IGME

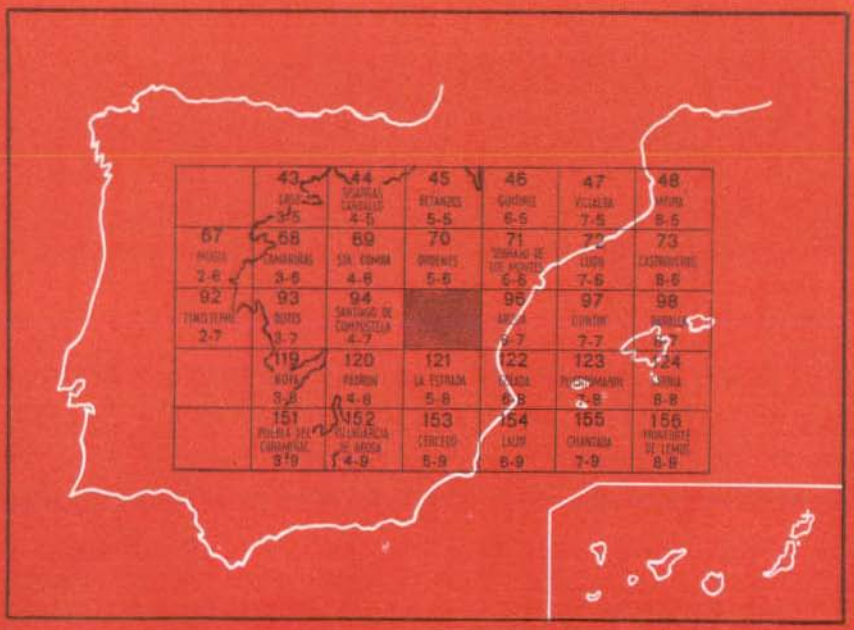
95
5-7

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

EL PINO

Segunda serie - Primera edición



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

EL PINO

Segunda serie - Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

La presente Hoja y Memoria han sido realizadas por Geotehic, S. A., bajo normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en las mismas el siguiente equipo técnico:

Dirección del Proyecto: D. Fernando García Salinas, Dr. Ing. de Minas.
Coordinación: D. José Abril Hurtado, Lcdo. en Ciencias Geológicas.
Supervisión por el IGME: D. Argimiro Huerga Rodríguez, Lcdo. en Ciencias Geológicas.
Geología de Campo y Gabinete: D. José Abril Hurtado, D. Octavio Apalategui Isasa y D. Domingo Pliego Dones, Licenciados en Ciencias Geológicas.
Asesoramiento: D. Enrique Martínez García, Dr. en Ciencias Geológicas.

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 - 6.450 - 1978

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

INTRODUCCION

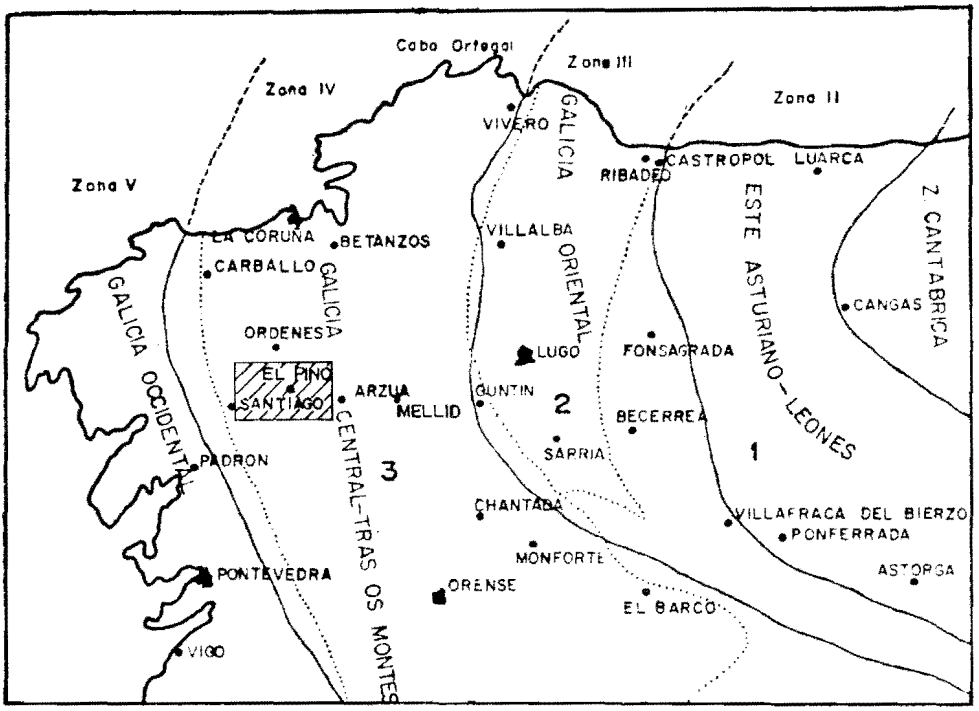
La presente Hoja, núm. 95 (05-07), El Pino, del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000, se halla situada en el ángulo NO. de la Península Ibérica, comprendida entre las coordenadas 8° 31' 10,6" y 8° 11' 10,6" de longitud O. (Greenwhich) y 42° 50' 04,4" y 43° 00' 04,4" de latitud N.

Geográficamente, esta Hoja se sitúa en la zona centro-sur de la provincia de La Coruña, quedando limitada al Norte por el río Tambre y al Sur por el río Ulla.

Climatológicamente, esta zona constituye una de las más húmedas de España, dando el valor medio de la precipitación anual, en el intervalo 1931-1960, de 1.300 mm. Los meses más lluviosos corresponden a diciembre y enero con una precipitación mensual media de 160 a 170 mm., respectivamente; el mes más seco es, sin embargo, julio, con una precipitación mensual media de 30 mm. El número medio anual de días de lluvia, en el intervalo 1930-1960, es de 143 días. La temperatura media anual se puede estimar en unos 10-12° C.

Geológicamente la Hoja se sitúa en el borde occidental de la zona Galicia Central Tras-os-Montes definida por MATTE, Ph. (1968), y que se caracteriza según dicho autor por:

a) La ausencia de afloramiento Devónico-Carbonífero.
b) La presencia de un Ordovícico Superior y un Silúrico esquistoso muy potentes (hasta 4.000 m.).
c) La ausencia total de Cámbrico en ciertos puntos de la zona.
d) La presencia de un Precámbrico porfiroide.
e) La presencia de un Precámbrico antiguo, esencialmente constituido de rocas básicas metamorfizadas.



LEYENDA

Cuadrícula de la Hoja, 1:50.000, núm. 05-07.

Límite aproximado de zonas paleogeográficas.

Límite aproximado de dominios tectónicos.

1 Dominio de pliegues de plano axial subvertical.

2 Dominio de pliegues tumbados.

3 Dominio de pliegues tumbados y replegados.

Fig. 1. Esquema de distribución de zonas paleogeográficas del NO. de la Península Ibérica, y dominios tectónicos principales (MATTE, Ph., 1968).

Los principales materiales que afloran en la zona son los esquistos y gneises de «Ordenes», que se sitúan al parecer sobre un grupo de rocas básicas de naturaleza fundamentalmente anfibólica y cuyo mayor afloramiento está situado en el borde SO. de la Hoja y al que se ha denominado Macizo de Santiago. También hay que destacar la presencia de un ortogneis ojoso que aflora al O. de la Hoja, poniéndose en contacto con las rocas encajantes mediante un sistema casi ortogonal de fracturas de distensión.

En el borde NO., y asociado a zonas de alto metamorfismo (aparece sillimanita) se ha cartografiado una zona de migmatitas y de pequeñas inyecciones graníticas, posteriormente deformadas, que constituyen un ortogneis blastomilonítico.

La morfología de la zona está condicionada por la litología de los materiales, localizándose las zonas de relieve más abrupto y de cotas más elevadas en los afloramientos de metabasitas, donde se alcanza los 500 m. de altura. Dentro de la «Serie de Ordenes», y en el borde nororiental de la Hoja, pueden verse los restos de una antigua superficie de erosión, con cotas entre 400 y 450 m., en el cual se emplaza la red hidrográfica actual, que está constituida por el río Tambre, al Norte, y el río Ulla, al Sur. La divisoria de aguas entre ambos ríos atraviesa la Hoja casi de Este a Oeste, excepto en el borde oriental, donde se desvía hacia el Norte, coincidiendo con el nivel de erosión anteriormente mencionado.

El estudio geológico de la presente Hoja ha encontrado eficaz apoyo en diversas publicaciones, entre las que cabe destacar los trabajos de: PARGA-PONDAL (1956-1966), VOGEL (1967), MAASKANT (1970), ENGELS (1972), VAN ZUUREN (1973), WARNAARS (1967), FERREIRA (1964), ANTHONIOZ (1969-1970) y HUBREGTSE (1973). Asimismo, hay que resaltar la amable cesión por parte de la empresa RIO TINTO-PATIÑO de numerosos datos referentes sobre todo a las zonas de Arinteiro y Bama, donde esta Empresa ha llevado a cabo una importante investigación minera (*).

1 ESTRATIGRAFIA

Se ha seguido el criterio de incluir en el presente capítulo aquellas rocas ígneas que hayan sido afectadas en toda su extensión, al menos por una etapa de deformación acompañada de metamorfismo; al ser muchas de las rocas que afloran en la Hoja estudiada rocas ígneas deformadas y metamor-

---

(*) Asimismo, es destacable la cordial colaboración personal de D. J. AYALA (RIO TINTO-PATIÑO, S. A.) en la discusión de importantes aspectos de interpretación tectónica de la zona de Arinteiro y en la elaboración del capítulo de Geología Económica.

fizadas (metabasitas y ortogneises fundamentalmente), se han estudiado dentro del presente capítulo, cuidando de expresar sus relaciones con las unidades vecinas.

También hay que señalar, como consecuencia de lo anteriormente dicho, que algunas de las consideraciones que aparecen en este capítulo son más bien problemas de tipo petrológico o tectónico; no obstante, debido a la íntima relación entre los problemas estratigráficos petrológicos y tectónicos en esta zona, y la repercusión que una solución adoptada en un capítulo provoca en el otro, justifica dicho planteamiento.

Las rocas que aparecen en la presente Hoja son fundamentalmente esquistos y gneises de la «Serie de Ordenes» junto con las metabasitas en el borde sur de la Hoja. También hay que señalar la presencia de un ortogneis, de composición aproximadamente granodiorítica, situado en el borde oriental de la Hoja, y un ortogneis alcalino blastomilonítico que aparece en las proximidades de Santiago de Compostela.

En el borde SO. de la Hoja aparecen, en contacto mecánico con las metabasitas del Macizo de Santiago, unos esquistos que se denominarán en este estudio esquistos de fuera de «Ordenes», y que nos obligan a dividir los materiales de la Hoja en dos dominios. Dominio de la «Serie de Ordenes», dominio de «Fuera de Ordenes».

1.1 DOMINIO DE LA «SERIE DE ORDENES»

Este dominio ocupa la casi totalidad de la presente Hoja, pudiéndose separar dentro de él tres grandes grupos de rocas: Metabasitas, metasedimentos de la «Serie de Ordenes» y ortogneis pegmatoide.

Estratigráficamente, se estima que la «Serie de Ordenes» se halla situada más o menos concordante (en cartografía aparece con contacto acordante) sobre las metabasitas del Macizo de Santiago.

El ortogneis pegmatoide se pone en contacto mediante fallas con las rocas encajantes, por lo que su relación estratigráfica con las rocas vecinas, en la zona de estudio, resulta imposible poner de manifiesto.

1.1.1 MACIZO BASICO DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

Afloran casi totalmente en el borde sur de la Hoja, siendo el afloramiento más próximo a Santiago el de mayor extensión. Estos macizos están formados casi exclusivamente por rocas anfibólicas que localmente pueden aparecer tanto en facies granulita como retrógradas a esquistos verdes. Dentro de estas masas anfibólicas aparecen pequeños macizos de metagabros, que en algunos casos han podido ser cartografiados. También hay que señalar la presencia de un pequeño afloramiento de rocas ultrabásicas serpentinizadas dentro del Macizo de Santiago.

Aunque debido a la escasez de afloramiento de las rocas ultrabásicas, así como la complejidad derivada de la actuación de las distintas fases de deformación y metamorfismo, es muy difícil llegar a tener una idea clara de la estratigrafía de estas rocas, a continuación se expone como hipótesis de trabajo la posible secuencia estratigráfica que, por los datos de campo obtenidos, se estima como la secuencia estratigráfica normal (esta hipótesis se apoya también en los datos obtenidos de la cartografía de la Hoja número 96, Arzua (Div. Geol. IGME, 1975).

1.1.1.1 **Rocas ultrabásicas serpentinizadas** ($M\sigma o(\Sigma)$)

Afloran en el macizo de Santiago, ocupando una extensión aproximada de unos 0,15 kilómetros cuadrados, entre los kilómetros 4 y 5 de la carretera local de Santiago a Rodiño. Se trata de rocas más bien masivas, de color oscuro en corte fresco, y que suelen presentar una pátina de unos 5 mm. de color ocre. La roca aparece intensamente diaclasada, originándose en dichas diaclasas minerales serpentínicos.

1.1.1.2 **Anfibolitas** (ξA_1, ξA_2, ξA_3)

Aparecen asociadas a los esquistos de Ordenes y a las rocas ultrabásicas. Presentan una gran variedad litológica, y la relación y posición estratigráfica de los distintos tipos que se pueden definir es uno de los problemas más arduos del presente estudio. Se trata de rocas compactas, generalmente bandeadas, de color verdoso y con presencia más o menos frecuente de fenocristales de anfíbol y/o granate. Se han podido distinguir varios tipos: anfibolitas s.s., anfibolitas granatíferas y anfibolitas en facies granulitas (pirigarnitas de la nomenclatura de VAN ZUUREN, A. V. (1969).

a) *Anfibolitas s.s.* (ξA_1)

Se encuentran relacionadas espacialmente con los metasedimentos de la «Serie de Ordenes», situándose estratigráficamente por debajo de dichos materiales. Macroscópicamente son rocas oscuras de tinte verdoso o azulado, compactas, y aparecen afectadas por una fuerte lineación mineral de los cristales de anfíbol (hornblenda). Localmente estas anfibolitas sufren un proceso de retrometamorfismo, asociado posiblemente a la fase de cabalgamiento hercínicos, pasando la roca a facies de esquistos verdes y adquiriendo un aspecto en el campo de «greenstone». Este fenómeno parece ser más intenso en las zonas de intensa deformación.

b) *Anfibolitas granatíferas* (ξA_2)

Se trata de rocas compactas de color gris-verdoso, de grano fino, ban-

deadas y con fenocristales, visibles a simple vista, de granates, llegando a veces a constituir gran parte de la masa rocosa.

Espacialmente, se encuentran asociadas a las anfibolitas descritas anteriormente, realizándose el tránsito mediante una banda de anfibolitas en las que aparecen pequeños granates. En el estudio microscópico se ha observado que algunas de las rocas que actualmente se presentan como anfibolitas con granates debieron alcanzar, posiblemente, durante la primera fase de metamorfismo, la facies granulita, pasando a su estado actual (facies anfibolita) tras un proceso de retrometamorfismo.

c) *Pirigarnitas* (ξA_3)

Asociadas a las anfibolitas granatíferas, y en las zonas de mayor intensidad de metamorfismo, se encuentran unas rocas que prácticamente presentan el mismo aspecto que las anfibolitas granatíferas, pero que al ser estudiadas detenidamente presentan en su composición mineralógica un piroxeno monoclínico de la serie diópsido-hedembergita, hecho que permite clasificarlas como pirigarnitas (según la clasificación de VOGEL, D. E., 1966). Las relaciones de estas rocas con las encajantes es difícil de establecer dado la limitada extensión de sus afloramientos. No obstante, cabe pensar que constituyen restos sin retrometamorfizar de las rocas que dieron origen, por un ligero retrometamorfismo, a algunas anfibolitas granatíferas. Al mismo tiempo, parece ser que no todas las anfibolitas granatíferas proceden de las pirigarnitas, sino que dichas rocas fueron afectadas por un metamorfismo que alcanza la facies de las anfibolitas con almandino.

1.1.2 FORMACION ORDENES

Se trata de una serie de materiales metamórficos de grado intermedio, aunque localmente pueden presentar alto o bajo grado, y que aparecen localmente migmatizados (borde NO. de la Hoja). Los sedimentos que dieron origen a la «Serie de Ordenes» debieron ser de naturaleza más o menos grauwáckica, a veces pelítica, y representarían a una secuencia sedimentaria de tipo geosinclinal.

De otra parte, y por correlación con los datos obtenidos en la Hoja de Arzua (07-06), no se puede descartar la posibilidad de que ambas formaciones sean idénticas, obedeciendo el distinto grado metamórfico observado en ellas a la aloctonía de las rocas de la «Serie de Ordenes».

Estas rocas se caracterizan por presentar una marcada trasposición, debida a una esquistosidad de flujo de edad hercínica que, al parecer, se refleja a través de unos planos más antiguos. Son, pues, rocas intensamente foliadas, lo que se traduce en una general homogeneización de las series, en origen sedimentarias más o menos diversificadas, desde el punto de vista litológico.

1 1.2.1 **Esquistos y gneises** (PC-S)

Constituyen la mayor parte de los afloramientos existentes en el dominio de la «Serie de Ordenes». Los tipos petrográficos más frecuentes que aparecen dentro de esta serie serán descritos a continuación.

a) *Esquistos micáceos.*

Se trata de rocas grisáceas foliadas, de grano fino y compactas, que presentan una foliación muy desarrollada y que tienen como minerales principales cuarzo y micas (moscovita o biotita) con predominio local de uno u otro componente; de manera menos frecuente estos esquistos presentan granos de feldespatos que pueden reconocerse a simple vista, y que son componentes esenciales de la roca (esquistos feldespáticos); lo mismo sucede con los granates que contrastan por sus colores rosados con el resto de la masa rocosa.

b) *Gneises micáceos granatíferos.*

Son rocas de color grisáceo, compactas, de grano fino, foliadas y de fractura irregular. Desde el punto de vista mineralógico la nota más relevante es la presencia de fenocristales de granate, y feldespatos como constituyentes esenciales. A escala del afloramiento la roca presenta a veces aspecto masivo disgregando enormes bloques que destacan en la topografía. A simple vista en detalle, aparece un fajeado de lentejones de cuarzo, muy estirados, alternando con bandas esquistosas grises.

1.1.2.2 **Cuarzoesquistos y metagrauwackas** (PC-S-q)

Asociados a los tramos basales de la «Serie de Ordenes» aparecen aislados lentejones de materiales más cuarcíticos, responsables en el campo de claros resaltes topográficos. Se trata de cuarzo-esquistos, metagrauwackas y semiesquistos, constituidos casi exclusivamente por cuarzo y minerales micáceos. Su potencia no sobrepasa nunca los treinta metros, y por regla general muestran una relación espacial con los lentejones de anfibolitas del borde sur de la Hoja.

A la escala del afloramiento aparecen como rocas de color gris verdoso de elevada compacidad y dureza, de grano medio a grueso y disyunción irregular, típica de las rocas cuarcíticas o grauwáckicas. Contienen pequeños y aislados filones de calcita espática. Han sido explotadas en numerosos puntos como piedras de construcción en general, gracias a la compacidad de la roca y a la escasa o nula significación de la esquistosidad en ella, lo que permite la obtención de bloques y cantos de morfometría muy irregular.

Hacia el techo de la secuencia sedimentaria aparecen pequeños lentejones de esquistos grafitosos que debido a su escasa potencia (inferior siempre a los 50 cm.) no han sido cartografiados. Se trata de un paquete de color negro, concordante con la serie esquistosa, untuoso al tacto y con elevado contenido de cuarzo. No se ha podido observar más que en una pequeña cantera situada en las proximidades de Carollo (1) y al E. de Andeade (2).

1.1.2.3 **Esquistos anfibólicos** (PC-S-ξA)

Intercalados dentro de la serie esquistosa, y concordantes con ella, aparecen lentejones de anfibolitas y esquistos con anfíboles. Macroscópicamente se trata de una roca grisácea o negra de tonos verdosos o azulados. Su potencia no sobrepasa en ningún caso los 10 metros (por regla general oscila entre 0,5 y 5 metros) y en ocasiones ha sido preciso exagerarla para poder representarlos en la cartografía. Han sido observados en numerosos puntos de la Hoja y representados, en la mayor parte de los casos, únicamente a título indicativo. No suelen presentar bandeado, a diferencia de las anfibolitas de Santiago, Arinteiro, Bama, etc.

1.1.2.4 **Gneises migmatíticos** (PC-S-ζΨ)

En la mitad occidental del cuadrante NO. de la Hoja en estudio se ha cartografiado una formación gneísica que presenta un alto grado de metamorfismo y se encuentra relacionada espacialmente con los esquistos y gneises descritos en el apartado 1.1.2.1, en las áreas que éstos presentan una mayor intensidad de metamorfismo. Se han separado ambas formaciones con el tipo de contacto de aureola metamórfica al estar diferenciadas entre sí tan sólo por la mayor o menor intensidad del metamorfismo. Se trata, pues, de un contacto indicativo y por tanto no definitivo de ámbitos petrográficos tajantemente distintos.

La edad de este proceso anatéxico es probablemente Hercínica, alcanzándose el paroxismo térmico antes de la finalización de la actuación de dicha fase. En la secuencia del incremento de las antexis se pueden distinguir paragénesis metablásticas, gneises metatécticos, gneises diatécticos y, en ocasiones, diatexitas inhomogéneas, que no se han reflejado, en ningún caso, cartográficamente.

La esquistosidad original se interrumpe por segregación de venas pegmatíticas y/o de material granitoide que están ligeramente deformadas por la primera fase Hercínica, y que aunque estrictamente no se pueden considerar como procedentes del proceso de anatexis que se ha citado anterior-

---

(1) Carollo: X=216.890; Y=940.680.

(2) Andeade: X=226.230; Y=928.350.

mente, es de resaltar el hecho que estas segregaciones son más frecuentes y de mayor importancia en las áreas más septentrionales de la Hoja en las que el proceso anatéxico alcanza su más alto grado.

1.2 DOMINIO DE «FUERA DE ORDENES»

Afloran estos materiales en el borde SO. de la Hoja, ocupando una extensión próxima a 1 Km^2, sus relaciones con las rocas del dominio de Ordenes no pueden quedar resueltas en el presente estudio, al realizarse el contacto entre los materiales de este dominio con las metabasitas del macizo de Santiago mediante una importante discontinuidad tectónica (cabalgamiento) con superficies de fractura vergentes al SO. y buzamientos de 60-80°. Pese a lo dicho, existen datos petrológicos y estructurales que conviene resaltar:

a) Los esquistos de «Fuera de Ordenes» proceden de sedimentos de composición pelítica, mientras que los esquistos de Ordenes procederían de rocas de naturaleza grauwáckica en su mayor parte.
b) Las rocas del complejo de Ordenes presentan un grado intermedio a alto de metamorfismo, mientras que los esquistos de «Fuera de Ordenes» son de grado bajo.
c) Parece existir una discordancia de tipo tectónico entre ambos metasedimentos (VAN ZUUREN, 1973).

De lo dicho hasta ahora podría esbozarse que ambas formaciones son distintas, existiendo una discordancia de tipo tectónico entre ambas.

De otra parte, y por correlación con los datos obtenidos en la Hoja de Arzua (07-06), no se puede descartar la posibilidad de que ambas formaciones sean idénticas, obedeciendo el distinto grado metamórfico observado en ellas a la aloctonía de las rocas de la «Serie de Ordenes».

1.3 CUATERNARIO

Alcanza en la Hoja un gran desarrollo, fundamentalmente en la mitad norte de la Hoja. Consisten fundamentalmente en depósitos aluviales; coluviones de ladera poco potentes y no cartografiables; suelos eluviales, que alcanzan su mayor desarrollo en la superficie de erosión definida dentro de la «Serie de Ordenes» entre las cotas de los 450 y 500 m., y por último las terrazas del río Tambre.

1.3.1 DEPOSITOS ALUVIALES (QAI)

Sólo han sido representados cuando alcanzan cierta entidad cartográfica. No obstante, son de destacar en la franja sur-central de la Hoja la presencia

de numerosos depósitos de origen mixto aluvio-coluvial, alojados en la mayor parte de los cauces que la cruzan y cuya constitución, potencia y estructura están íntimamente relacionadas con la naturaleza del sustrato.

Merecen ser destacados los aluviones de los ríos Ulla y Tambre, que son las principales arterias hidrográficas de la Hoja. Estos depósitos aluviales están formados por cantos subredondeados de cuarzo lechoso y anfibolitas y cantos subangulosos de areniscas, cuarzoesquistos y ortogneises, en general muy alterados. En la zona de Dombodan (1) (Puente de San Justo) y presa del Embalse de Mouros (2) (ambas en el río Ulla), los aluviones presentan una gran cantidad de bloques de gran tamaño (más o menos redondeados) de cuarcita, cuarzo lechoso y cuarzoesquistos.

En los cauces de los ríos menores, así como en los depósitos de origen aluvio-coluvial anteriormente citados, se puede observar, en su composición, una fracción elevada de finos arcillosos o arcillo-limosos que, localmente puede llegar a constituir el 85 por 100 del total del depósito.

1.3.2 SUELOS ELUVIALES (QE)

En general, asociados a la «Serie de Ordenes», y en particular a los esquistos y gneises localizados en la superficie de erosión modelada en el borde noroccidental de la Hoja, entre las cotas de 450 y 500 m., se desarrollan suelos de potencia variable, pero que a veces llegan a superar los 5 m. Están compuestos casi exclusivamente de cantos de cuarzo y materiales arcillosos, aunque son también muy frecuentes pequeños cristales de moscovita, que han resistido el proceso de alteración desde su desprendimiento de la roca madre.

1.3.3 TERRAZAS (QT)

En el cauce del río Tambre y en las proximidades de Sigueiro (3) se han cartografiado dos afloramientos de reducida extensión de un nivel de terrazas de 4-5 m. de potencia.

Están constituidas por gravas de cantos heterogéneos (cuarzo, metabasitas, esquistos, etc.) redondeados o subredondeados de 4 a 8 cm. de diámetro, englobados en una matriz arcillosa o limo-arcillosa francamente minoritaria.

---

(1) Dombodan: X=231.320; Y=927.050.

(2) Presa embalse de Mouros: X=232.220; Y=925.870.

(3) Sigueiro: X=212.150; Y=939.650.

2 TECTONICA

El criterio que se va a seguir al abordar el presente capítulo es el de estudiar la manifestación de cada fase de deformación en los distintos materiales que afloran en la Hoja.

Se observan varias fases de plegamiento, una al menos de cabalgamiento y varias de fracturación tardías, asociadas a fenómenos distensivos. Las dos últimas fases son las que configuran las macroestructuras observables en el recinto estudiado y son las únicas que pueden verse a escala macro, debido, en parte, a la homogeneidad litológica de los materiales.

2.1 FASE I (F_1)

No se ha podido observar en la Hoja, y a la escala del presente estudio, ninguna estructura, tanto a escala macro como mesoscópica, asociada a esta etapa de deformación; sólo a la escala microscópica, y no siempre, se ha podido observar en charnelas de fase II de los esquistos de «Ordenes», restos de una esquistosidad anterior, prácticamente borrada por la esquistosidad de flujo generada durante dicha segunda fase.

Dentro de los metasedimentos de «Ordenes» y también a escala microscópica hay ciertos indicios que contribuyen a conocer mejor dicha fase, tales como la presencia de minerales claramente preesquistosos con respecto a la esquistosidad de flujo regional (S_2). Estos minerales (distena, granate) debieron generarse durante la fase I y permiten tener al menos una ligera idea de las características del metamorfismo de dicha fase, que debió ser intermedio de alta presión.

También se estima que las venillas de cuarzo, omnipresentes en los esquistos de «Ordenes», debieron generarse durante esta fase. Se trataría, pues, de cuarzos de exudación asociados a la fase I (F_1).

Dentro de las rocas básicas del macizo de Santiago, esta fase debió ser la causante del fuerte bandeado mineral que presentan actualmente las rocas, así como de la génesis de ciertos minerales (clinopiroxeno, hornblenda) que son expresión de un metamorfismo intermedio de alta presión, en la misma línea que el encontrado en los metasedimentos de la «Serie de Ordenes», alcanzándose en estas rocas grados más altos de metamorfismo, llegando incluso a la facies granulita.

La edad de esta fase es asíntica por correlación con las conclusiones sacadas en la Hoja 06-07, Arzua, que se apoya sobre la datación absoluta del ortognels de Sobrado y sus relaciones tectónicas con las rocas afines.

2.2 FASE II (F_2)

Es la fase que ha alcanzado mayor desarrollo visible en la zona estudiada, siendo, al menos en los esquistos de «Ordenes», responsable de la esquistosidad de flujo regional.

Se manifiesta en forma de pliegues similares apretados, con una esquistosidad de plano axial, y visible generalmente en las venas de cuarzo de exudación de fase I, y en las intercalaciones arenosas de la «Serie de Ordenes». Los planos axiales de dichos pliegues debieron ser en principio horizontales, aunque actualmente aparecen más o menos verticalizados, salvo en zonas de charnela, debido a la actuación de fases posteriores.

La dirección de los ejes es prácticamente N.-S., y la vergencia hacia el E., dado que esta fase es de edad Hercínica y correlacionable con la fase I definida por MATTE, Ph. (1969) en los dominios más externos del geosinclinal Astur-Gallego.

En la «Serie de Ordenes» aparece, en el borde NO. de la Hoja, una zona de migmatitas, gneises migmatíticos e inyecciones de granitos alcalinos, en íntima relación espacial con rocas portadoras de sillimanita. Los granitos aparecen afectados por una esquistosidad, que se estima es la regional. Parece ser que se trata de migmatitas y granitos anatéxicos que se debieron generar antes del paroxismo de la segunda fase de deformación (esta hipótesis contempla el modelo expuesto por CAPDEVILA, R., 1969, para los granitos hercínicos del NO. de la península).

Por deducción a partir de los pliegues menores en lentejones de anfibolitas dentro de la «Serie de Ordenes», se han podido dibujar los ejes de algunos pliegues de fase II que aparecen representados en la cartografía.

El comportamiento de esta fase en las rocas del Macizo de Santiago es diferente. Origina una esquistosidad menos desarrollada coincidente con la esquistosidad de fase I y solamente diferenciable en las zonas de charnela, donde traspone el bandeado de fase I.

Durante esta fase se originan en las rocas metabásicas una nueva generación de anfíboles, observándose en algunas muestras que crecen ligeramente oblicuos al bandeado mineral.

La fase II (F_2) puede ser también la responsable de la deformación en el ortogneis. Por otro lado, no hay síntomas para pensar que el ortogneis haya sufrido una etapa de metamorfismo de alta presión, y por tanto su emplazamiento, que debió acaecer durante el Ordovícico Superior (DEN TEX et al 1971), debió realizarse entre la primera y segunda fase de deformación. No obstante, no todos los autores están de acuerdo en este punto; MARTINEZ, E., estima que puede haber sido afectado por el metamorfismo de alta presión, pero que no se ha manifestado debido a su distinta composición. Lo que sí parece evidente es que esta fase, a la cual se le asigna una edad

Hercínica, está acompañada de un metamorfismo intermedio que alcanza la facies de anfibolita.

2.3 FASE III (F_3)

Se caracteriza esta fase por pliegues de hábito similar, a veces cilíndricos, de dirección axial aproximada N. 20 E., pero que pueden llegar a ser E.-O. debido a la actuación de las fases posteriores.

Se trata de pliegues más amplios que los generados durante la segunda fase, por tanto de carácter más superficial y con una esquistosidad de fractura poco desarrollada, observable sólo en zonas de charnela. Son observables en todo el recinto estudiado, ya que pliegan a la foliación creada durante la segunda fase y la crenulan en las zonas de charnela.

Cartográficamente se han podido representar, con frecuencia, observándose en ocasiones cómo los ejes de los pliegues sufren incurvaciones por la acción de las posteriores fases de deformación, como sucede en el ángulo SE. de la presente Hoja, donde los ejes anticlinales y sinclinales se ven afectados por un cambio de dirección posiblemente debido a las fases de distensión posthercínicas.

En las rocas del macizo de Santiago se ha encontrado un gran número de estos pliegues (véase documentación complementaria), presentando a veces planos axiales subhorizontales y otras veces verticalizados, según se consideren zonas de charnela o flanco de pliegue de fase IV. Por lo general son pliegues apretados y de hábito similar, muy parecidos a los originados en los metasedimentos de «Ordenes». Son especialmente visibles en el Monte Viso (1) y en la pista de Rubio (2) a Cubelo (3) (ver fotografías en documentación complementaria).

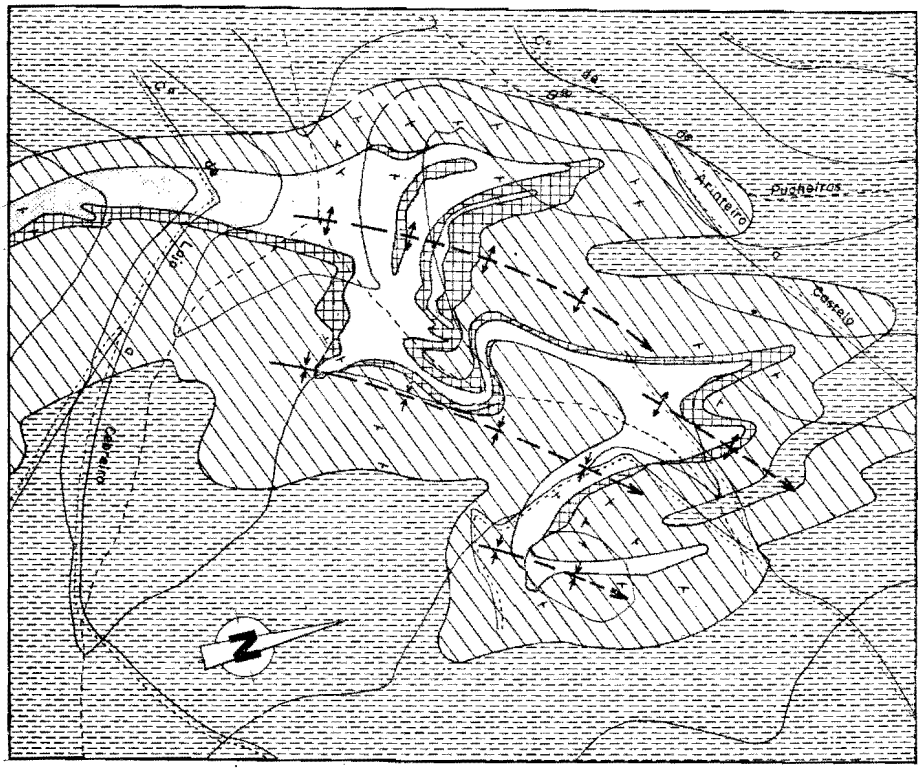
De todas las fases estudiadas hasta ahora sólo la fase II y fase III tienen incidencia decisiva en la cartografía a escala 1:50.000. No obstante, y gracias a los datos cedidos por la Empresa Río Tinto-Patiño, se ha podido disponer de la cartografía detallada de algunos afloramientos de anfibolitas (a escala 1:2.000) que ponen en evidencia la existencia de las restantes fases (ver documentación complementaria). Es especialmente visible en la cartografía de la masa anfibólica de Arinteiro Norte.

2.4 FASE IV (F_4)

Es perfectamente visible en el campo y tiene una repercusión cartográ-

---

(1) Monte Viso: X=205.685; Y=929.710.
(2) Rubio: X=209.930; Y=928.150.
(3) Cubelo: X=210.840; Y=927.920.



LEYENDA

- Esquistos
- Anfibolita de grano fino
- Anfibolita de grano fino con pequeños granates
- Anfibolita granatífera

SIMBOLOGIA

- Anticlinal
- Sinclinal
- Contacto litológico
- Dirección y buzamiento de la foliación

Fig. 2.—Afloramiento de Anfibolitas en Arinteiro Norte (Río Tinto-Patiño)

fica a la escala del presente estudio, siendo responsable de algunas de las grandes megaestructuras visibles en la Hoja.

En la «Serie de Ordenes» esta fase se manifiesta por pliegues cilíndricos de amplio radio de curvatura, de dirección axial prácticamente N.-S. y planos axiales subverticales. La materialización de esta fase parece que es más patente en la mitad oriental de la Hoja, debido, posiblemente a que la fase III había producido en esta zona planos axiales tendidos o subhorizontales. En el borde occidental podría ocurrir que los efectos de la tercera y cuarta fase se solapan al coincidir la dirección de aplastamiento de la fase II con el eje cinemático del plegamiento cilíndrico.

En el ámbito de las rocas ultrabásicas, los efectos de esta fase se amortiguan, dando lugar a pliegues cilíndricos muy laxos y de amplio radio de curvatura.

2.5 FASE DE CABALGAMIENTO

Sólo se tiene evidencia de una sola fase de cabalgamiento cuya representación en el campo y a escala cartográfica es bastante clara. Es especialmente visible en las zonas donde este mecanismo pone en contacto metasedimentos y rocas metabásicas, como sucede con el afloramiento de metabasitas localizado en las proximidades de Gonzar (4).

A mayor escala esta fase ha podido ser la responsable de la aloctonía de los materiales de la «Serie de Ordenes» que, al parecer, se sitúan sobre los materiales integrados dentro del dominio definido como «Fuera de Ordenes», como consecuencia de una etapa de cabalgamiento. Esta estructura es visible y aparece cartografiada en el ángulo SO. de la presente Hoja.

La relación temporal de esta fase de cabalgamiento con la primera fase hercínica es bastante clara, al poner en contacto materiales de distinto grado de metamorfismo (ángulo SO. de la Hoja).

Por otra parte, su relación con la fase IV es muy clara, al aparecer los frentes de cabalgamiento trastocados por pliegues de dicha fase. Esto se puede observar perfectamente en el afloramiento de anfibolitas próximo a Gonzar, donde el frente de cabalgamiento describe un amplio cierre anticlinal con cabeceo hacia el Norte.

Sin embargo, la relación de esta fase de cabalgamiento con la tercera de plegamiento no está clara, pues no se ha observado ninguna estructura de fase II que afecte a dichos frentes. Si nos remitimos únicamente a los datos de campo obtenidos en la presente Hoja, se llegaría a la conclusión de que los cabalgamientos se generaron posteriormente a la fase III; pese a esto, y por correlación con los datos obtenidos en la Hoja de Arzua, es

(4) Gonzar: X=223.309; Y=937.540.

preciso suponer que los cabalgamientos son anteriores a la actuación de la segunda fase Hercínica (DIV. GEOL. IGME, Hoja 06-07 (96) ARZUA).

También se puede aportar como dato indicativo la presencia de una segunda generación de distena para perfilar la existencia de una posible fase de cabalgamiento prehercínico. La existencia de esta fase ya ha sido mencionada en las Hojas de Cedeira (DIV. GEOL. IGME, 1974), y Arzua (DIV. GEOL. IGME, 1975).

2.6 FASE DE DISTENSION

Se estima que entre la primera y segunda fases de plegamiento tuvo lugar un amplio período de calma, acompañado de una fase de distensión. Durante esta fase y asociado posiblemente a un fenómeno de abertura cortical debió intruir un granito calcoalcalino, que actualmente aparece como un ortogneis que ha sido llamado en este estudio ortogneis pegmatoide. Su afloramiento ocupa una ancha franja en la región de Beseño-Branzá (1).

En la presente Hoja no se ha evidenciado la existencia de otra etapa distensiva hasta que termina de actuar la fase IV. Es entonces cuando debió iniciarse una importante fracturación de substrato, mediante una red subortogonal de fallas, bastante bien desarrollada en todo el ámbito estudiado. Se trata de grandes fallas normales, de dirección aproximada NE.-SO. y NNO.-SSE., respectivamente, y con saltos que, en la zona, no es fácil superen los 150-200 m.

Estas fracturas han jugado recientemente, originando una dislocación en bloques de la corteza gallega, con el consiguiente rejuvenecimiento del relieve.

3 HISTORIA GEOLOGICA

El desarrollo de la Historia Geológica de esta zona tropieza con la ausencia casi absoluta de datos paleontológicos (series metamorfizadas por encima del umbral de conservación de restos fósiles), y de dataciones absolutas. Es preciso recurrir, por tanto, a los criterios de correlaciones cronoestratigráficas y tectónicas, y extrapolar datos de zonas afines más o menos próximas al área estudiada. En este sentido presentan una extraordinaria importancia los datos estratigráficos y tectónicos obtenidos del estudio de las series Precámbrico y Paleozoico en los dominios más externos del geosinclinal gallego.

---

(1) Beseño-Branzá: X=229.550; Y=928.520.

3.1 EVOLUCION PREHERCINICA

La reconstrucción de los hechos geológicos acaecidos anteriormente a la actuación de la Orogenia Hercínica, representa, sin lugar a dudas, uno de los capítulos más difíciles y, hasta el momento, menos conocidos de la geología gallega. Este problema quedará pendiente hasta que se disponga de la oportuna información, entre la que destacan las dataciones absolutas de los diversos materiales aflorantes. El problema de la producción y evolución de los hechos prehercínicos en el momento presente sólo puede ser abordado, como se ha indicado, extrapolando datos obtenidos del estudio de las series paleozoicas en los dominios más externos del geosinclinal gallego.

La hipótesis de trabajo adoptada en este estudio, para explicar la evolución prehercínica de la zona, podría esquematizarse en los términos que a continuación se exponen.

Las rocas del macizo máfico de Santiago representarían parte de una corteza oceánica, sobre la que se establece una prolongada sedimentación de tipo geosinclinal, de composición original grauwáckica y/o pelítica y que estaría representada en la actualidad por la potente y diversa «Serie de Ordenes».

La edad probable de este macizo es Precámbrico, si se admite la correlación con rocas semejantes, pertenecientes al «Complejo de Cabo Ortegal», en donde la datación radiométrica de un anfíbol de maldogita arrojó un valor de 900 ± 30 m.a. (VOGEL, D. E. and ABDELNOMEN, A. A., 1971). Estos datos concuerdan con el hecho de aparecer los materiales del «Macizo de Santiago» afectados por una deformación y metamorfismo prehercínico intermedio de alta presión.

Se estima que la edad de esta fase es asíntica, por correlación con datos tectónicos obtenidos en la zona del «Domo de Lugo» (Hoja 98, Baralla, DIV. GEOL. IGME, 1974). Para otros autores, sin embargo, esta deformación y metamorfismo tendrían una edad caledónica (MARTINEZ GARCIA, E. com. pers.). En cualquier caso, es presumible que esta fase ha sido seguida de una etapa de cabalgamientos, que representaría una actuación más superficial de la orogénesis asíntica.

Después de la actuación de estas fases se sucede en el geosinclinal gallego una etapa de relativa calma, acompañada, al menos en las zonas externas del mismo, de una sedimentación de mayor energía, que no aparece dentro de la «Serie de Ordenes», lo que podría explicarse admitiendo su actuación como umbral durante la sedimentación del Paleozoico Inferior, o bien que estos sedimentos han sido en el momento presente totalmente desmantelados. Entre estas hipótesis parece más viable la primera de acuerdo con datos regionales, por lo que los materiales de la «Serie de Ordenes» serían

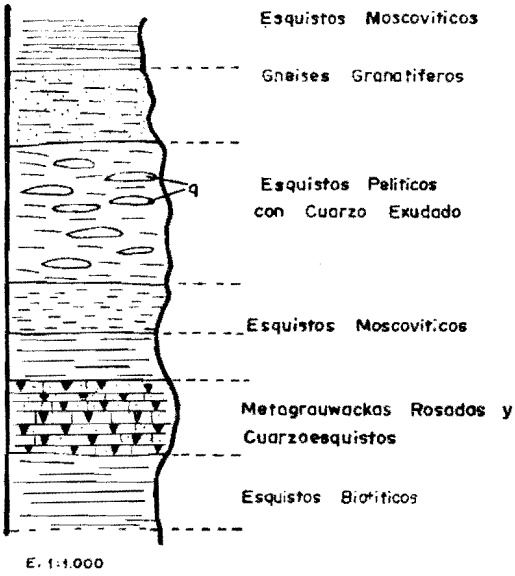


Fig. 3.—Columna parcial de la Serie de Ordenes de Millares Grande.

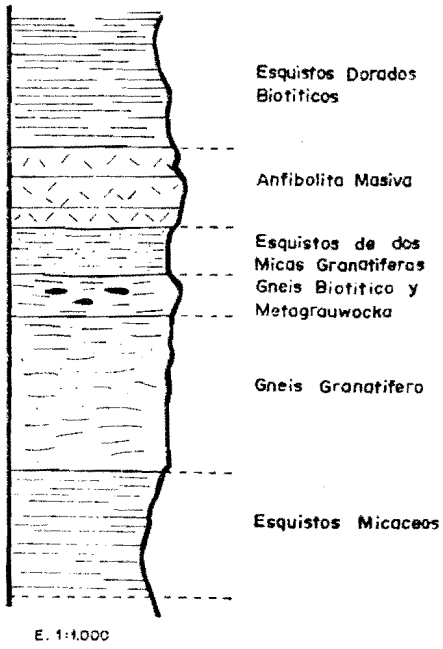


Fig. 4.—Columna parcial de la Serie de Ordenes de Prevediños.

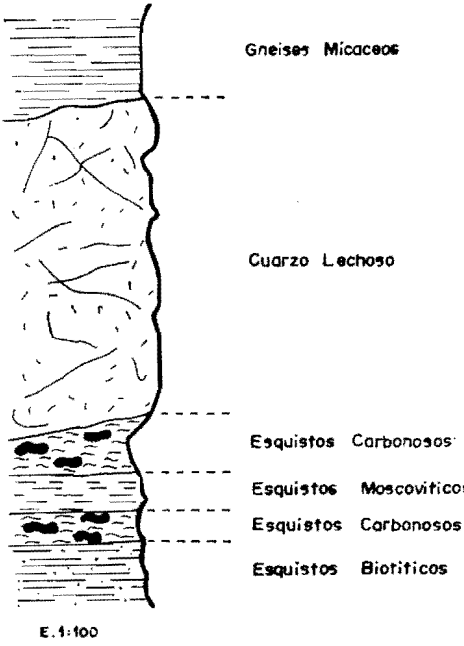


Fig. 5.—Columna parcial de la serie de Ordenes de Andeade.

precámbricos. Ello no descarta la posibilidad de que en algún tiempo de esta etapa sedimentaria (Ordovícico Superior-Silúrico), y como consecuencia de la colmatación de la cuenca, se depositaran sobre los materiales ya metamorfizados de la «Serie de Ordenes», y de manera discordante, pequeños retazos de materiales paleozoicos. Este podría ser el significado del conglomerado hallado dentro de la «Serie de Ordenes» en la Hoja núm. 21, La Coruña (DIV. GEOL. IGME, 1973).

Más tarde, la sedimentación debió continuar hasta alcanzarse el intervalo Devónico Superior-Carbonífero Medio, época en que comienza la actuación de las fases hercínicas.

El anterior período de calma, Paleozoico Inferior y Medio, debió quedar interrumpido en el Ordovícico Superior (430-460 m.a.) por la intrusión de un granito calco-alcalino, posiblemente relacionado con su proceso de abertura cortical y creación de una corteza oceánica.

3.2 EVOLUCION HERCINICA

Comienza este ciclo por una primera fase (fase II) de plegamiento que tiene un gran desarrollo a todas las escalas. Origina pliegues similares muy apretados y con dirección de ejes N.-S. El plano axial de dichos pliegues aparece trastocado por fases tardías, aunque originalmente deberían ser subhorizontales. Esta fase es la responsable de la esquistosidad regional de flujo que traspone todas las rocas y que posiblemente actúa con el rejuego de los planos originados durante la primera fase de deformación.

Asociado a ésta aparece un metamorfismo intermedio de alta presión que alcanza en la casi totalidad del ámbito estudiado la facies anfibolita, y cuyo grado crece a medida que nos desplazamos hacia el oeste, llegándose a alcanzar en la parte occidental de la Hoja la isograda de la sillimanita. Aquí acompaña a una zona de migmatización que debió generarse durante los primeros momentos de la actuación de dicha fase.

A este primer estadio de deformación le sucede una época de calma, durante la cual debe producirse una elevación de posible carácter isostático en toda la cadena, a la que acompaña un primer desmantelamiento del orógeno hercínico.

Posteriormente, acontece una nueva etapa de compresión, de carácter más superficial, como consecuencia del levantamiento isostático aludido, que se manifiesta en forma de cabalgamiento y cuya representación es bastante patente en todo el sector estudiado. Esta fase de compresión es asimilable a la fase de cabalgamiento hercínico definido por MATTE, Ph. (1968) y MARCOS, A. (1971) en los dominios más externos del geosinclinal gallego, y es el responsable de la aloctonía de los materiales de la «Serie de Ordenes». Asociada a esta etapa de cabalgamiento debió producirse, al menos

localmente, una retrogradación de las rocas hasta la facies de esquistos verdes.

Le sucede a esta etapa de cabalgamiento otra de plegamiento, caracterizada por la formación de pliegues generalmente similares, a veces cilíndricos, y con un desarrollo incipiente de la esquistosidad. Esta fase hercínica es correlacionable con la fase II de MATTE, Ph. (1968) y la fase III de MARCOS, A. (1972).

Por fin y dentro de la actuación hercínica, hay que señalar una última fase de compresión acompañada de plegamiento (fase IV) cuya intensidad no es igual en toda la zona estudiada. Origina pliegues cilíndricos muy laxos y de gran radio de curvatura. La intensidad de esta deformación disminuye a medida que nos desplazamos hacia el oeste, llegando a hacerse casi imperceptibles los afectos de esta fase en las zonas marginales del afloramiento de las rocas de la «Serie de Ordenes».

3.3 EVOLUCION POSTHERCINICA

Los últimos movimientos hercínicos están relacionados con fenómenos de distensión que originan un doble sistema de fracturas de dirección aproximada NE.-SE., y NO.-SE. Tales fracturas han debido actuar de nuevo durante el Terciario terminal, contribuyendo al rejuvenecimiento del relieve gallego.

Los depósitos continentales que se originaron durante los movimientos del Plioceno-Pleistoceno no tienen representación en el dominio estudiado, pero sí en zonas próximas, contribuyendo a suavizar los relieves creados.

En la actualidad se estima que la zona gallega está sujeta a un proceso muy débil de elevación, con el consiguiente encajamiento de los ríos que cruzan la Hoja, en cuyos cauces pueden observarse, muy esporádicamente, restos aislados de una antigua terraza, elevada entre cuatro y seis metros sobre el nivel actual, de los tal-wegs, consecuencia de las ligeras fluctuaciones del nivel de base de los mismos a escala regional.

4 PETROLOGIA

Dentro de este capítulo se hace una división entre rocas metamórficas y rocas ígneas, incluyendo dentro del primer grupo aquellas rocas, tanto ígneas como sedimentarias, que han sufrido al menos una etapa de deformación acompañada de metamorfismo.

4.1 ROCAS METAMORFICAS

Al igual que en el capítulo de estratigrafía, se hace una división en dos dominios claramente diferenciados: dominio de la «Serie de Ordenes» y dominio de «Fuera de Ordenes».

4.1.1 DOMINIO DE LA «SERIE DE ORDENES»

Dentro de este dominio se agrupa la casi totalidad de las rocas que aparecen en el presente estudio y que aparecen en la Hoja estudiada con una muy amplia variedad petrológica; pero se ha hecho una primera división en tres grandes grupos, que son: el Macizo básico de Santiago de Compostela, la formación Ordenes y el ortogneis pegmatoide que aflora al oeste de la Hoja.

4.1.1.1 **Macizo básico de Santiago**

Es el grupo que posiblemente presente una mayor variedad petrológica; aparece en su mayor parte en el cuadrante SO. de la Hoja estudiada. A continuación se exponen las distintas variedades petrológicas en el orden que supondría una secuencia estratigráfica normal.

4.1.1.1.1 *Rocas metabásicas serpentinizadas* (Mσ o (Σ))

Presentan su afloramiento en íntima relación espacial con las anfibolitas y, al parecer, dispuestas concordantemente con ellas. Son rocas de color oscuro, en corte fresco, que suelen presentar una capa ocre de unos 5 mm. de espesor. De su estudio petrográfico se obtiene una composición dada por los siguientes minerales principales: piroxeno (más abundante que el olivino) olivino, anfíbol monoclínico y serpentina (secundaria), y como accesorios: espinela, opacos y clorita (secundaria); esta composición permite clasificar a la roca como una wehrlita o una harzburgita.

Aunque no se tienen datos concretos del grado de metamorfismo que ha alcanzado esta roca, cabe pensar que está próximo a la facies de las granulitas, ya que las rocas encajantes de esta formación presentan un metamorfismo en esta facies o próximo a ella.

4.1.1.1.2 *Anfibolitas* (ξA_1, ξA_2, ξA_3)

Desde el punto de vista petrológico y en orden decreciente de la intensidad de metamorfismo se pueden diferenciar los siguientes grupos:

a) *Pirigarnitas* (ξA_3)

Son rocas caracterizadas por la paragénesis: clinopiroxeno-anfíbol-granate. El estudio petrológico de las muestras recogidas de esta formación da los siguientes datos:

El clinopiroxeno de color verdoso pertenece a la serie diópido-hedember-

gita; presenta frecuentemente transformación (en los bordes) a una hornblenda de color azul-verdoso.

La plagioclasa, que en ocasiones se presenta como mineral accesorio, presenta contenidos en anorteta del 20 al 30 por 100. Los cristales están deformados y presentan frecuentes distorsiones en los planos de macla.

Los granates, de color rosa pálido, presentan hábito subhedral y tienen frecuentes inclusiones de piroxeno, cuarzo y hornblenda.

La hornblenda se presenta en dos generaciones de crecimiento. La primera en cristalizar (posiblemente durante la fase asíntica de deformación) es de color marrón verdoso y al parecer coexiste de una manera estable con el granate y el clinopiroxeno; la segunda es de color verdoso y se genera durante el metamorfismo Hercínico y en parte procede del retrometamorfismo del clinopiroxeno y de la hornblenda de la primera facies.

Los minerales accesorios más frecuentes son: circón, esfena y epídota.

De estos datos petrológicos se deduce que estas rocas han sufrido al menos dos procesos metamórficos, el primero durante la deformación asíntica, en el que se alcanza la facies de las granulitas y en la que se generan el clinopiroxeno, la hornblenda verde, algunos granates, probablemente, y las plagioclasas de más alto contenido en anortita. El segundo proceso metamórfico se desarrolla durante la primera fase de deformación Hercínica y alcanza tan sólo la facies de las anfibolitas en subfacies de las anfibolitas almandínicas; en este proceso se genera la hornblenda verde, la mayoría de los granates (fundamentalmente los que presentan inclusiones) y probablemente las plagioclasas de más bajo contenido en anortita.

b) *Anfibolitas granatíferas* (ξA_2)

Estas rocas están ampliamente difundidas en los afloramientos de anfibolitas, presentándose generalmente en íntima relación espacial con las pirigarnitas o anfibolitas en facies granulita. El estudio petrológico de las muestras recogidas en esta formación proporciona datos que a continuación se exponen:

La hornblenda presenta en algunas muestras dos generaciones de crecimiento de cristales de análogas características a las descritas en las pirigarnitas; aunque lo más frecuente es que solamente aparezca la hornblenda verde.

El granate tiene color rosado con un reemplazamiento a través de los planos de fractura, en los que se pueden originar epidota y clorita secundaria. Estos granates llegan a alcanzar 3-4 cm. de diámetro.

La plagioclasa presenta un contenido en anortita del 20 al 30 por 100, aunque son mucho más frecuentes los porcentajes próximos al 20 por 100.

El cuarzo generalmente aparece en pequeñas proporciones, pudiendo llegar a estar ausente en numerosas ocasiones.

Los minerales accesorios más frecuentes son: rutilo, circón, esfena, epidota y opacos.

Estas anfibolitas pueden haberse formado por un proceso de retrometamorfismo de pirigarnitas, como sugiere la presencia de hornblenda de color marrón-verdoso en algunas muestras; pero los datos de campo inducen a pensar que se han originado en la primera etapa de metamorfismo, en zonas que no lleguen a alcanzar la facies de las granulitas. Así pues, estas rocas han sufrido dos procesos de metamorfismo en facies anfibolita, aunque no se puede descartar la posibilidad de que en algunos puntos procedan de un retrometamorfismo de pirigarnitas.

Asociadas a estas anfibolitas aparecen unas mineralizaciones de pirrotina, pirita, calcopirita y blenda diseminadas en la masa, a través de diminutas venas de trazado muy irregular; los sulfuros más abundantes son pirrotina y calcopirita. Estas mineralizaciones posiblemente tengan origen intramagmático en la roca que por sucesivos metamorfismos originó a las anfibolitas que se han cartografiado en la actualidad.

c) *Anfibolitas* (ξA_1)

Constituyen sus afloramientos la mayor parte del Macizo básico de Santiago de Compostela; su estudio petrográfico proporciona los siguientes datos:

La hornblenda aparece en dos generaciones de cristales, la más antigua aparece en masas microcristalinas con una foliación bien marcada, este anfíbol presenta un pleocroísmo marrón-verdoso. La segunda generación de hornblenda es de color verde, y en contraste con la segunda generación muestra su eje mayor perpendicular a la foliación planar.

La plagioclasa presenta un contenido en anortita del 15 al 20 por 100, y en ocasiones se ha observado en ella un cierto retrometamorfismo pasando a epidota; en algunas muestras se puede observar una recristalización de plagioclasas, hecho que puede estar ligado posiblemente a la actuación del metamorfismo hercínico.

De forma local aparecen anfibolitas en facies de esquistos verdes, originadas por un retrometamorfismo de las anfibolitas anteriormente descritas; estas anfibolitas en facies de esquistos verdes se caracterizan por la aparición de un anfíbol incoloro tipo tremolita, que procede de un retrometamorfismo de la hornblenda verde; asimismo se observa una serie de minerales secundarios (clorita y epidota, fundamentalmente) procedentes del retrometamorfismo de granates y plagioclasa.

La naturaleza inicial de todas estas rocas anfibolitas es difícil ponerla de manifiesto, porque debido a las diversas etapas de metamorfismo que han sufrido, no sólo se han originado cambios minerales sino que se han

debido destruir la casi totalidad de las estructuras primarias; pese a lo dicho, se puede suponer que en origen se trataba de rocas de tipo gabroideo.

4.1.1.2 **Formación Ordenes**

Desde el punto de vista petrológico constituye una serie bastante homogénea, dentro de una notable diversidad de los materiales originarios, donde las variedades petrológicas más comunes son los gneises y esquistos, en los que se dan pequeñas intercalaciones de cuarzoesquistos, y metagrauwackas, anfibolitas y esquistos anfibólicos; en el extremo NO. afloran estos gneises y esquitsos afectados por un mayor metamorfismo y aparecen como gneises migmatíticos.

Las rocas presentan una esquistosidad de flujo marcada por una alternancia de bandas de minerales micáceos y bandas de mineral cuarcítico, que se debieron generar durante la actuación de la primera fase de deformación Hercínica, aunque está deformada en numerosos puntos por la actuación de posteriores fases de deformación.

4.1.1.2.1 *Gneises migmatíticos* (PC-S-ζΨ)

En la parte noroccidental de la Hoja, y coincidiendo con la zona de mayor intensidad de metamorfismo, se encuentran unos afloramientos de gneises migmatíticos, así como una serie de pequeñas inyecciones graníticas de origen anatéctico y ligeramente alóctonos.

La migmatización de los metasedimentos origina la destrucción de muchas estructuras preexistentes, iniciando en la masa rocosa un diferenciado leucocrata y otro melanocrata; en las áreas no migmatizadas de esta zona puede verse moscovita y biotita en los planos de esquistosidad. El estudio petrográfico de las diferentes facies de estos gneises, observadas en el campo, proporciona los siguientes datos:

El cuarzo aparece en cristales de grano medio, generalmente en bandas y con recristalizaciones en mortero.

La plagioclasa (albita-oligoclasa) presenta intercrecimientos mirmequíticos con el feldespato potásico.

El feldespato potásico aparece generalmente de grano fino, presentando en ocasiones texturas pertíticas.

La moscovita aparece en amplias escamas o en agregados finos junto a la biotita.

Las biotitas, de color pardo rojizo, aparecen frecuentemente; algunas de ellas proceden de las transformaciones sufridas por los granates.

Los granates aparecen muy raramente, y cuando lo hacen presentan los

bordes corroídos con crecimiento de sericita, y posiblemente sean, en numerosas ocasiones, minerales relictos.

La sillimanita aparece en finas agujas dentro de los cristales de moscovita.

Los minerales accesorios más frecuentes son: apatito, circón, opacos y más raramente turmalina.

Estos datos petrológicos, unidos a los datos de observación directa en el campo, permiten deducir que estos gneises migmatíticos constituyen en realidad la facies metamórfica de más alto grado de la formación de Ordenes.

4.1.1.2.2 *Cuarzoesquistos y metagrauwackas* (PC-S-q)

Se diferencian de los esquistos micáceos, que constituyen la mayor parte de la formación Ordenes, únicamente en el mayor contenido en cuarzo y la considerable disminución de los minerales micáceos. El cuarzo aparece en cristales de grano medio a fino, generalmente en bandas, y con recrecimientos bastante frecuentes; las micas (predomina la moscovita sobre la biotita) se presentan generalmente en bandas según los planos de foliación. Como minerales accesorios aparecen circón, rutilo y clorita (esta última de origen secundario).

4.1.1.2.3 *Esquistos anfibólicos* (PC-S-ξA)

Son rocas oscuras que se presentan en capas alentejonadas de potencia muy variable en toda la zona, y que presentan los siguientes componentes minerales: cuarzo, anfíbol monoclínico (hornblenda verde) y en las zonas de más alto grado de metamorfismo plagioclasa (An > 15 por 100); como minerales accesorios los más frecuentes son: apatito, esfena, biotita y clorita (esta última secundaria).

Ocasionalmente se observa al microscopio un proceso de retrometamorfismo, puesto de manifiesto por la presencia de epidota pseudomórfica de las plagioclasas y por la aparición de un anfíbol de color verde claro de la serie de la tremolina.

4.1.1.2.4 *Esquistos y gneises* (PC-S)

Dentro de la gran variedad de rocas existente en esta formación, se pueden englobar todos ellos en dos grupos claramente definidos: esquistos micáceos y gneises micáceos granatíferos.

a) *Esquistos micáceos*

Se agrupan dentro de este término los esquistos (moscovíticos, biotíti-

cos o de dos micas) que presentan textura lepidoblástica, ocasionalmente milonítica y que con un metamorfismo en facies de anfibolitas presentan la siguiente composición mineralógica: cuarzo, moscovita, plagioclasa y biotita (frecuentemente cloritizada) como minerales principales, y circón, apatito, granate y minerales opacos como componentes accesorios.

b) *Gneises micáceos granatíferos*

Se agrupan en este término un conjunto de rocas gneísicas con textura lepidoblástica, en el que se observan dos variedades petrológicas esenciales: gneises micáceos granatíferos s.s., y gneises con estaurolita y distena.

— Gneises micáceos granatíferos s.s. Son rocas de textura lepidoblástica y cuyo estudio petrográfico proporciona los siguientes datos: los minerales esenciales son: cuarzo, plagioclasa (An > 15 por 100), moscovita, biotita (en ocasiones cloritizada), y más raramente granate; y como minerales accesorios: apatito, circón, clorita y esporádicamente feldespato potásico.
— Gneises con estaurolita y distena. Aparecen generalmente asociados a las rocas anfibólicas. El estudio petrográfico proporciona los siguientes datos: los minerales esenciales son: cuarzo, plagioclasa (In, 20-30 por 100); moscovita, en ocasiones en recrecimientos a partir de los granates; biotita con dos generaciones de cristales, una creciendo según a los planos de esquistosidad y otra que se genera en las sombras de presión de los granates y en los planos axiales de los pliegues de la esquistosidad; feldespato potásico, que aunque aparece muy rara vez cuando lo hace presenta numerosas inclusiones de moscovita y cuarzo: granate en cristales de 1 mm. aproximadamente, que presentan inclusiones de distena y rutilo, y alteración intensa a clorita, biotita y sericita; cianita, que aparece en agregados de sericita o asociada a las micas (biotita y moscovita); parece ser que existen dos generaciones diferentes de cristales; estaurolita es el menos frecuente de los minerales principales y los cristales que aparecen suelen presentar un reemplazamiento de dicho mineral por cianita y biotita. Los minerales accesorios más frecuentes son: apatito, circón, rutilo y clorita (secundaria y procedente de la biotita).
— La paragénesis almandino-estaurolita-distena corresponde a un estado de metamorfismo tipo Barrow en facies anfibolita y subfacies cianita-almadino-moscovita; esta secuencia pertenece a un metamorfismo de presión intermedia o alta, que está en la misma tendencia que la subfacies granate-piroxeno de la facies granulita, subfacies que se alcanza al menos localmente en las rocas anfibólicas.

4.1.2 *DOMINIO DE «FUERA DE ORDENES»*

Aunque los afloramientos de estos materiales alcanzan tan sólo una extensión próxima a 1 kilómetro cuadrado en el vértice SO. de la Hoja, aparecen en este dominio dos variedades petrológicas claramente diferenciadas; unos esquistos y un ortogneis blastomilonítico, análogo al que se encuentra en la formación de Ordenes y que se describe junto a él en el apartado 4.2.2.

4.1.2.1 ESQUISTOS

Desde el punto de vista petrológico estas rocas presentan marcadas diferencias con los esquistos y gneises del dominio de la «Serie de Ordenes». Son rocas de bajo grado de metamorfismo y que en los sedimentos que las originaron tuvieron que tener una composición próxima a las pelitas. Desde el punto de vista estructural parece existir una discordancia de tipo tectónico entre ambas series sedimentarias. El estudio petrológico de estas rocas nos proporciona los siguientes datos: como minerales principales aparecen cuarzo, albita, moscovita, biotita y ocasionalmente cloritoide y granate; mientras que como componentes accesorios aparecen: apatito, rutilo, circón, turmalina, opacos y ocasionalmente clorita secundaria (procedente de la biotita).

4.2 ROCAS IGNEAS

Dentro de este apartado hemos englobado tres tipos de rocas que aunque afectadas por el metamorfismo regional, muestran claramente su origen ígneo.

4.2.1 ORTOGNEIS PEGMATOIDE

Son rocas que presentan sus afloramientos en el borde oriental de la Hoja, con una extensión aproximada de 11 kilómetros cuadrados. La forma de afloramiento de mayor extensión es subrectangular, debido a que aparece gracias a un doble sistema de fracturas de distensión, de dirección prácticamente ortogonales.

A escala de afloramiento es una roca ojosa, de clara textura gneísica, de color gris claro y aspecto moteado, debido a la presencia de cristales de biotita bastante abundantes, localmente (Beseño: X =228.450; Y = 928.600) presenta una marcada foliación, que hace que se pierda el aspecto ojoso típico de estas rocas.

Las relaciones del ortogneis con las rocas encajantes son imposibles ponerlas de manifiesto dentro de la zona de estudio, ya que como se ha

dicho aflora debido a la actuación de un doble sistema de fallas. Pese a ello se estima que puede ser correlacionable con el Ortogneis de Sobrado, Hoja geológica de Arzua (07-06) (Div. Geol. IGME, 1975), al que se le asigna un origen claramente intrusivo.

La edad de estos materiales parece ser Ordovícico Superior (E. DEN TEX et al 1971) y no parece estar afectado por la primera etapa de deformación, ya que no hay indicios de un metamorfismo de alta presión. Este hecho nos lleva a pensar que la primera fase de deformación en esta zona es, posiblemente, asíntica. No obstante, otros autores creen que dicho ortogneis está afectado por la primera fase de deformación, aunque ésta se manifiesta en ellos de forma distinta a como lo hace en las rocas básicas y en los metasedimentos de Ordenes.

La textura que presentan estas rocas es generalmente lepidoblástica, aunque con claros signos cataclásticos, como son la fracturación de los cristales y la distorsión de los planos de macla; ocasionalmente presenta textura granuda. El estudio petrológico de esta roca nos proporciona los siguientes datos: como minerales principales aparecen cuarzo, plagioclasa (An > 15 por 100), microlina, biotita y moscovita (la moscovita aparece en menor proporción que la biotita, y en ocasiones llega a presentarse como constituyente accesorio de la roca); los minerales accesorios que aparecen son: apatito, circón, granate, opacos y clorita (ésta secundaria, originada a partir de la biotita).

El ortogneis aparece en el campo con un metamorfismo en facies anfibólica y con una fuerte deformación por aplastamiento.

4.2.2 ORTOGNEIS BLASTOMILONITICO

Aparecen estas rocas en los dos dominios geológicos definidos dentro de la Hoja, y por sus afinidades petrológicas se han definido conjuntamente. Los afloramientos de los ortogneises de la «Serie de Ordenes» aparecen como lentejones en los gneises migmatíticos; parecen ser, en origen, un conjunto de inyecciones de granitos de dos micas (leucogranodioritas) de origen anatéctico y con una cierta aloctonía. El afloramiento existente en el dominio de «Fuera de Ordenes» es de reducida extensión y está en contacto con el macizo de rocas básicas de Santiago mediante un cabalgamiento. El estudio petrológico de estas rocas proporciona los siguientes datos: como minerales principales aparecen: cuarzo, microclina, plagioclasa, moscovita y sericita (secundaria); como minerales accesorios aparecen: biotita (generalmente cloritizada), apatito, circón, rutilo, clorita (secundaria) y granate.

Estos granitos debieron generarse durante la primera fase Hercínica como consecuencia del proceso térmico regional y su emplazamiento debió efectuarse antes de terminar la actuación de dicha fase. Son granitos asociados

a zonas de alto metamorfismo (se alcanza la isograda de la sillimanita) lo que hace suponer que se debieron generar en zonas próximas al lugar donde se emplazaron (granitos parautóctonos).

4.2.3 METAGABROS

Son rocas de color grisáceo o verdoso, que afloran en macizos de reducida extensión; son rocas compactas y no presentan el bandeado de las formaciones de la «Serie de Ordenes».

El estudio petrográfico nos proporciona los siguientes datos: son rocas de textura granuda nematoblástica, en las que ocasionalmente se observan rasgos subofíticos y que presentan como minerales esenciales: cuarzo, plagioclasa (oligoclasa) y anfíbol monoclínico (hornblenda); y como minerales accesorios: feldespato potásico, biotita, clorita (secundaria), apatito, epidota (secundaria) y opacos.

El significado y edad de estas rocas no está muy claro; hay autores como KONNING (1966) que opinan que se trata de intrusiones tardihercínicas y atribuyen sus alteraciones mineralógicas a fenómenos hidrotermales asociados a un proceso magmático. De los datos obtenidos en el presente estudio cabe pensar que se trata de intrusiones prehercínicas, pues parece ser que están afectados por el primer metamorfismo hercínico, aunque la escasez de afloramiento y las malas condiciones de observación no permiten obtener gran cantidad de datos en el estudio cartográfico de estos afloramientos.

5 GEOLOGIA ECONOMICA

Tanto la riqueza minera de la zona como la calidad y cantidad de algunos materiales para su utilización en el campo de las rocas industriales, condicionan las numerosas e importantes explotaciones ubicadas desde antaño en la zona de estudio.

Por su parte, el agua subterránea presenta en estas regiones una problemática permanente debido a la general impermeabilidad del substrato que obliga a recurrir al almacenamiento y explotación del agua de escorrentía. Pese a ello, este problema no es acusado, toda vez que la demanda hídrica de la zona no es importante a causa del elevado índice pluviométrico de la región.

5.1 MINERIA

Desde el punto de vista minero el máximo interés de la zona se centra en la exploración y explotación de los yacimientos de sulfuros detectados desde antiguo y prospectados y evaluadas sus reservas en fecha reciente

por varias empresas mineras. En este sentido hay que resaltar la estimable colaboración de Río Tinto-Patiño, S. A., al ceder desinteresadamente numerosos datos geológicos y mineros sobre las exploraciones que ha llevado a cabo en la zona, y que en gran parte se recogen en la documentación complementaria del presente estudio. También son destacables las comunicaciones personales de D. J. AYALA, de índole geológico y estructural, a quien se deben muchos de los gráficos, esquemas y notas que se adjuntan en dicha documentación complementaria.

Las mineralizaciones aparecen asociadas a las rocas anfibólicas, más concretamente a las anfibolitas granatíferas, de las que constituyen principales yacimientos los afloramientos de Fornás, Arinteiro, Bama y Gemma, en concesiones de Río Tinto-Patiño, S. A. Esta empresa ha llevado a cabo en la zona (concretamente en localidades de las Hojas 95, El Pino, y 96, Arzua) una prospección de varios años, en la que a una geología de campo, con cartografía de detalle (desde la escala 1:10.000 hasta la 1:500) se han superpuesto campañas de geofísica (aérea y terrestre), de geoquímica y de sondeos mecánicos (con más de 20.000 m. perforados).

La existencia de nuevos yacimientos se estima poco probable, si se pretende que éstos sean relativamente superficiales; resulta imprevisible la presencia o ausencia de nuevas masas minerales en profundidad, aunque se estima que a profundidades superiores a los 200 metros pueden existir cuerpos mineralizados.

En la presente Hoja hay también dos explotaciones de cianita, mineral que aparece asociado a diques de cuarzo lechoso, en íntimo intercrecimiento con éste. Se explota en suelos coluvio-aluviales, de donde se extrae mediante la recogida manual de cantos y bloques. Esta distena aparece como pseudomórfica de andalucita. Se emplea como material refractario.

5.2 CANTERAS

En este aspecto la presente Hoja es asiento de un elevado número de canteras, de las que se extrae material para áridos o como piedras de construcción.

a) *Aridos*

Tanto las anfibolitas como los gneises de «Ordenes» son utilizados para la obtención de áridos de trituración. En este sentido son mejores las condiciones litológicas de las anfibolitas, en las que la disyunción de la roca es totalmente irregular y muy elevadas su compacidad y dureza. Estas se emplean con frecuencia como áridos de trituración de granulometrías diversas, tanto para aglomerados asfálticos como morteros hidráulicos. Para estos últimos conviene hacer la prevención de la presencia en estas rocas

de sulfuros (pirita, calcopirita y pirrotina), los cuales por oxidación producen sulfatos (eventualmente yeso) cuya agresividad frente a los cementos corrientes es manifiesta, aun en concentraciones muy bajas.

b) *Piedras de construcción*

Tanto las anfibolitas como los gneises de «Ordenes» cumplen las condiciones elementales de las piedras de construcción. Las anfibolitas se han utilizado a veces como piedras de sillería, generalmente en el ámbito rural.

También hay que destacar, aunque el afloramiento sea pequeño y no haya ninguna explotación en la presente Hoja, la gran aceptación que el ortogneis bastomilonítico ha tenido como piedra de sillería, evidenciado por el hecho de que prácticamente todas las construcciones del barrio antiguo de Santiago se han levantado con esta piedra.

Los esquistos y gneises de «Ordenes» se han utilizado también como piedra de construcción, sobre todo los tramos más cuarcíferos y las metagrauwackas del ángulo SE. de la Hoja, en donde se ha excavado un gigantesco frente de extracción del que se obtuvo material para la presa de gravedad del Embalse de Mouros, cerca del puente de San Justo (río Ulla) (1).

5.3 HIDROLOGIA

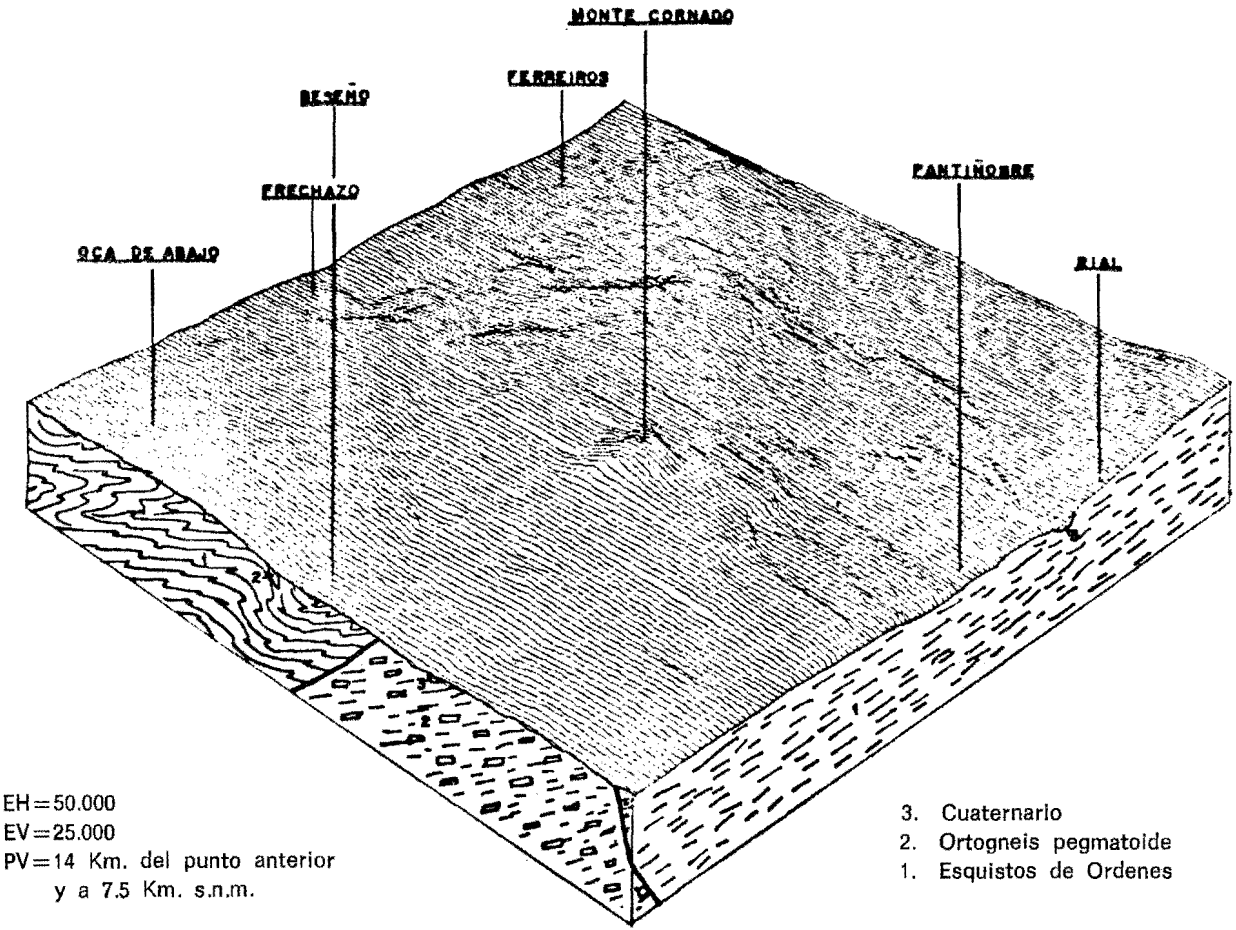
La impermeabilidad textural de las rocas, tanto metamórficas como ígneas, que componen el substrato de la región, condiciona la inexistencia de grandes acuíferos naturales en la Hoja. Ello obliga a descartar la posibilidad de alumbramiento de grandes caudales de agua subterránea. La porosidad, debida a fracturas y juntas en este macizo rocoso, es importante, pero no suficiente para la circulación y/o almacenamiento subsuperficial de grandes reservas hídricas. Existen numerosos puntos de surgencia en toda la zona, aunque con caudales muy limitados. Por otra parte, son frecuentes las captaciones realizadas en los esquistos de la «Serie de Ordenes», mediante zanjas profundas y socavones de varias decenas de metros de longitud, aunque los caudales obtenidos son siempre muy limitados (menores, en general, de 1 litro/seg.).

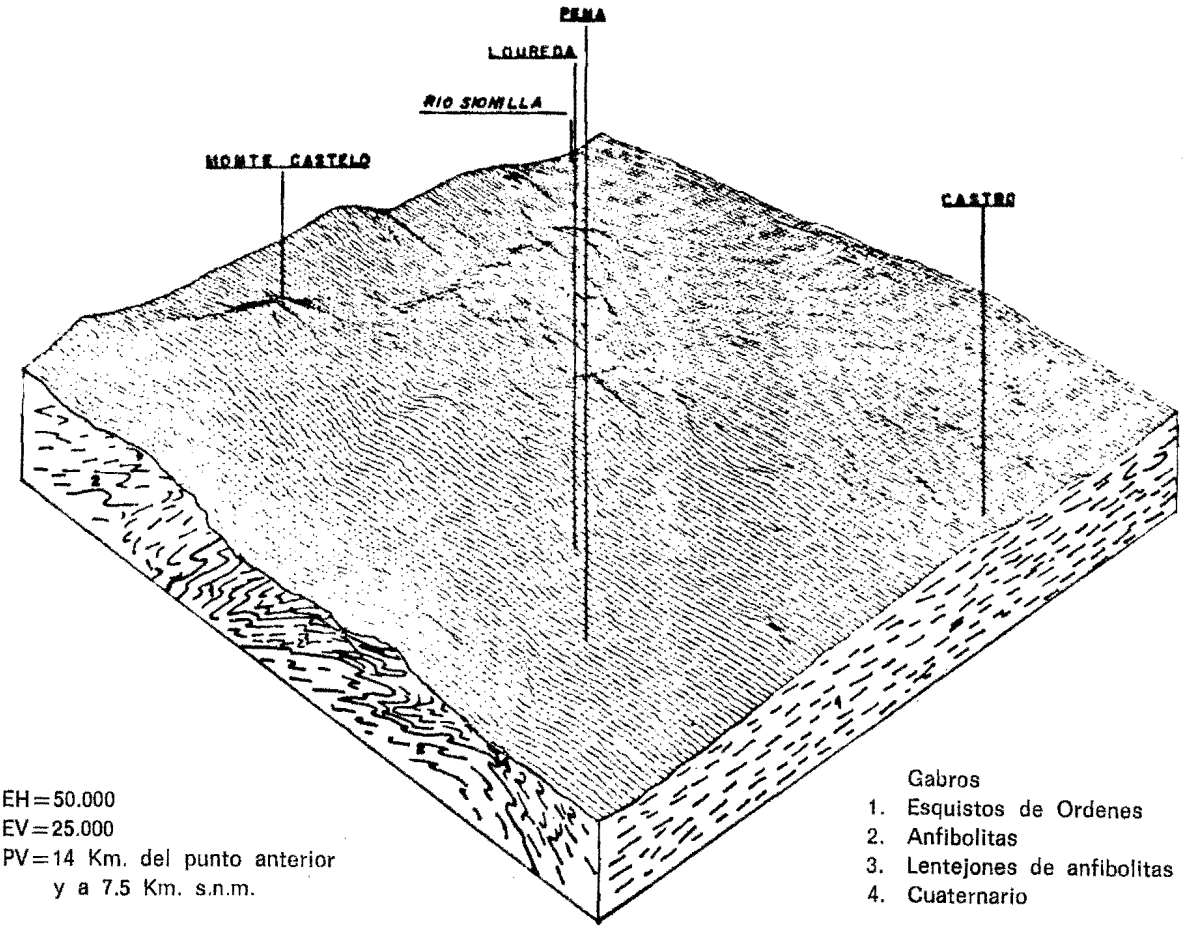
En cualquier caso, y gracias al elevado índice pluviométrico de la región, las posibilidades de alumbramiento de aguas subterráneas para usos domésticos, en cualquier punto de la zona, exige como únicas condiciones la presencia de un suelo de alteración potente (varios metros) y una topografía relativamente suave.

En caso de una demanda mayor de agua, se estima que la mejor solu-

---

(1) Puente de San Justo: X=230.930; Y=924.950.


MONTE CORNADO
FERREIROS
BESEÑO
FRECHAZO
PANTIÑOBRE
OCA DE ABAJO
RIAL
EH=50.000
EV=25.000
PV=14 Km. del punto anterior
y a 7.5 Km. s.n.m.
3. Cuaternario
2. Ortogneis pegmatoide
1. Esquistos de Ordenes


PENA
LOUREDA
RIO SIONILLA
MONTE CASTELO
CASTRO
EH=50.000
EV=25.000
PV=14 Km. del punto anterior
y a 7.5 Km. s.n.m.
Gabros
1. Esquistos de Ordenes
2. Anfibolitas
3. Lentejones de anfibolitas
4. Cuaternario

ción podría ser el almacenamiento del agua de escorrentía, ya que frente a la problemática planteada para su construcción (geotécnica, inversiones, etc.) existe una notable garantía de los caudales de superficie, prácticamente constantes a lo largo de todo el año.

6 BIBLIOGRAFIA

ALDAYA, F.; ARRIBAS, A.; GONZALEZ LODEIRO, F.; IGLESIAS, M.; MARTINEZ CATALAN, J. R., y MARTINEZ GARCIA, E. (1973).—«Presencia de una nueva fase de deformación probablemente prehercínica en el Noroeste y Centro de la Península Ibérica». *Studia Geológica*, Vol. 6, pp. 29-48.

ANTHONIOZ, P. M. (1966).—«Geologie sommaire de l'Unité de Morais (Tras os Montes, Portugal)». *Leidse Geologische Mededelingen*, Deel 36, pp. 301-304.

— (1969).—«Etude géologique des complexes basiques de Bragança et Morais (Tras os Montes, Portugal)». *These Univ. Poitiers.*

ANTHONIOZ, P. M., y FERRAGNE, A. (1969).—«Reflexions sur la nature et la position stratigrafique de quelques formations d'oeillees dans le NW de la P. Iberique». *C. R. Acad. Sc. Paris*, vol. 269, pp. 138-141.

ARCE DUARTE, J. M., y FERNANDEZ TOMAS, J. (en imprenta).—«Mapa Geológico y memoria explicativa de la Hoja núm. 8 (07-03) Vivero». *Publicaciones del IGME.*

BARD, J. P.; CAPDEVILA, R., y MATTE, Ph. (1971).—«La structure de la chaine Hercynienne de la Meseta Iberique comparaison avec les segments voisins». *Collection colloques et seminaires. Institut Français du Petrole*, tomo 1, vol. 4, pp. 61-68.

BARD, J. P.; CAPDEVILA, R.; MATTE, Ph., y RIBEIRO, A. (1972).—«Le Precambrian de la Meseta Iberique». *Coll Intern C.N.R.S.*, París, 192, pp. 315-335.

BIROT, P., y SOLE SABARIS, L. (1954).—«Recherches Morphologiques dans le NW de la Peninsule Iberique». *Memoires et documents*, vol. 4, pp. 9-60.

CAPDEVILA, R. (1969).—«Metamorphisme regional progressif et les granites dans le segment hercynien de Galice Nord. Orientale (NW de l'Espagne)». *Universite de Montpellier*, These doctoral, pp. 1-426.

CAPDEVILA, R., y FLOOR, P. (1970).—«Les differents types de granites herciniens et leur distribution NW de l'Espagne». *Boletín Geológico y Minero.* tomo 81, vol. 2, pp. 101-111.

CAPDEVILA, R., et VIALETTE, I. (1965).—«Primières mesures d'âge absolu effectuées par la methode au strontium sur les granites et micaschistes de la province de Lugo (NW de l'Espagne)». *C. R. Acad. Sc. Paris*, vol. 260, pp. 5081-5083.

— (1970).—«Estimation radiometrique de l'âge de la deuxième phase tectonique hercynienne en Galice moyenne (N-W de l'Espagen)». *C. R. Acad. Sc. Paris,* t. 270, pp. 2527-2530.

CAPDEVILA, R. (1965).—«Sur la geologie du Precambrien et du Paleozoique dans la region de Lugo et la question des plissements assyntiques et sardes en Espagne». *Not. y Comun. Inst. Geol. Min. España,* núm. 80, pp. 157-174.

DIVISION DE GEOLOGIA DEL IGME (1973).—«Mapa Geológico y Memoria explicativa de la Hoja núm. 72 (07-06) Lugo (MAGNA)». En prensa.

DIVISION DE GEOLOGIA DEL IGME (1974).—«Mapa Geológico y Memoria explicativa de la Hoja núm. 97 (07-07), Guntín (MAGNA)». En prensa.

DIVISION DE GEOLOGIA DEL IGME (1974).—«Mapa Geológico y Memoria explicativa de la Hoja núm. 98 (08-07), Baralla (MAGNA)». En prensa.

ENGELS, J. P. (1972).—«The catazonal polygmetamorfhic rocks of Cabo Ortegal (NW Spain), a structural and petrofabric study». *Leidse Geologische Mededelingen.* Deal 48, pp. 83-133.

FERNANDEZ MARTINEZ, F., y MONTESERIN LOPEZ, V. (en imprenta).—«Mapa geológico y Memoria explicativa de la Hoja núm. 6 (05-03), San Salvador de Serantes». *Publicaciones del IGME.*

GONZALEZ LODEIRO, F.; IGLESIAS, M., y MARTINEZ CATALAN, J. R. (1972). «Memoria de la Hoja de Chantada (07-09)». *División de Geología del IGME.* (MAGNA.)

— (1972).—«Memoria de la Hoja de Nogueira de Ramuín (07-10)». *División de Geología del IGME.* (MAGNA.)

FERRAGNE, A. (1972).—«Le precambrien et le paleozoique de la province d'Orense (NW de l'Espagne). Stratigraphie-tectonique-metamorphisme». *These doctoral Universite de Bordeaux I,* pp. 1-249.

FERREIRA, M. R. P. (1965).—«Geología e petrología de regiáa de Robordelo-Vinhais». *Rev. Fac. Cienc. Univ. Coimbra,* vol. 36, pp. 1-287.

FLOOR, P. (1966 b).—«Los metasedimentos y gneises graníticos antehercinianos». *Leidse. Geol. Med.,* vol. 36, pp. 223-234.

— (1968).—«Basament rocks or western Galicia as sources for the minin Ria de Arosa». *Traba. Lab. Geol. de Lage,* núm. 34, pp. 77-84.

FLOOR, P.; KISCH, H. J., y OEN ING SOEN (1970).—«Essai de correlation de quelques granites hercyniens de la Galice et du nord du Portugal». *Bol. Inst. Geol. Min. España,* vol. 83, pp. 242-244.

FLOOR, P. (1966).—«Petrology of an aegirine-riebeckite gneiss bearing part of the Hesperian Massif: The Geliñeiro and surrounding areas, Vigo, Spain». *Leidse Geologische Mededelingen,* vol. 36, pp. 1-203.

HILGEN, J. P. (1971).—«The Lalín Unit: A new structural element in the hercynian orogen of Galicia (NW Spain)». *Koninkle Nederl. Akademie van Wetenschappen,* Amsterdan, Serie B, vol. 74, núm. 4.

HUBREGTSE, J. J. M. W. (1973).—«High-grade methamorphic rocks of the

Mellid area, Galicia NW Spain». *Leid. Geol. Meded,* deel 49, af. 1 t. 1, pp. 9-31.

KONING, H. (1967).—«Les types des roches basiques et ultrabasiques qu'on recontre dans la partie occidentale de la Galice (Espagne)». *Leidse Geol. Med.,* vol. 36, pp. 235-242.

LOTZE, F. (1945).—«Observaciones respecto a la división de las Variscides de la Meseta Ibérica». *Public. extr. sobre Geología de España,* t. V, pp. 149-166. Madrid, 1950.

— (1945).—«Einige probleme der Iberischen Meseta». *Geotekl. Forsch,* 6, pp. 1-12.

MAASKANT, P. (1970).—«Chemical petrology of polymetamorphic ultramafic rocks from Galicia, NW Spain». *Leidse Geol. Med.,* 45, pp. 237-325.

MAC PHERSON, J. (1881).—«Apuntes petrográficos de Galicia». *An. Soc. Esp. Hist. Nat. 10,* pp. 49-87.

MARCOS, A. (1971).—«Cabalgamientos y estructuras menores asociadas originados en el transcurso de una nueva fase Herciniana de deformación en el Occidente de Asturias (NW de España)». *Breviora Geol. Astúrica,* año XV, núm. 4, Oviedo, pp. 59-64.

MARTINEZ GARCIA, E. (1973).—«Deformación y metamorfismo en la zona de Sanabria (provincia de Zamora, León y Orense NO. de España)». *Separata de Studia Geológica,* V, pp. 7-106, Salamanca.

MATTAUER, M. (1973).—«Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre». Collection Méthodes, Hermann. París.

MATTE, Ph. (1963).—«Sur la structure du Paleozoique de la Sierra de Caurel». *C. R. Somm. Soc. Geol. Fr.,* núm. 7, pp. 243-245.

— (1964 a).—«Sur la volcanisme silurien du synclinal de Truchas». *C. R. Somm. Soc. Geol. Fr.,* núm. 2, pp. 57-58.

— (1964 b).—«Remarques préliminaires sur l'allure des plis hercyniens en Galice orientale». *C. R. Acad. Sc. Paris,* vol. 259, pp. 1981-1984.

— (1967).—«Le Precambrien superieur schisto-greseux de l'ouest des Asturies et ses relations avec les series Precambrinnes plus internes de l'Arc Galicin». *C. R. Acad. Sc. Paris,* vol. 264, pp. 1769-1772.

MATTE, Ph., et RIBEIRO, A. (1967).—«Les rapports tectoniques entre la Precambrien ancien et le paleozoique dans le nord-ouest de la Peninsule Iberique grandes nappes ou extrusion». *C. R. Acad. Sc. Paris,* vol. 264, pp. 2268-2271.

MATTE, Ph. (1969).—«La structure de la virgation hercynienne de Galice (Espagne)». *Trav. du lab. de Geol. Fac. Sc. Grenoble,* vol. 44, pp. 1-128.

— (1969).—«Les kink-bands exemple de deformacion tardive dans l'Hercynien du nord-ouest de la Espagne». *Tectonophysies-Elsevier Publishing Company,* vol. 7, núm. 4, pp. 309-322.

MIYASHIRO, A. (1974).—«Classification, characteristics, and origin of ophiolites». Depart. of Geological Sciences, State University of New York.

PARGA-PONDAL, I. (1956).—«Nota explicativa del Mapa Geológico de la parte NO. de la provincia de La Coruña». *Leidse. Geol. Med.*, vol. 21, pp. 467-484.

— (1960).—«Observación, interpretación y problemas geológicos de Galicia». *Not. Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 59, pp. 333-358.

PARGA-PONDAL, I.; MATTE, Ph., et CAPDEVILA, R. (1964).—«Introduction a la Géologie de "l'Ollo de Sapo" formation porphyroide antesilurienne du nor-ouest de l'Espagne». *Not. y Com. Inst. Geol. Min. España*, núm. 76, pp. 119-154.

PARGA-PONDAL, I., y LOPEZ DE AZCONA, J. M. (1965).—«Sobre la existencia de elementos escasos en los granitos de Galicia». *Not. y Comun. Inst. Geol. Min. España*, núm. 78, pp. 221-236.

PRIEM, H.; BOELRIJK, N.; VERCHURE, R.; HEBEDA, E., y VERDURMEN, E. (1970).—«Dating events or acid plutonism through the paleozoic of the western Iberian Península». *Ecloge Geol. Helv.*, vol. 63, núm. 1, pp. 255-274.

RIBEIRO, A. (1970).—«Position structurale des massifs de Morais et Braganca (Tras-os-Montes)». *Com. Serv. Geol.*, Portugal, 104, pp. 115-138.

RIBEIRO, A., y REBLO, A. (1966).—«Stratigraphie et structure de Tras-os-Montes Oriental Portugal». *Leidse Geol. Med.*, vol. 36, pp. 293-300.

— (1969).—«Problemes stratigraphiques et tectoniques de Tras-os-Montes Oriental». *Comun. Serv. Geol. Port.*, vol. 53, pp. 101-105.

RIEMER, W. (1966).—«Datos para el conocimiento de la estratigrafía de Galicia». *Not. Com. Inst. Geol. Min. España*, vol. 81, pp. 7-20.

RIES, A. C., y SHACKLETON, R. M. (1971).—«Catazonal complexes of northwest Spain and north Portugal, remmants of a Hercynian thrustplate». *Nature Physical Science*, vol. 234, pp. 65-68.

ROMARIZ, C. (1969).—«Graptolitos silúricos do Noroeste Peninsular». *Comun. Serv. Geol. Port.*, vol. 53, pp. 107-156.

SEILACHER, A. (1964).—«Biogenic sedimentary structures. In J. IMBRIE & N. D. NEWELL (Edit): Approaches to Paleoecology, p. 296, Jhon Wiley and Sons Inc., New York.

TEX, E. den (1966).—«Apercu petrologique et structural de la Galicie cristalline». *Leidse. Geol. Med.*, núm. 36, pp. 211-222.

TEX, E. den y FLOOR, P. (1971).—«A synopsis of the geology of western Galicia». *Hist. Structu. Golfe. Gascogne. Symp Inst. Fr. Pert. y C.N.E.O. Rueil-Malmaison*, t. 1, pp. 1-3-1 a 1-3-13

TEX, E den, ENGELS, J. P., y VOGEL, D. E. (1972).—«A High-Pressure Intermediate-Temperature Facies Series in the Precambrian at Cabo Ortegal (Northiwest Spain)», *24 th IGC*, Section 2 (Congreso de Geología del Canadá).

VOGEL, D. E. (1966).—«Las rocas catazonales de la región de Cabo Ortegal». *Leidse Geol. Med.*, Deel 36, pp. 243-254.

— (1967).—«Petrology of an eologite and pyrigarnite bearing polymetamor-

phic rock complex at Cabo Ortegal, NW Spain». *Leidse Geol. Med.* 40, pp. 121-213.

VOGEL, D. E. and ABDEL-NOMEM, A. A. (1971).—«Radiometric evidence for Precambrian metamorphic event in NW Spain». *Geol. en Mijnb,* 50, pp. 749-750.

VOGEL, D. E., y WARNAARS, F. W. (1967).—«Metaolivine gabbro from Cabo Ortegal (NW Spain): a case of incipient eclogitization?». *N. Jb. Min. Mh.*, pp. 110-115.

WAARD, D. (1965).—«A proposed subdivision of the granulite facies». *Am. J. Sci.*, 263, pp. 455-461.

WARNAARS, F. W. (1967).—«Petrography of a peridotita-amphibolite and gabbro-gearing polyorogenic terrain NW of Santiago de Compostela (Spain)». *Ph. D. thesis, Leiden Univ.*, 208 pp.

WINKLER, H. G. F. (1967).—«Petrogenesis of metamorphic rocks». *Springer-Verlag. New Yord Inc. Library of Congress Catalog Card Number* 67-28351.

— (1970).—«Abolition of metamorphic Facies. Introduction of the four Divisions of Metamorphic Stage and of a classification based on Isograds in Common Rocks». *N. Jb. M. Miner. Mh. Jg. I,* 15, pp. 189-248.

WINKLER, H. G. F. and SEN, S. K. (1973).—«Nomenclature of granulites and other high grade metamorphic rocks». *N. Jb. Min. Mh. H.*, 9, pp. 393-403.

ZUUREN, A. VAN (1969).—«Structural petrology of an area near Santiago de Compostela (NW Spain)». *Leidse Geol. Med.*, 45, pp. 1-71.

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

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA