

Las areniscas están compuestas por elementos detríticos, cuarzo, feldespatos y micas, empastados en una matriz arcillosa y silícea. Los granos están bastante bien calibrados.

Las pizarras, de color gris azulado, se componen fundamentalmente de filosilicatos, acompañados de algunos granos de cuarzo aislados.

El Ordovícico tiene una potencia de alrededor de los 400 m. Las litofacies se mantienen bastante constantes en todos los afloramientos.

Estos niveles del Ordovícico descansan concordantes sobre el Cámbrico.

Regionalmente encima de esta formación ordovícica aparecen materiales carboníferos, de edad westfaliense, pero en la Hoja, por la fuerte erosión, no está presente. Existe, por tanto, una amplia laguna estratigráfica entre la base del Ordovícico y el Westfaliense.

1.2.3 CARBONIFERO

El Carbonífero tiene muy pequeña representación dentro de la Hoja. El contacto con los materiales cámbricos es discordante, o tectónico; a su vez, los depósitos mesozoicos se encuentran discordantes sobre él.

La edad westfaliense, y más concretamente C-D, ha sido establecida por correlación con los mismos materiales de la Hoja de Pradoluengo, situada al Oeste, hecha por los mismos autores, en prensa.

Bajo la denominación de Westfaliense C-D se han agrupado al conjunto de conglomerados, areniscas y pizarras, con lentejones calizos, que representan en la Hoja a los materiales carboníferos.

1.2.3.1 Westfaliense C-D

La base la componen generalmente conglomerados formados por bloques y cantos de gran tamaño, englobados en una matriz areniscosa con filosilicatos. Los cantos se disponen en los horizontes inferiores sin ninguna ordenación, y tienen la misma naturaleza litológica que las rocas de las formaciones cámbrico-ordovícicas, que afloran en la Hoja, lo cual indica que estos elementos detríticos provienen de la erosión de dichas formaciones.

Encima aparecen areniscas groseras mal estratificadas, que alternan irregularmente con bancos conglomeráticos. A medida que se sube en la serie, la estratificación aparece mejor definida, alternando las areniscas con bancos pizarrosos, de una manera ordenada.

Le sigue una alternancia arenisco-pizarrosa, constituida por un término

de base formado por areniscas groseras y mal estratificadas, y otro superior más heterogéneo, compuesto de una alternancia irregular de areniscas y pizarras.

Luego lentejones conglomerados, dentro de las alternancias, donde las areniscas de base se van haciendo de grano fino y matriz arcillosa y el término superior se hace totalmente pizarroso, apareciendo lentejones carbonatados.

Termina con un tramo de areniscas microconglomeráticas con una matriz arcillosa y micácea, y unas pizarras grises azuladas, finamente estratificadas, con nódulos de cuarzo y mica, englobados en cemento calizo.

1.3 MESOZOICO

Se encuentra en el borde norte de la Hoja tapizando los materiales paleozoicos de la Sierra de la Demanda, siendo frecuente que presente con él contactos anormales debidos a causas tectónicas.

Comprende desde la base del Triásico hasta un Cretácico Inferior indeterminado, con alguna laguna intermedia.

Lo dividimos, pues, en:

- Triásico.
- Jurásico.
- Cretácico Inferior en facies Weald.

1.3.1 TRIASICO

Se presenta a lo largo de toda la Hoja discordante sobre el Paleozoico, aunque es muy frecuente que esté cabalgado por éste.

Presenta la litología característica de la facies Germánica y ha sido dividido en tres pisos clásicos:

- Buntsandstein.
- Muschelkalk.
- Keuper.

1.3.1.1 Buntsandstein TG₁

Comienza por un conglomerado lechoso de color rojo con algunas franjas ocreas. Su espesor es variable, pudiendo llegar a tener 20 m. Presenta cantos de cuarzo y fragmentos de rocas (cuarcitas, areniscas y pizarras), pertenecientes a las formaciones paleozoicas subyacentes. La matriz es de color rojo y está enriquecida en hierro. En conjunto los cantos están bien clasificados.

Encima de los conglomerados aparecen unas alternancias detríticas arenisco-pelíticas, compuestas de areniscas gruesas, finas y pelíticas, en bancos de espesores decimétricos a métricos. Tienen tono rojo, con intercalaciones verdes y ocre, debidas probablemente a los diferentes grados de oxidación del ión hierro.

Es frecuente la estratificación paralela y cruzada.

En total, la potencia es aproximadamente de 80-100 m.

1.3.1.2 **Muschelkalk TG₂**

Lo más característico de este tramo es su falta de continuidad, acuñándose continuamente, dando lugar a una banda estrecha y lentejonar.

Es una serie de calizas dolomíticas y dolomías de tonos amarillentos y de aspectos semitableado.

La potencia, pues, es variable y puede llegar a tener 15 m.

1.3.1.3 **Keuper TG_{2,3}**

Corresponde al nivel de despegue de la cobertera por su plasticidad, y está muy mecanizado, inyectándose continuamente en las unidades que le rodean, por lo que es muy difícil verlo completo.

Comprende arcillas y margas de colores variados, generalmente rojas, aunque también grises, ocre y azuladas. Interestratificadas en ellas se pueden observar pequeños bancos pelíticos rojos y ocre, así como lentejones de yeso, generalmente negro.

De forma local, aparecen pequeños afloramientos aislados de ofitas que corresponden a emisiones volcánicas submarinas.

Su potencia estimable es de 50 m.

1.3.2 **JURASICO**

Incluimos en este sistema al último piso del Triásico, el Rhetiense, pues no lo diferenciamos del primero del Jurásico, el Hettangiense, al no tener criterios litológicos ni paleontológicos pues la serie es completamente azoica.

Así pues, al Jurásico, por criterios litológicos y paleontológicos lo dividimos en:

- Rhetiense — Hettangiense.
- Sinemuriense.
- Pliensbachiense — Toarciense.
- Aalenense — Bajociense.
- Bathoniense — Calloviense.

1.3.2.1 Rhetiense — Hettangiense TA₃₃-J₁₁ d, c

En contacto normal, que la mayoría de las veces es mecánico, sobre el Keuper aparece esta serie que como ya indicamos es azoica y como aparece inmediatamente debajo de unas calizas fosilíferas datadas como Sinemuriense suponemos para esta serie una edad Rhetiense—Hettangiense.

Está compuesta de carniolas rosas y grises, dolomías de tonos grises y pardos y calizas dolomíticas grises más compactas. Las dolomías grises que predominan en esta serie están muy recristalizadas y tienen aspecto brechoide.

La serie va perdiendo Mg progresivamente y pasa a las calizas sinemurienses de una forma gradual.

La potencia calculada oscila entre 80 y 100 m, aproximadamente.

1.3.2.2 Sinemuriense J₁₁₋₁₂C

Está compuesto este piso por calizas sublitográficas pardas claras, o grises en bancos decimétricos en la base y más potentes a medida que se asciende en la serie. En estos últimos metros de la sucesión pueden aparecer algunos niveles oolíticos.

En los tramos superiores de esta serie encontramos:

Paltechioceras sp.

Zeilleria (*Zeilleria*) *quiaiosensis* CHOFFAT.

Leptechioceras sp.

Gibbirhynchia gr. *curviceps* (QUENSTEDT).

propios de la zona Raricostatum del Sinemuriense Superior.

Su potencia varía de 50 a 70 m.

1.3.2.3 Pliensbachiense — Toarciense J₁₃₋₁₄C, m

Está formado por una alternancia de calizas y margas. Las calizas son de color gris oscuro, y las margas o calizas margosas de color gris más claro.

En la base, los bancos calizos son de 40 cm. o más y predominan sobre las margas, pero a medida que ascendemos en la serie predominan las margas y calizas margosas. A veces, en los tramos superiores se presentan unos niveles oolíticos.

Es frecuente que las calizas tomen un aspecto arrosariado, como un cierto «boudinage», que puede ser debido a cargas diferenciales entre materiales de diferente plasticidad.

En la parte inferior de la serie encontramos: *Uptonia jamesoni* (SOWERBY), *Tetrarhynchia? cf. austriaca* (QUENSTEDT), que indican un Pliensbachien- se Inferior.

En la Hoja del Oeste (Pradoluengo, 239) en la zona media de este mismo tramo encontramos: *Hildoceras bifrons* (BRUGUIERE), propio del Toarciense Medio.

La potencia estimada es de 50-60 m., aproximadamente.

1.3.2.4 Aalenien- se — Bajocien- se J_{21-22C}

Son las calizas masivas llamadas «Barra del Dogger» porque normalmente presentan un resalte que destaca sobre el terreno. Tiene una parte inferior de unos 15 m. de caliza gris y gris oscura, en bancos de 50 m. a 1 m. y una parte superior constituida por calizas masivas en bancos de espesores mé- tricos. Es una caliza oolítica gris oscura, en la que se puede observar algún grano de cuarzo.

En los tramos altos de esta formación, en la Hoja del Oeste (Pradoluengo, 239) encontramos: *Stephanoceras mutabile* (QUENSTEDT), *Morrisithyris uni- formis* (SEIFERT), *Monsardithyris ronzevauxi* (ALMERAS), que datan un Ba- jocien- se Medio.

La potencia oscila de 30 a 40 m.

1.3.2.5 Bathonien- se — Callovi- en- se J_{23-J24C}, m

Consiste en una alternancia de calizas, margas y calizas margosas, pre- dominando las margas hacia la mitad de la formación.

Las calizas son algo arenosas y cuanto más ascendemos en la serie más arenosas se hacen. Son de un color gris parduzco, las margas negruzcas y están dispuestas en bancos de potencias decimétricas, siendo su estratifi- cación muy regular.

En la Hoja del Oeste (Pradoluengo, 239), en este mismo tramo se han encontrado: *Procerites* sp., *Indosphinctes* sp., *Procerites subprocerum* (BUR- CKMAN), que definen esta edad, no descartando la posibilidad de un Oxfor- dien- se para los últimos tramos, pero que por falta de fauna no comprobamos.

1.3.3 CRETACICO INFERIOR EN FACIES WEALD

Se encuentran dos retazos muy pequeños al noroeste de Valgañón, pero que reseñamos por su importancia estratigráfica. Sobre el último tramo del Jurásico, en facies marina y discordante, aunque esto no se aprecie sobre el terreno, aparecen unas areniscas, arcillas, conglomerados y alguna caliza que deben corresponder a una facies continental cuya edad ignoramos,

pero que por correlación con las Hojas siguientes suponemos que es un Cretácico Inferior en «facies Weald».

Su potencia aproximada no pasará de los 10 m.

1.4 Terciario

Se extiende en el borde Nor-oriental y un retazo cerca de la esquina Nor-occidental. Podemos distinguir:

- Oligoceno Inferior.
- Mioceno Superior

1.4.1 OLIGOCENO INFERIOR T₃^Acg

La secuencia está integrada por bloques y cantos poligénicos de rocas mesozoicas y paleozoicas, bien cementadas por una matriz arcilloso-arenosa rosa y parda clara, cuya granulometría decrece de Sur a Norte, pasando de conglomerado a areniscas groseras y después a arcillas. La existencia de este predominio de detríticos groseros, en la franja meridional de la cuenta del Ebro, refleja las características paleogeográficas de la Demanda y Cameros con respecto a la Sierra de Cantabria, que tiene una distribución mayor de finos en sus materiales.

La relación de estos conglomerados con el borde mesozoico es, prácticamente, siempre en esta Hoja, mediante un cabalgamiento.

Al oeste de Tobía, fuera de la Hoja, se ven bien a estos conglomerados reposando discordantes sobre las formaciones mesozoicas, resaltando así una tectónica anterior al depósito de los conglomerados del Oligoceno. En la Hoja llegan a tener 250 m., aproximadamente.

1.4.2 MIOCENO SUPERIOR T₁^B

Se presenta formando una secuencia litológica, aparentemente continua, con los conglomerados del Oligoceno, de los que están separados mediante una discordancia angular muy leve. La discordancia se observa bien en la margen derecha de los valles de los ríos Oja y Najerilla, cerca de los pueblos de Santurdejo y Ledesma de la Cogolla, fuera de esta Hoja.

Los cantos son esencialmente paleozoicos, de cuarcitas y pizarras, mal cementadas por una matriz arcillo-arenosa rosa y parda clara.

Los tramos inferiores se encuentran cabalgados por el Mesozoico.

Su potencia estimada en la Hoja es de 200 m., aproximadamente.

1.5 CUATERNARIO

Incluimos aquí a un tramo que comprende desde el Plioceno al Pleistoceno, por distinguirlo de las formaciones terciarias. Comprende:

- Pliocuaternalio.
- Coluvial.
- Llanura de inundación.
- Aluvial.

1.5.1 PLIOCUALERNARIO T₂^B-Q

Son recubrimientos discontinuos que ocupan muy poca extensión en la Hoja y que representan los testigos de una superficie de erosión muy reciente, inclinada hacia el Norte, y que se ve muy bien en la región de Ezcaray.

Los materiales son del tipo «raña» y son bloques de cuarcita subredondados con matriz arcillosa.

Puede llegar a tener más de 50 m.

1.5.2 COLUVIAL

Son depósitos en las faldas de las pendientes, compuestas por bloques angulosos, pues hay poco transporte. Tienen una matriz fangolítica.

1.5.3 ALUVIAL Y LLANURA DE INUNDACION

Son sedimentos aluviales actuales constituidos por conglomerados, con una matriz arcillosa y cantos redondeados o subredondeados y angulosos con tamaños de hasta 50 mm. Son cantos de cuarcitas, areniscas, conglomerados y pizarras de la serie paleozoica y cantos calizos de las formaciones mesozoicas. En algunos lugares, debido a su extensión, se ha diferenciado una llanura de inundación.

2 TECTONICA

La Hoja abarca gran parte del N. y NO. del conjunto de la Demanda, que es un macizo paleozoico rodeado por terrenos secundarios, que limita al Norte y Oeste con las formaciones terciarias de las llanuras del Ebro y de Burgos.

Dicho macizo, que aparece aislado en medio de formaciones más recién-

tes, constituye un nexo de unión entre las Cadenas Ibéricas, situadas al SE., y el conjunto primario, 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 precarboníferas; otras, a las carboníferas y secundarias, 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 claramente expresada entre el Westfaliense y las formaciones cámbrico-ordovícicas, la más discreta existente entre el Trías y el Westfaliense, y las observadas entre las formaciones terciarias y secundarias, permiten distinguir dos grandes períodos orogénicos.

El primero estaría referido, en una primera hipótesis, a la orogénesis hercínica, la importante laguna existente entre el Westfaliense y el Ordovícico hace, desde luego, hipotética esta afirmación, pero sin embargo es verosímil.

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.

Dado el exiguo tamaño de los afloramiento, no se ha podido comprobar la existencia de una tectónica precámbrica. Durante el Cámbrico sólo se han observado movimientos epirogénicos, evidenciados en su base y en su límite con el Ordovícico.

Antes de la deposición del Westfaliense 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

Las formaciones precarboníferas, constituidas por muchas unidades litológicas con características distintas y litofacies cambiantes de E. a O. hacia series más pelíticas, no reaccionaron de manera homogénea frente a los primeros esfuerzos tectónicos.

Al E., donde las rocas dominantes son cuarzosas y los estratos potentes, los pliegues tienen un gran radio de curvatura y son isópacos y concéntricos, simétricos o disimétricos. Van acompañados de una esquistosidad S_1 , a menudo de fractura, o más raramente de flujo, en los bancos pelíticos de los

niveles inferiores. Las meso y microestructuras son poco numerosas, estando localizadas esencialmente en los niveles pelíticos del Cámbrico Medio.

A medida que se va hacia el O., el estilo tectónico cambia, las meso y microestructuras aparecen primeramente en todas las finas alternancias infradolomíticas, al NO, del Monasterio de Valvanera, a continuación, en todos los niveles de alternancias. Se trata de pliegues de arrastre de tipo concéntrico o similar, según sea la naturaleza petrográfica de los estratos, inclinados hacia el NO., que aparecen en las estructuras de mayor amplitud, cuyos flancos inversos están generalmente menos desarrollados que los normales.

Los niveles carbonatados están afectados por repliegues isoclinales, con foliación interna o fragmentados en nódulos cuyos extremos adelgazados están alargados según los planos de esquistosidad, como consecuencia de la movilidad de flujo de los carbonatos.

Esta primera deformación aparece como una fase de plegamiento, o fase tangencial, afectando principalmente a unas rocas estratificadas cuarzosopelíticas, que aún no habían sido plegadas. Se traduce, pues, en una flexión, aplastamiento y estiramiento de los estratos en los flancos del pliegue, en su deslizamiento diferencial, que se manifiesta en la aparición de pliegues de arrastre en las series de alternancias arenopelíticas. Las recrystalizaciones orientadas de cuarzo y filosilicatos modifican la estructura y textura iniciales de las rocas, según un gradiente cuya intensidad crece de arriba abajo y de E. a O.

Las formaciones precarboníferas no estaban constituidas por un material homogéneo cuando ocurrió esta primera fase de deformación. Las variaciones de litología, por sí solas, quizás puedan explicar las comprobadas en la evolución del estilo de las meso y microestructuras y, en la intensidad de las recrystalizaciones.

La evolución del estilo, del número de las meso y microestructuras, y de la intensidad de las recrystalizaciones, claramente marcadas de E. a O., puede considerarse como la consecuencia de las variaciones litológicas de las formaciones precarboníferas, y del aumento de los esfuerzos tectónicos y las condiciones térmicas en la dirección indicada.

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

2.1.1.1.1 *Grandes estructuras*

El Sinclinal de Najerilla, que ocupa el S. desde Casa de la Sierra al O., hasta el límite E. de la Hoja, prolongándose 5 ó 6 km. en la Hoja de Anguiano, es el elemento estructural mejor individualizado del macizo de la Demanda.

Es una gran estructura orientada sensiblemente Este-Oeste, que comprende las formaciones del Cámbrico Superior y Ordovícico Inferior, presentando en el flanco N. buzamientos hacia el S. de 40 a 60°, y en el flanco S.

buzamientos al N. de 60 a 80°. Hacia el Oeste, la formación ordovícica que forma el núcleo del pliegue desaparece progresivamente.

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 en los cuales los ejes, orientados entre N. 20° E. y N. 115° E., se distribuyen según un abanico bastante ancho. Son contemporáneos del emplazamiento de la gran estructura citada anteriormente, y se trata de pliegues de arrastre, desarrollados en las alternancias arenisco-pizarrosas de los diferentes pisos del Cámbrico y Ordovícico. Se les ha denominado pliegues de ejes B₁.

Los ejes B₁ se distribuyen según dos direcciones dominantes, una comprendida entre N. 6° E. y N. 115° E., y la otra comprendida entre N. 20° E. y N. 60° E., siendo la primera preponderante con respecto a la segunda. En el S. los ejes están generalmente orientados E-O. En el centro, a una orilla y otra del río Oja, y sobre las alturas que le dominan, los ejes están orientados entre N. 45° E. y N. 60° E.

Las variaciones de inclinación de los ejes de los pliegues B₁ oscilan entre ENE. y ESE., o bien entre ONO. y SO., siendo estas dos últimas direcciones las dominantes. Las dos direcciones coexisten en la cuenca del río Oja. Estas variaciones de inclinación está relacionadas con una segunda fase tectónica que se manifiesta por los pliegues de escala centimétrica a decamétrica, que cortan a los pliegues de eje B₁.

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 S₁.

La esquistosidad S₁ se observa en las formaciones precarboníferas en todo el conjunto de la Hoja. Se puede tratar de una esquistosidad de fractura, caracterizada únicamente por superficies limoníticas que cortan y fraccionan los estratos; de una esquistosidad de flujo, puesta de manifiesto por las muy numerosas pajuelas de filosilicatos secundarios, dispuestas paralelamente unas a otras según planos paralelos y oblicuos a la estratificación, y, a veces, de una pseudofoliación en las rocas, que no es fácil de distinguir

de la estratificación, y en las que se puede observar una alternancia de lechos micáceos y de cuarzo.

Estos tres tipos de intensidad tienen una repartición vertical y horizontal, que varía según la naturaleza petrográfica de la roca, su posición estratigráfica y su situación geográfica.

- Las rocas de la parte oriental están cortadas por una esquistosidad de fractura oblicua a la estratificación. La esquistosidad de flujo se observa únicamente en las pizarras verdes del Cámbrico Medio.
- Al centro y al oeste la esquistosidad de flujo y fractura coexisten. Esta última se desarrolla en las finas alternancias y los niveles pelíticos, mientras que la primera afecta a los bancos de arenisca.
- La pseudo-foliación, por último, está desarrollada en los niveles pelíticos y las finas alternancias del NO., desde el sector de Torocuervo hacia el O., donde el metamorfismo es más intenso.

C) *Estructuras lineales*

Se pueden agrupar en tres tipos:

- a) Una lineación, por ordenación de minerales secundarios (minerales opacos), visible únicamente en las rocas de predominio pelítico. Esta lineación visible sobre S_1 está orientada N. 10° E.
- b) Las lineaciones de intersección de los planos de esquistosidad S_1 con la estratificación S_0 , que es la lineación L_1 , orientada paralelamente a los pliegues de eje B_1 ; zonas almohadilladas, orientadas sensiblemente E.-O., en los sectores orientales y meridionales, y quizá NE.-SO., en la parte NO.
- c) Las lineaciones más groseras corresponden a la prolongación de zonas almohadilladas y están orientadas paralelamente a los ejes de los pliegues B_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 comprendidas entre algunas docenas de metros y varios 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.

Los cabalgamientos se ven en los niveles carbonatados de la parte superior del Cámbrico Inferior y de la base del Cámbrico Medio. El nivel dolomítico de San Antón está, en general, despegado y encima de las pizarras y alternancias pizarroso-carbonatadas subyacentes.

Las superficies de cabalgamiento, de inclinación diversa, son siempre más o menos paralelas a los planos axiales de los pliegues de la primera fase. Se prolongan hacia abajo en las areniscas del Cámbrico Inferior, pero hacia arriba se amortiguan en las alternancias del Cámbrico Superior y del Ordovícico Inferior, a las que tales estructuras afectan rara vez. Por consiguiente, estos cabalgamientos no están relacionados con truncamientos basales ni apicales, pues ninguna de las estructuras anteriores está truncada.

Igualmente, las juntas limoníticas observadas en las otras rocas están muy poco inclinadas respecto a la superficie S_1 , confundiendo a menudo con ellas.

Así, esta segunda fase aparece como tangencial, no de plegamiento, sino de compresión.

Dado el sentido de los desplazamientos que se han podido comprobar, del SE. al NO. en el sector del río Oja, se puede suponer que los esfuerzos tenían la misma orientación que las de la primera fase. Fueron ejercidas sobre un material ya plegado y que, por eso, había perdido una gran parte de su capacidad de plegamiento. De aquí resultan unos movimientos de cizallamiento que se realizan en el nivel de las estructuras planares anteriores (S_0 y S_1), o según una nueva esquistosidad S_2 .

Estos movimientos se traducen:

- A escala microscópica, en la deformación de los minerales primarios y secundarios, particularmente micas y minerales opacos, cuyos extremos a veces están rotos, y por la compresión de los filosilicatos contra las estructuras lenticulares microscópicas.
- En el campo, en cabalgamientos bien claros, existentes en los niveles de base, en aquellos donde precisamente es mayor la incompetencia de las rocas. Los planos S_2 no están señalados por la existencia de recristalización ni mineral secundario alguno, lo que indica que las condiciones de presión y temperatura eran diferentes de las de la primera fase.

2.1.1.2.1 *Grandes estructuras*

Son las superficies de cabalgamiento, bien claras, concretamente en el sector del río Oja, y al S. de Fresneda de la Sierra.

En el sector del río Oja las escamas están constituidas por la arenisca de Puntón, de la alternancia pizarrosa-carbonatada de Puntón y la dolomía de San Antón, y algunas veces por las pizarras carbonatadas de Azarrulla y las pizarras y areniscas de río Gatón. Una serie de fallas, de juego esencialmente horizontal e inclinadas al SE., forman la superficies de despegue de las escamas, en la base de los conglomerados de Anguiano, o bien entre ellas y las pizarras filitosas subyacentes o en las alternancias de San Antón. Nu-

merosos pliegues de escala decamétrica a centimétrica se observan en estas finas alternancias, con vergencia al NO.

En los valles situados al este del río Oja se observa que la disposición en escamas se realiza por medio de fallas «planas» con buzamiento al S., y que a medida que se avanza de N. a S. los planos de falla son más inclinados.

Al S. de Fresneda, en el valle del río Tirón, solamente afloran las formaciones pizarroso-areniscas del Cámbrico Medio y Superior, los niveles de dolomías desaparecen definitivamente bajo las areniscas del Cámbrico Medio. En este sector los cabalgamientos aparecen claros y se pueden unir con los del Valle del Oja, aunque debido a la litología común y a la abundante vegetación en algunos tramos se han tenido que poner como supuestos o deducidos.

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 fractura. Está caracterizada por una compactación 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, concretamente en las del centro y oeste, corresponde a las superficies de cizallamiento, análogas, pero de escala menor que las grandes superficies de cabalgamiento de las escamas del río Oja. Su emplazamiento parece simultáneo y ligado a una nueva compresión de las estructuras de eje B_1 .

2.1.1.3 **Tercera fase**

Se manifiesta únicamente por estructuras de tipos y orientaciones diferentes a los de las anteriores, siendo muy local.

En el cuadrante NO. de la Hoja se manifiesta por pliegues con planos axiales subverticales, orientados entre N. 110° E. y N. 145° E., acompañados de una esquistosidad S_3 de crenulación, que está indicada, a veces, por filosilicatos de neoformación y cuyos planos deforman las esquistosidades S_1 y S_2 según pequeños pliegues de forma sigmoide. Estos pliegues demuestran la existencia de movimientos verticales de cizallamiento como resultado de una fase de apretamiento de orientación NE-SO., que a escala regional produce también variaciones en el buzamiento de los ejes de los pliegues B_1 .

Afecta igualmente a las pizarras del Cámbrico Medio del sector del río

Oja. Los pliegues observados en estas formaciones son en rodilla y en «v», inclinados hacia el Este o el Oeste, a veces de aspecto disarmónico.

La presencia de filosilicatos secundarios, dispuestos según los planos de la esquistosidad S_3 , demuestra la reaparición, en el cuadrante NO, de un metamorfismo epizonal, precisamente en el mismo sector donde fue más intenso el metamorfismo relacionado con la primera fase.

Esta tercera fase no da lugar a grandes estructuras, pero sí a estructuras de detalle.

2.1.1.3.1 *Estructuras de detalle*

Se clasifican, como en las fases anteriores, en tres tipos:

A) *Estructuras plegadas*

Estos pliegues no tienen la misma repartición geográfica que los B_1 . Han sido observados únicamente en las formaciones cámbrico-ordovícicas del centro y NO. de la Demanda. Se les denomina pliegues de ejes B_2 .

Se trata de pliegues, algunas veces isópacos, en «v», inclinados hacia el NE. y el SO. Deforman la estratificación y las esquistosidades S_1 y S_2 , y aparecen frecuentemente acompañados por una esquistosidad de crenulación S_3 , que deforma a S_1 , según pequeños pliegues sigmoidales dispuestos entre planos S_3 .

Las orientaciones e inclinaciones de los ejes B_2 son menos variadas que las de los ejes B_1 . Hay que considerar dos tipos:

1) Ejes de pliegues observados en el centro y en el oeste de la Hoja. Su orientación es bastante constante y está comprendida entre N. 110° E. y N. 140° E. Los ejes están siempre inclinados hacia el SE., entre 5 y 30° ; pliegues de este tipo pueden ser observados en la orilla derecha del arroyo Usaya, y en los sectores del río Oja y Torocuervo.

2) Ejes de pliegues calculados de acuerdo con la disposición de los ejes B_1 . De orientación N. 165° E. y buzamiento comprendido entre 5 y 20° hacia el SE. Esto indica que los ejes B_1 están deformados por una fase tectónica posterior a su emplazamiento, a la que se pueden atribuir, aunque las orientaciones sean ligeramente diferentes, las estructuras plegadas observadas en el centro y al NO.

B) *Estructuras planares*

La esquistosidad S_3 está relacionada con el emplazamiento de los pliegues de eje B_2 y, como ellos, localizada en las formaciones cámbricas, al centro y al NO del macizo. Algunas veces algún repliegue no es visible, y aparece como la única manifestación de esta fase de plegamiento.

Se reconoce sobre todo por la deformación de los planos de esquis-

tosidad S_1 , en pequeños pliegues de forma sigmoidal, visibles con lupa y al microscopio; estructuras análogas a las resultantes de una esquistosidad de crenulación.

Los planos S_3 , orientados a menudo N. 110° E. están generalmente verticales o muy levantados, y aparecen claramente planos axiales de pliegues isópacos en los niveles areniscosos.

C) *Estructuras lineales*

Lineación L_3 , de intersección de las esquistosidades S_3 y S_1 , orientada paralelamente a los pliegues de eje B_2 . Esta lineación L_3 corresponde igualmente a una lineación de microplegamiento de los planos S_1 , de la misma orientación que la precedente; una y otra están relacionadas con el emplazamiento de la esquistosidad de crenulación S_3 .

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 al conjunto 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) Lineaciones de intersección entre S_1 y S_3 , zonas almohadilladas, orientadas sensiblemente E.-O. en los sectores orientales y meridionales y quizá NE.-SO. en la parte NO. de la Hoja.

B) *La segunda fase.*

Se caracteriza por un nuevo juego de las estructuras precedentes, 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 en el sector del río Oja, en donde pueden alcanzar y rebasar el km.

C) *La tercera fase.*

Se manifiesta tan sólo localmente al centro y NO. Se caracteriza por: a) El plegamiento de las estructuras que aparecieron durante la primera fase, cuyos ejes, en proyección estereográfica, se disponen según un gran círculo, que admite como polo un eje B_2 , orientado N. 165° E., y con buzamiento hacia el SE. b) La presencia local, en el centro y NO., de plie-

gues centimétricos o métricos, con planos axiales generalmente verticales o muy inclinados, cuyos ejes buzcan hacia el SE. con rumbos comprendidos entre N. 110° E. y N. 165° E. c) Una esquistosidad S_3 , muy inclinada o esquistosidad de crenulación, que deforma la esquistosidad S_1 produciendo pequeños pliegues de forma sigmoidal. d) Una lineación L_3 , visible en S_1 , y que corresponde a un microplegamiento de S_1 , o a una lineación por intersección de S_3 y S_1 . Ambos están orientados entre N. 110° E. y N. 145° E.

Asimismo las deformaciones más recientes, que son: a) Los «kink-bands», de orientación variable, algunos paralelos a las grandes fallas que limitan al norte el macizo y los terrenos secundarios circundantes. 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 prewestfalienses.
- Su recubrimiento, que reúne el conjunto de las formaciones carboníferas y secundarias.

El zócalo no reaccionó de manera homogénea ante los esfuerzos terciarios, sino que se fragmentó en muchos compartimentos, cuyos movimientos fueron de componentes variables según los sectores. Al N. los sistemas de los diferentes bloques trabajaron a compresión, originando fallas verticales que evolucionaron lateralmente a fallas inversas.

El recubrimiento no constituye un nivel estructural homogéneo. Se puede, en efecto, distinguir: El tegumento, o las formaciones conglomeráticas y areniscas del Westfaliense y Trías Inferior, separados por las finas alternancias arenisco-yesíferos del Keuper, que es el de despegue principal. Y las formaciones jurásicas y cretácicas, cuya heterogeneidad litológica facilita manifiestamente el plegamiento.

El plegamiento de fondo, en la Demanda, determina en el recubrimiento una tectónica cuyo estilo varía según los sectores. Aparecen localmente, bien pliegues de revestimiento, en los que las estructuras guardan estrecha relación con el zócalo, o bien 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 septentrional

El trazado sinuoso del borde septentrional de la Hoja se debe a la presencia de fallas orientadas según tres direcciones principales: NO.-SE., NE.-SO. y E.-O.

A) En el sector entre el borde oriental y el pueblo de Pazuengos el contacto entre el Paleozoico y Mesozoico está limitado por una falla de dirección NO.-SE., mediante la cual el Paleozoico cabalga al Mesozoico, y en sus proximidades las formaciones triásicas se laminan y levantan, apareciendo a menudo verticales. A su vez los terrenos mesozoicos cabalgan a los conglomerados terciarios, por medio de una falla inversa, de trazado sinuoso y con buzamiento al Sur.

B) Entre Pazuengos y Turza el contacto entre el macizo paleozoico y los terrenos mesozoicos es cabalgante, así como el Mesozoico sobre el Terciario.

C) Entre Turza y Fresneda el borde norte del macizo paleozoico está fragmentado en varios bloques por una serie escalonada de fallas curvadas orientadas ENE.-OSO., y cuyo buzamiento varía de abajo arriba entre 90° y 45° hacia el Sur, estos bloques están levantados en los extremos de este sector y hundidos en el centro.

Las areniscas de la base del Triásico, que actúan solidariamente con el zócalo, están laminadas por las fallas anteriores. Únicamente al sur del sector aparecen en discordancia normal sobre las formaciones precarboníferas.

Los terrenos jurásicos, despegados de las arcillas del Keuper, están afectados por un sistema de pliegues escalonados, orientados paralelamente a los accidentes del zócalo. A menudo estos pliegues están escamados por fallas inversas según su misma dirección.

Al NE. y NO., del sector las diferentes estructuras cabalgan a los conglomerados terciarios por medio de una falla inversa, de trazado sinuoso y con buzamiento al Sur.

D) Entre Fresneda y el borde oeste de la Hoja, el contacto entre las formaciones precarboníferas y su cobertera carbonífera y mesozoica se realiza por medio de cabalgamientos.

2.1.2.2 Conclusiones sobre la tectónica de La Cobertera

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

La orientación E.-O. del macizo es sensiblemente análoga a la de las grandes estructuras plegadas durante la primera fase de la orogenia pre-westfaliense; la de las grandes fallas NO.-SE. coincide con la de los pliegues de ejes B₂. Las grandes estructuras terciarias parecen, pues, haber heredado las orientaciones de las estructuras antiguas.

El borde septentrional funcionó en el terciario por compresión. Esta zona fue particularmente inestable, pues estaba situada entre dos áreas de comportamiento epirogénico diferente; el macizo de la Demanda al Sur, que se levantaba, y el valle del Ebro, al Norte, que se hundía.

Las formaciones carboníferas y secundarias que constituyen el revestimiento del zócalo pueden subdividirse en varios niveles estructurales. El Carbonífero y el Triásico Inferior, solidarios del substrato sobre el que reposan, se comportaron como un tegumento del zócalo. Los niveles de arcillas plásticas del Keuper presentaron, como lo hacen habitualmente, el papel de nivel de despegue. Sobre él las formaciones calizas del Jurásico se plegaron con direcciones y estilos similares a los de los accidentes del borde del zócalo.

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, permite determinar en el borde norte 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

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 primeras 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 fases astúrica y saálica 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 referirnos a la geología histórica del paleozoico de esta Hoja lo haremos al conjunto del de la Sierra de la Demanda, pues en el contexto exclusivo de esta Hoja no se pueden sacar todas las conclusiones para reconstruir su historia geológica.

Estudiada por W. SCHRIELL (1930) y F. LOTZE (1959), entre otros, siendo el último estudio importante sobre el macizo de la Demanda el realizado en la tesis doctoral de M. COLCHEN (1970), al que nos referiremos continuamente.

3.1 PRECAMBRICO

El pequeño desarrollo de las formaciones precámbricas no permite precisar suficientemente la historia de este período. Los esquistos filitosos de Anguiano constituyen los testigos de una sedimentación detrítica que, por comparación con las formaciones análogas de Asturias, debe encuadrarse en el Precámbrico Superior. A pesar de las malas condiciones para su estudio por su extensión y de que los contactos entre el Precámbrico y Cámbrico son siempre tectónicos, no parece haya habido plegamientos importantes, sino solamente movimientos epigénicos de gran radio de curvatura y con deformaciones poco acusadas.

3.2 PALEOZOICO

La sedimentación paleozoica empieza probablemente en el Cámbrico Inferior, aunque no se encontrase ningún argumento paleontológico que permita esta datación. Es continuación de una sedimentación precámbrica que no sufrió grandes cambios paleogeográficos. La existencia de conglomerados cuarcíticos en la base nos sugiere que proceden de la erosión de un antepaís probablemente cristalino, cuyos materiales erosionados fueron removidos durante mucho tiempo y transportados a una cuenca de sedimentación parecida a la precámbrica. Por tanto, los cantos de los conglomerados, que tienen una composición petrográfica totalmente distinta de la de las pizarras de Anguiano, sobre las que reposan, no pueden considerarse consecuencia de la erosión de éstas.

El medio de sedimentación, alimentado con materiales clásticos gruesos, va a condicionar progresivamente su deposición. Al principio ésta es anárquica y luego se distribuye de forma ordenada, existiendo en los niveles superiores una clasificación grosera de los elementos detríticos.

La rápida disminución de potencia de Este a Oeste hace pensar que los aportes procedían del Este. Esta sedimentación detrítica evoluciona progresivamente en el tiempo, lo que se traduce en una disminución en el tamaño de los elementos detríticos y un porcentaje menor en feldespatos de las rocas de los niveles superiores. Las diferencias de litofacies entre las formaciones detríticas del Cámbrico Inferior, el norte y sur del macizo, demuestran que los aportes no eran homogéneos y, en general, parece que el material detrítico, después de la sedimentación de los conglomerados de base, es más fino y está mejor clasificado en el N. que

en el S. En consecuencia, podemos deducir 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 del macizo 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 «metareniscas y pizarras de Puntón» y a continuación aparecen los primeros carbonatos, «Dolomía de San Antón», 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 Azarrulla» y las «pizarras verdes de Gatón». Las pizarras carbonatadas aparecen episódicamente, pero tienen una gran importancia porque es donde se encuentran las escasas faunas de trilobites.

Culmina la serie del Cámbrico Medio con un episodio también discontinuo, de sedimentos clásticos finos, que son las «metareniscas de Viñegra».

Continúa después la sedimentación durante el Cámbrico Superior, con la «alternancia de metareniscas y pizarras del Najerilla», y al final aparece una fase conglomerática, de carácter discontinuo, pues se observa bien cómo estos conglomerados cambian lateralmente a metareniscas, que indican un rejuvenecimiento del relieve del antepaís en alguna etapa hercínica. Sobre estos últimos tramos del Cámbrico Superior se sitúa el Ordovícico, con contacto normal, sin ningún cambio importante en las condiciones paleogeográficas, especialmente la del mismo antepaís.

La falta de formaciones superiores al Tremadoc se puede interpretar bien como un hiato estratigráfico del Ordovícico Inferior, o bien como el resultado de una fase erosiva que, empezando en un período indeterminado ha podido erosionar una gran parte de las formaciones paleozoicas.

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.

Conviene señalar que las formaciones conglomeráticas del Westfaliense C, que afloran en Fresneda (localidad próxima a Valgañón) y yacen discordantes sobre el Cámbrico en el valle del río Tirón, encierran cantos

de rocas petrográficamente idénticos a los del Cámbrico sobre el que yacen.

3.3 MESOZOICO

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 devastado el relieve, que es conducido a un estado más o menos senil, se inicia una transgresión marina representada en todo el borde N. de la Hoja por los afloramientos continuos 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 vez 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 difundieron ampliamente.

Durante el Keuper se produjeron pequeñas emisiones volcánicas submarinas que dieron lugar a las ofitas existentes en la Hoja.

En el Rhetiense-Hettangiense comienza, con las facies carbonatadas, una importante transgresión marina, situándose las dolomías en una zona entre la intermareal y la supremareal 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 micríta.

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.

Encima de estos sedimentos claramente marinos aparecen materiales detríticos de facies continental, en dos pequeños afloramientos, que por su escasa extensión no es posible datar, y que se les ha atribuido una edad de Cretácico Inferior, por correlación con los de la facies Weald, de la Hoja de Pradoluengo (de los mismos autores, en prensa).

Existe una laguna estratigráfica entre el Calloviense, edad atribuida a los últimos depósitos marinos, y el Cretácico Inferior representado por estos sedimentos continentales. Esta laguna puede explicarse, bien por una falta de sedimentación, o bien por una erosión de los materiales depositados.

3.4 CENOZOICO

Los conglomerados del Oligoceno, discordantes sobre el Mesozoico plegado, ponen de manifiesto la existencia de fases orogénicas anteriores a su deposición. Estando ausente el Eoceno, no es posible una mayor precisión en cuanto a la edad de estos primeros movimientos, que, sin embargo, 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 acumulaban en el borde.

En los niveles superiores, según O. RIBA (1955-56), son predominantes al principio los elementos mesozoicos y después a medida que la cobertura se erosiona, predominan los elementos del zócalo.

Siguen los movimientos epirogénicos y tenemos un conjunto discordante sobre el Oligoceno y Mesozoico 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 cabalque al Terciario. Se rejuvenecen los relieves y nos quedan testigos de unas superficies de erosión que arrancan de la Sierra, de edad pliocuaternaria. Por último, en el Cuaternario existen varias convulsiones, como indican las diferentes terrazas, y finalmente 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 Sierra de la Demanda. Se seguirá la columna estratigráfica de muro a techo.

INTRODUCCION A LAS ROCAS DEL PRECAMBRICO Y CAMBRICO

Dentro de estas dos series se diferencian tres tipos de rocas, además de las dolomías del tramo superior del Cámbrico Inferior. Se repiten a lo

largo de todo el Precámbrico y del 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, constituídas 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 PRECAMBRICO. PC

a) Filitas

Minerales esenciales: cuarzo, moscovita y clorita.

Minerales accesorios: turmalina, grafito y opacos.

Textura: lepidogranoblástica de grano fino.

La impregnación grafitosa, el alargamiento de los pequeños granos de

cuarzo y el aspecto más uniforme de las zonas micáceas, las diferencian de las filitas del Cámbrico.

En general, la roca presenta un aspecto microfajeado, originado por el predominio del cuarzo o las micas.

Se observan además estructuras de tipo «kink» a unos 80-90° con la esquistosidad.

Todo parece indicar, dentro de un margen restringido, un metamorfismo algo más acusado que en el caso de las rocas del Cámbrico.

b) Areniscas de grano fino

Minerales esenciales: cuarzo, plagioclasa, moscovita y clorita.

Minerales accesorios: biotita, turmalina, epidota, apatito, circón, feldespato potásico, carbonatos y opacos.

Textura: blastosamítica esquistosa.

Se observa alternancia en franjas, igual que en las filitas, de material grauváquico y cuarcítico, replegadas, con estructuras típicas entre materiales de distinta competencia y con esquistosidad.

La plagioclasa está maclada con síntomas de deformación tales como planos curvados.

Las láminas de moscovita están deformadas, y la biotita muy alterada.

El feldespato potásico se dispone a manera de impregnaciones.

Hay cuarzo con carbonatos (secundario) en venillas.

4.2 CAMBRICO. CA₁₁, CA₁₂, CA₁₃, CA₂₁, CA₂, CA₂₃, CA₃

4.2.1 CONGLOMERADOS CUARCÍTICOS DE ANGUIANO. CA₁₁

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.

4.2.2 ARENISCAS DE PUNTON. CA₁₂

Son areniscas de grano fino y medio.

Minerales esenciales: cuarzo, moscovita y, a veces, plagioclasas, feldespato potásico y sericita.

Minerales accesorios: turmalina, circón y, a veces, apatito, esfena y leucoxeno, también opacos.

Textura: blastosamítica.

Clastos fundamentalmente de cuarzo de hasta 2 mm. de longitud, a veces con marcada extinción ondulante, elongación y aplastamiento. Cuando la pasta es silícea, los clastos y granos de la matriz están suturados por cuarzo.

En menor cantidad, y no siempre presentes, hay plagioclasa (maclada y sin zonar) y microclina (macla de enrejado).

Se observan a veces moscovitas y, raramente, biotitas detríticas.

Los opacos suelen disponerse en los planos de fisibilidad.

A partir del conglomerado basal (CA₁₁), cuarcítico, la litología evoluciona hacia términos cada vez más finos y pelíticos.

Una muestra es similar al conglomerado basal, pero de grano más fino y uniforme.

Varias ofrecen un mayor carácter esquistoso, originado por el aumento de material micáceo en la matriz. Sin embargo, otra presenta un tránsito muy neto y brusco a filita, en la que casi desaparece completamente el cuarzo detrítico. Esta parte filítica es, en lo esencial, semejante a la matriz esquistosa de la arenisca.

Otra contiene microclina, a diferencia de las anteriores.

Existe una muestra que tiene un predominio de la matriz sobre los clastos.

Por último, hay alguna muestra que pudiera ser el término final de la serie. El cuarzo aparece en granos muy pequeños y la roca presenta un aspecto uniforme.

4.2.3 DOLOMIAS DE SAN ANTON (CON FILITAS) CA₁₃

a) Filitas

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 típicamente y distintivo de estas filitas el carbonato, así como la impregnación de óxidos de hierro que, a menudo, siguen los planos de pizarrosidad.

b) Dolomías

Son rocas bastante puras, constituidas casi esencialmente por carbonato 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 cuarzos que, en la mayor parte de las veces, evidencian un proceso de silificación 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.

4.2.4 PIZARRAS CARBONATADAS DE AZARRULLA 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 microclina 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.

4.2.5 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 clastosmatriz. 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 % 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 en los bordes.

Se observan algunas micas alargadas y curvadas de procedencia detrítica.

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

4.2.6 ARENISCAS DE VINIEGRA CA₂₃

Areniscas cuarcíticas.

Semejantes a las anteriores (CA₂); quizá su rasgo más característico sea la menor cantidad de feldespatos. Al igual que en aquéllas, la matriz es muy escasa.

4.2.7 ARENISCAS Y PIZARRAS DEL NAJERILLA CA₃

Areniscas de grano fino.

Minerales esenciales: cuarzo, moscovita y clorita.

Minerales accesorios: opacos y circón.

Textura: granolepidoblástica.

Presentan a veces el tipo intermedio entre las típicas filitas del CA₁₃ y CA₂₁ y las areniscas propiamente dichas. A diferencia de las primeras, hay aquí una mayor proporción en cuarzo y no presentan carbonatos.

Debido a la frecuencia de los granos de cuarzo (30 % aproximadamente) y escaso desarrollo de las micas, la esquistosidad está mal definida. El cuarzo puede ser también de segregación.

Las muestras más detríticas no presentan diferencia apreciable con las del resto del Cámbrico.

4.3 ORDOVICICO. O₁₁

ARENISCAS Y PIZARRAS. O₁₁

Areniscas cuarcíticas de grano fino.

Minerales esenciales: cuarzo, plagioclasa, moscovita, biotita y clorita.

Minerales accesorios: turmalina, opacos y circón.

Textura: blastosamítica.

Lo más característico en las rocas de este sistema, y que podría diferenciarlas de las del Cámbrico, es su abundancia en cuarzo, junto con el tamaño de grano.

Normalmente, en el Cámbrico las areniscas de grano fino tenía una mayor proporción de material pelítico.

Se observan zonas más o menos sericíticas y numerosas micas detríticas, principalmente moscovita.

Las zonas más cuarcíticas presentan con frecuencia bordes recristalizados.

La plagioclasa es característica de estas rocas, presentándose en granos maclados de tamaño similar al cuarzo.

4.4 CARBONIFERO. H_{23-24}^B

a) Dolomías. H_{23-24}^B (d)

Presentan un tamaño de grano medio a fino, heterogranular. Este carácter puede ser originado por recristalización diferencial. No se observan las silicificaciones típicas del Cámbrico.

Ambos caracteres parecen ser los más distintivos de estas dolomías.

Se observan de forma muy esporádica pequeñas moscovitas y cuarzitos diminutos ¿detríticos?

b) Areniscas de grano fino. H_{23-24}^B

Clastos de cuarzo, carbonato, moscovitas flexuosas detríticas y filitas.

Tamaño de grano, medio (0,25 mm. o menos), equigranular; tipo de redondez algo más elevada. Los clastos de esta naturaleza presentan asimismo una película ferruginosa en los bordes. Bastantes de ellos tienen estructura de oolitos y fósiles.

La matriz escasa, de tipo sericítico, no es siempre fácil de diferenciar de algunos de los clastos de filita.

Como accesorios más importantes se observan turmalina y esfena.

c) Conglomerados. H_{23-24}^B (cg)

Cantos de cuarzo, cuarcita, arenisca, filita y pizarra, de hasta más de 4 mm. de longitud máxima. La media se acerca al intervalo entre 2 y 4 mm.

El grado de redondez es mediano, y la forma del contorno varía de redondeada a más o menos rectangular, esencialmente en las filitas.

La matriz, muy escasa, no es fácil de diferenciar de los clastos, pues gran parte de los fragmentos de roca tienen también su matriz propia. En general, se puede asegurar que está constituida por los elementos más frecuentes en el total, es decir, cuarzo y sericita.

d) **Areniscas de grano grueso.** H₂₃₋₂₄^B

En su mayoría son rocas muy similares al tipo anterior, aunque de grano más fino.

Contienen clastos de igual naturaleza que la de los conglomerados, y además otros de cuarzo y, a veces, plagioclasa, muy tectonizados.

La roca en general no está tan tectonizada como estos últimos clastos. Hay circón y opacos como accesorios.

4.5 OFITAS

Minerales esenciales: plagioclasa, sausalita, piroxeno, clorita.

Minerales accesorios: opacos, esfena, carbonatos, cuarzo.

Textura: subofítica o diabásica.

Sin ninguna característica especial dentro de este tipo de rocas. Presentan una alteración, en general, acusada.

Las plagioclasas son pequeñas, idiomorfas, tabulares, zonadas y macladas.

El piroxeno suele tener un tamaño algo mayor, y en la mayoría de los casos se presenta intersticial en el entramado de la plagioclasa.

El cuarzo es muy escaso y el carbonato es secundario.

5 METALOGENIA

En la Hoja de Ezcaray se encuentran como mineralizaciones más importantes las de hierro y cobre. A continuación se clasifican según su génesis y tipo de mineralización.

1.º **Yacimientos singenéticos de hierro en los niveles de deposición química del Cámbrico**

Las formaciones «dolomías de San Antón» y «pizarras carbonatadas de Azarrulla», constituidas principalmente por sedimentos de deposición química, representan una fase de sedimentación estable, dentro del período más turbulento en que se depositaron los sedimentos pelíticos y detríticos que constituyen la mayor parte del zócalo prehercínico de la Demanda.

En este ámbito sedimentario se depositaron, conjuntamente con los carbonatos de las rocas de caja, minerales de hierro como pirita, siderita, ankerita, oligisto y magnetita.

El oligisto es estable, no sólo en condiciones oxidantes, sino también en condiciones reductoras como medio básico. La magnetita es estable

únicamente en condiciones básicas y reductoras. Los campos de estabilidad de carbonato y sulfuro de hierro se superponen, dentro de un ambiente reductor. La estabilidad de todos estos minerales depende de las condiciones de azufre, carbonato y hierro disueltos.

Los campos de estabilidad de estos minerales son contiguos en una zona del diagrama pH-Eh, que corresponde a un medio reductor y básico. En esta zona, con pequeñas variaciones del medio de deposición pueden formarse todos ellos.

La pirita aparece en la mayor parte de los numerosos afloramientos carbonatados de la Sierra de la Demanda. Se presenta diseminada en las dolomías y pizarras carbonatadas, o en pequeños lentejones interestratificados en estas últimas. No ha sido nunca objeto de explotación.

La presencia de carbonatos de hierro es bastante frecuente en las «dolomías de San Antón» y en los nódulos de las «pizarras carbonatadas de Azarrulla» apareciendo estos minerales, generalmente diseminados, acompañados de pirita y ocasionalmente de oligisto. En algún punto determinado se encuentran concentraciones, en forma de bolsadas de pequeñas dimensiones, que han sido explotadas en otros tiempos.

Con respecto a la magnetita sólo ha sido constatada su presencia en un punto de la Sierra de la Demanda.

La mineralización de magnetita se presenta en forma de lechos oscuros interestratificados, entre el techo de las «dolomías de San Antón» y el muro de las «pizarras carbonatadas de Azarrulla».

En los estudios metalogénicos realizados, se ha observado al microscopio de reflexión que la magnetita forma una metalización de carácter concordante, asociada a carbonatos y pizarras verdes, constituidas fundamentalmente por cloritas ferríferas primarias y de alteración de otros silicatos. También estos silicatos de hierro requieren para su deposición química valores de pH y Eh análogos a los que precisan la magnetita y los carbonatos.

La magnetita, en lámina delgada, presenta estructuras globulares de origen coloidal que denotan una formación a baja presión y temperatura. Es de formación temprana y ha sufrido plegamiento y tectónica, como lo atestigua el hecho de que las capas de magnetita aparezcan replegadas, cortadas y desplazadas por fallas.

Por todo esto podemos asegurar que la mineralización es de origen sinéctico.

Parte de la magnetita se ha removilizado y vuelto a depositar en planos de discontinuidad, presentando secciones idiomorfas de magnetita opaca producidas por recristalización en la época metamórfica general.

Realizado un demuestre representativo y tras un proceso de concentra-

ción en tubo «Davis», la fracción magnética ha dado el siguiente resultado:

Hierro Fe	68,00 %
Fósforo p	0,03 %
Azufre S	0,01 %
Arsénico As	No se aprecia
Sílice y alúmina	0,85 %
Sosa y potasa	0,09 %

2.º **Mineralizaciones singenéticas de hierro en los niveles pelíticos y detríticos del Cámbrico y Ordovícico**

Interestratificados entre las alternancias del Georgiense Medio, se encuentran algunos niveles aislados de pirita singenética. La oxidación de este mineral produce enriquecimientos localizados de óxidos de hierro. Su potencia y continuidad son muy pequeñas.

En el potente paquete de alternancias arenisco-pizarrosas que constituyen el Potsdamiense y el Tremadociense, aparecen algunos niveles de areniscas calcáreas que muchas veces están limonitizados. Su potencia y extensión son muy pequeñas.

3.º **Yacimientos de hierro relacionados con fracturas en las dolomías del Cámbrico**

El nivel de «dolomías de San Antón», como se ha dicho anteriormente, presenta distintos grados de mineralización por minerales primarios de hierro. En algunos puntos aislados 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 al igual que en los filones de cuarzo anteriormente descritos, fluidos procedentes del metamorfismo disolverían parte del mineral primario volviéndolo a depositar, a favor de estas fracturas, en zonas próximas al yacimiento primario. Así se producirán enriquecimientos de hierro que han sido explotados en distintos puntos de la hoja, entre los que destacan las minas de San Antón.

4.º **Yacimientos de cobre diseminados en las dolomías de San Antón**

Acompañando a las mineralizaciones de hierro del tipo tercero existen numerosos indicios de calcopirita muy diseminada cerca de las zonas de fracturas que sirvieran como vías mineralizadoras de hierro. Estos indicios carecen de interés económico, excepto el existente en la zona de

Azarrulla (Mina Turraguas) en donde existe un enriquecimiento anómalo de sulfuros y carbonatos de cobre, dentro de las dolomías.

5.º Yacimientos de cobre en filones de cuarzo

En las fracturas causantes de las mineralizaciones anteriores o en otras paralelas, pero no en el tramo carbonatado, sino atravesando las series de pizarras y areniscas, encajan una serie de filones de cuarzo ricos en minerales de cobre, principalmente sulfuros, aunque también existen carbonatos. El criadero más representativo de este tipo es la mina abandonada de tres Hayas, en la pista de la estación de invierno de Ezcaray.

6 GEOLOGIA ECONOMICA

6.1 ROCAS INDUSTRIALES

La utilización con fines industriales de la litología de esta región la podemos limitar a las canteras de calizas jurásicas que se han aprovechado ocasionalmente para la construcción del firme de las carreteras locales.

También aparecen en las margas del Keuper escasos y de muy pequeño tamaño afloramientos de ofitas, que por estas circunstancias no permiten su aprovechamiento industrial.

También nos encontramos en el centro y SE. de la Hoja con un potente filón de cuarzo de unos 200 m., que hasta la fecha no se ha utilizado para fines industriales prácticos, pero en un futuro con el avance técnico puede suponer una fuente de materia prima de cierta magnitud.

6.2 MINERIA

Actualmente no existe en la Hoja de Ezcaray ninguna explotación minera activa, aunque en otros tiempos fueron muy abundantes las labores extractivas.

Principalmente se aprovecharon las mineralizaciones de hierro relacionadas con las dolomías del Cámbrico por medio de pequeñas explotaciones, fundamentalmente rozas y socavones, entre los que destacan la mina «Marte» en San Antón y las minas de Azarrulla, cerca del pueblo del mismo nombre. El resto son pequeñas labores de investigación y rapiña, entre los que se pueden citar «Gorpeitia», «Collado de las Minas», «Chazparria», «Turraguas», «Cobeitia», «Campazo», «Relaucia», «Cela», «Sagastia» y «Suta» situadas en el margen derecho del río Oja, y el grupo de Valvanera, cerca del monasterio del mismo nombre.

En cuanto a las explotaciones de cobre, son todas de pequeña impor-

tancia. Las únicas con labores mineras de explotación fueron las minas «Tres Hayas» y «La Solana», en la ladera N. y O. del río San Lorenzo, respectivamente.

6.3 HIDROGEOLOGIA

Desde el punto de vista hidrogeológico de esta zona, vemos que el Trías se comporta en general como impermeable, pues la intensa litificación del «Bunt», la delgadez del Muschelkalk y el carácter arcilloso y evaporítico del Keuper, hacen que la circulación subterránea sea del tipo fisural, o bien aprovechando un karst yesoso incipiente, que da manantiales salinos de caudal escaso. Aguas poco aprovechables.

Son importantes las planicies aluviales, con acuíferos de gran rendimiento. Hemos de destacar la del río Oja, con caudales a veces superiores a 1.000 l/seg., que merece un estudio muy detallado al objeto de calcular sus actuales posibilidades, regularla y si es preciso proyectar su recarga. Lo mismo podemos decir del cuaternario del Najerilla, y del río Tirón, en todos los caudales la recarga artificial daría óptimos resultados.

Los coluviones, suelos y fanglomerados actuales, sólo son importantes en zonas montañosas con precipitaciones orográficas. Por su carácter arcilloso dan manantiales de hasta 0,5 l/seg. solamente. Son muy circunscritos y no explotables. De ellos, lo que revisten mayor interés son los suelos vegetales, a veces potentes, desarrollados sobre los materiales paleozoicos de la Sierra de la Demanda, puesto que sobre ellos se instalan mantos freáticos de ladera que contribuyen a regular la escorrentía superficial, dada su baja transmisividad.

7 BIBLIOGRAFIA

- AITKEN, R. (1932).—«Datos geológicos sobre el Norte de la Demanda». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo XXXII. p. 309.
- (1932).—«Datos geológicos sobre el Norte de la Demanda. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* Tomo XXXIII, pp. 309-310.
- (1942).—«The Sierra de la Demanda (Burgos, Spain) note of the tectonics of the nortem. Margin». *Geol. Mag.* pp. 33-48.
- (1954).—«Algunas notas sobre la zona terciaria del borde norte de la Sierra de la Demanda». *In. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Extraord. Hom. F. Hernández Pacheco.* Madrid.
- COLCHEN, M. (1960).—«Observations sur le Cambrien de la région d'Ezcaray (Sierra de la Demanda, prov. de Logroño, Espagne)». *C. R. Somm. S. G. Fr.* p. 135.

- (1963).—«Sur la tectonique de la bordure nord de la Sierra de la Demanda (Chaînes Iberiques, Espagne)». *Extrait de C. R. Somm. des Seanc. de la Soc. Geol. de France*. Fasc. 6, p. 196. Caja num. 10.
 - (1963).—«Etude tectonique du secteur Pradoluengo-Alcarria Sierra de la Demanda (Chaînes Iberiques, Espagne)». *Extrait de Bull. de la Soc. Geol. de France*, Tomo V. pp. 1068-1075, caja núm. 10.
 - (1964).—«Sur les formations carbonifères du nord de la Sierra de la Demanda (Chaînes Iberiques, Espagne)» *Extrait des Comp. rendus des Seanc. de l'Acord. del Scien*. Tomo 258. pp. 2863-2865, caja núm. 10.
 - (1964).—«Sur une coupe a travers les formations paleozoïques de la Sierra de la Demanda (Burgos, Logroño, Espagne)». *Extrait du C. R. Somm. des Seanc. de la Soc. Geol. de France*. Fasc. 10, p. 422, caja número 10.
 - (1964).—«Sobre la tectónica del borde norte de la Sierra de la Demanda (Cadena Ibérica, España)». *Notas y Comun. I.G.M. de España*, número 73, pp. 217-220.
 - (1964).—«Successions Lithologiques et niveaux repères dans le paleozoïques antecarbonifère de la Sierra de la Demanda (Burgos, Logroño, Espagne)». *Extrait des Comp. vendus des Seanc. de l'Acord. des Scienc*. Tomo 259, pp. 4758-4761, caja núm. 10.
 - (1965).—«Nouvelles données sur le carbonifère de la Sierra de la Demanda (Burgos, Espagne)». *Extrait des Comp. Vend. des Seanc. de l'Acord. des Scienc*. Tomo 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 cénozoïque». *Bull. Soc. Geol. France*, Tomo VII, pp. 87-97.
 - (1967).—«Sur la présence du Cambrien Supérieur a "Prochuangia" et "Chuangia" dans la Sierra de la Demanda (Logroño)». *C. R. Acord. Cci*. París 264, pp. 1687-1690.
 - (1968).—«Le Cambrien et ses limites dans la Sierra de la Demanda (Burgos, Logroño, Espagne)». *Comptes Rendu. Soct Geol. de France*. Fascículo 6, pp. 180-182.
- COLCHEN, M. y HAVLICEK, V. (1968).—«Le niveau à Billingsella of. Pinguiaeformis Nikitin du Cambrien de la Sierra de la Demanda (Logroño, Espagne)». *Compte Rendu. Soct. Geol. de France*. Fascículo 4, p. 116.
- CRUSAFONT PAIRO, M. y TRUYOLS, J. (1959).—«Le Miocene des Bassins de Costille et de la Chaîne Iberique (Espagne)» *Sonder druck aus Mitt. der Geol. bossells in Wien*. Tomo 52, caja núm. 9.
- GIL SERRANO, G.; JIMENEZ BENAYAS, S., y ZUBIETA, J. M. (1976) (En prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 21-12 (Canales)». *I.G.M.E.*
- GIL SERRANO, G.; ZUBIETA, J. M., y BOQUERA, J. (1976) (En prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 20-11 (Pradoluengo)». *I.G.M.E.*

- GIL SERRANO, G., y ZUBIETA, J. M. (1976) (En prensa).—«Hoja geológica 1:50.000, núm. 20-12 (Covarrubias)». *I.G.M.E.*
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. (1942).—«Encuentro de yacimientos paleontológicos en la Sierra de la Demanda». *Notas y Comunicaciones. I.G.M.E.* número 10, pp. 13-32.
- (1949).—«Criaderos de mineral de hierro en la Sierra de la Demanda (prov. Burgos y Logroño)». *Public. de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* Tomo I, págs. 1-51, caja núm. 18.
- (1950).—«Nuevas especies silurianas en la Sierra de la Demanda». *I.G.M.E.* Tomo I, pp. 145-172. Armonio VIII. Estante 7.
- (1952).—«Carbonífero de Burgos». *Estudios geológicos*, núm. 16, p. 430.
- LARRAZET, M. (1896).—«1er. These. Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points de provinces d'Alava et Logroño. 2^{eme}. These. Propositions donuee par la Faculté». *Facul. des Scienc. de Paris.* Lille. These núm. 885, pp. 1-229, 12 fig. Armonio II. Estante 4, núm. 2.
- (1896).—«Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des provinces d'Alava et Logroño».
- LOTZE, F. (1929).—«Estratigrafía y tectónica de las cadenas paleozoicas Celtibéricas». *Publ. Extranjeras sobre Geol de España.* Madrid. Tomo VIII. pp. 5-312, 44 fig. 16 lám. Armonio II. Estante 4, núm. 4.
- (1960).—«Sobre la tectónica de la parte oriental de la Sierra de la Demanda». *Notas y Comunicaciones. I.G.M.E.*, núm. 57, pp. 183-192, 5 fig.
- RAMBAUD, F. (1960).—«La falla inversa del borde Norte de la Sierra de la Demanda en el Cerro Peñalba (Logroño)». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Secc. Geol.* pág. 283-298.
- RAMIREZ DEL POZO, J (1971).—«Algunas observaciones sobre el jurásico de Alava, Burgos y Santander». *Cuad. Geol. Iber.*, núm. 2 pp. 491-502.
- RAMIREZ DEL POZO, J., y AGUILAR TOMAS, M. J. (1972).—«Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeck y Weald de la Cubeta de Santander-Burgos». *Estudio Geológico* (i.i.g. Lucas). Vol 28, núms. 2-3, pp. 173-192.
- RIBA, O. (1955).—«Sobre la edad de los conglomerados terciarios del borde norte de la Sierra de la Demanda y Cameros». *Notas y Comunicaciones. I.G.M.E.*, núm. 39, pág. 39-50, 1 fig.
- (1964).—«Estructura sedimentaria del terciario continental de la depresión del Ebro en su parte riojana y navarra». *C. R. XX Congre. Geogr. Intern.* pp. 127-138.
- RICHTER, G. (1956).—«Las cadenas Ibéricas entre el Valle del Jalón y la Sierra de la Demanda». *Consejo Superior de Investigaciones Científicas.* Tomo IX. Madrid.
- SANCHEZ LOZANO, R. (1894).—«Memoria de Logroño». Madrid.

- SCHRIEL, W. (1945).—«La Sierra de la Demanda y los Montes Obarenes». *Consejo Sup. de Inv. Científicas*. Madrid.
- SOLE SABARIS, L., y RIBA, O. ().—«Evolución del borde NE. de la Meseta española durante el Terciario». *C. R. 19^{eme}. Sess. Congr. Geol. Int. Sect. 13*. fasc. 13. pp. 262-274. Argel.

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



SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA