

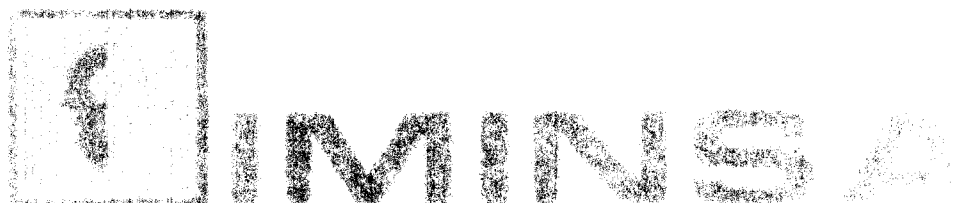
MAPA GEOLOGICO DE ESPAÑA
INFORMACION COMPLEMENTARIA

OZA DE LOS RIOS

(46) (06-05)

ESTUDIO DEL METAMORFISMO

NOVIEMBRE 1.978





IMINSA

INFORMACION COMPLEMENTARIA

HOJA 06-05

OZA DE LOS RIOS

ESTUDIO DEL METAMORFISMO

**IMINSA**

1.- INTRODUCCION

En la hoja de Oza de los Ríos existe un metamorfismo regional al que se superpone uno en contacto de extensión mucho más reducida.

Las rocas sedimentarias prehercínicas de naturaleza y edad diferentes (formación "Olló de Sapo", Complejo de Ordenes, pizarras del Ordovícico y Silúrico principalmente) pertenecientes en su mayoría a secuencias pelíticas o areno-pelíticas y cuarzo-feldespáticas con muy escasas intercalaciones de niveles margosos o calcosilicatos exclusivamente dentro de la Serie de Ordenes y en menor grano algunas rocas ígneas, también prehercínicas, han sido afectadas por un metamorfismo regional de carácter polifásico y edad hercínica.

**INIISA**

Superpuesto a este metamorfismo regional aparece en zonas bastante restringidas un metamorfismo de contacto originado por la intrusión de rocas graníticas posteriormente al paroxismo del metamorfismo regional.

2.- METAMORFISMO REGIONAL

El metamorfismo regional en esta hoja se caracteriza por ser progresivo observándose una sucesión desde la zona de la clorita a la de la estaurolita. La secuencia de minerales índice de metamorfismo que se ha encontrado en esta hoja es la siguiente:

Clorita-Cloritoide-Biotita-Almandino-Estaurolita-Andalucita

La mayor extensión corresponde a la zona de la biotita, quedando la zona de la clorita restringida a una especie de manchón o enclave en la parte nordeste de la Hoja. El cloritoide aparece de forma esporádica lo cual es lógico teniendo en cuenta el hecho de que es la composición original de las rocas el factor determinante para la aparición de este mineral (HOSCHECK 1.969).

Los factores específicos, en cuanto a la composición química, de los que depende la formación del cloritoide son por una parte una re-

**IMINSA**

lación Fe/Mg elevada junto a un contenido en aluminio alto, simultáneamente a pequeñas cantidades de K, Na y Ca.

Las zonas del resto de los minerales índice: almandino, estauroлита y andalucita tienen menos desarrollo que la de la biotita son bastante estrechas y aparecen como concordantes con las estructuras de la 2^a fase y centradas en torno a la masa granítica que aflora dentro de la mitad occidental de la hoja.

Aunque esporádicamente se ha encontrado sillimanita, bien en los enclaves metamórficos, creemos que durante el metamorfismo regional no se han alcanzado condiciones propias de grado alto, caracterizadas por la inestabilidad de la moscovita. Esta sillimanita la consideramos como de contacto teniendo en cuenta las zonas de aparición así como las características texturales.

La intensidad metamórfica aumenta de Oeste a Este en el área metasedimentaria de la parte central de la hoja y de Oeste a Este en el borde occidental de la misma. Las isogradas de mayor grado Gr^+ y Est^+ aparecen centradas en torno al granito de Espenuca apareciendo en el borde oriental del mismo una especie de domo de estauroлита.



2.1.LAS PARAGENESIS EN ROCAS PREDOMINANTE PELITICAS.

Las paragénesis más frecuentes en secuencias de naturaleza pelítica o areno-pelítica y cuarzofeldespática son:

- 1) Qz + Mosc + clor
- 2) Qz + mosc + clor + cloritoide
- 3) Qz + mosc + clor + biot + alb + epid/zois
- 4) Qz + clor + biot
- 5) Qz + mosc + biot
- 6) Qz + mosc + clor + gran
- 7) Qz + mosc + clor + cloritoide + gran
- 8) Qz + mosc + clor + biot + gran
- 9) Qz + mosc + biot + gran
- 10) Qz + mosc + biot + gran + est
- 11) Qz + mosc + est + clor
- 12) Qz + mosc + biot + gran + andal
- 13) Qz + mosc + biot + gran + andal + est
- 14) Qz + mosc + biot + plagiocl + clorita
- 15) Qz + mosc + biot + plag + feldes K + clorita

De estas las ocho primeras son características de la facies de los esquistos verdes y del estadio de bajo grado (WINKLER 1.970). A partir de la 9), con la aparición de la estaurolita se entra en el do-


IMINSA

minio de la facies de las anfibolitas o estadio medio de metamorfismo (WINKLER 1.970), estando representada únicamente la subfacies estaurolita-almandino, si bien siguen siendo estables algunas de las asociaciones que caracterizan a la facies y estado de menor grado. Las dos últimas son las más características de los paraneises de la formación Ollo de Sapo tanto en la facies de grano fino como en la de grano grueso.

El granate se presenta en porfiroblastos con frecuentes inclusiones de cuarzo que excepcionalmente presentan disposición helicítica. Es muy frecuente en las rocas esquistosas que presentan esquistosidad de flujo bien desarrollada y su formación puede ser el resultado de la inestabilidad de cloritas aluminio-ferro-magnésica por incremento del metamorfismo según una reacción del tipo:

Clorita Fe-Mg + cuarzo almandino + clorita Mg

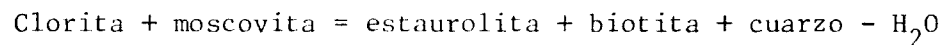
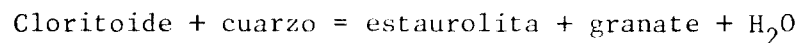
La estaurolita suele constituir porfiroblastos de considerable tamaño o bastante grandes que incluyen como en el caso del granate abundantes inclusiones de cuarzo generalmente de tamaño superior a las de aquel presentando un aspecto esqueletiforme, y a veces con cierta orientación interna discordante con la esquistosidad o foliación que presenta la roca.

La aparición de la estaurolita que marca el inicio de la facies de las anfibolitas con la desaparición de algunos minerales de me-



IMINSA

nor grado como el cloritoide inestable en presencia de cuarzo de micas y cloritas al alcanzarse las condiciones típicas de esta facies. La desaparición de este mineral puede expresarse por reacciones como las siguientes:

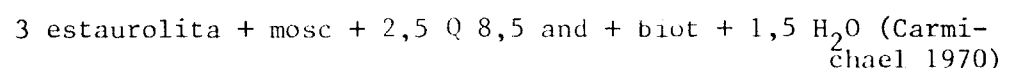
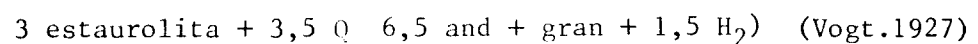


que tienen lugar en condiciones de T y P de $540 \pm 30^\circ \text{C}$ y 4000 bars según HOSCHECK (1969) y GANGULY (1969).

La andalucita se caracteriza por ser un mineral siempre tardío de tamaño bastante grande desde luego superior a la estauroлита y al granate a los que en algunos casos engloba, apareciendo estos con formas corroídas típicas de los minerales relictos.

La formación de la andalucita ha podido tener lugar por desestabilización de estauroлита o granate.

En el primer caso han sido propuestas varias reacciones para explicar la desestabilización de la estauroлита en presencia de cuarzo. Entre estas podemos considerar las siguientes:



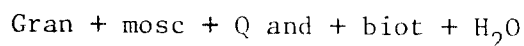


IMINSA

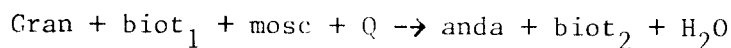
Las condiciones en que tiene lugar la reacción 2 han sido determinadas experimentalmente por Hoschek (1969) y son:

a 2 Kbars de $P_{H_2O} = 575 \pm 15^\circ C$ y a 5,5 Kbars de $P_{H_2O} = 675 \pm 15^\circ C$:

En el caso de inestabilidad del granate una posible reacción podría ser la siguiente:



o bien



que implica la formación de una biotita más ferrífera.

En nuestro caso no tenemos datos que nos permitan inclinarnos por una reacción determinada de las consideradas anteriormente.

La existencia de esta andalucita que no se debe a un metamorfismo de contacto propiamente dicho induce a suponer que durante el metamorfismo regional ha debido existir una variación en las condiciones termodinámicas del mismo, que se traducen en la aparición de paragénesis distintas.

Se pueden distinguir de acuerdo con esto en las zonas de grado más alto dos fases de metamorfismo. Las paragénesis iniciales, más fre-



cuentes : qz + mosc + biot + grana + est que son principalmente pre o sin F_2 , y que se originan durante un metamorfismo M_1 . Posteriormente durante un metamorfismo M_2 se forma andalucita y las paragénesis son : qz + mosc + biot + grana + and. La primera es característica de la facies de las anfibolitas almandínicas mientras que la segunda pertenece a las denominadas facies de las anfibolitas cordieríticas, FYFE et al. (1958) típica de un metamorfismo de más baja presión que la primera que caracteriza los de tipo Barrowien.

La aparición de estas paragénesis sucesivas supone un cambio en los gradientes P/T inmediatamente después o simultáneamente al momento en que se alcanzó la máxima intensidad. Esta variación podría estar relacionada con la formación de magmas graníticos a niveles más profundas y la segunda fase metamórfica (M_2) sería debida a un fenómeno de plutonometamorfismo. En estas condiciones las paragénesis metamórficas corresponden a facies de transición entre las típicas de contacto y las de metamorfismo regional cuando hay anatexis e intrusión de magmas graníticos a profundidad relativamente grande (Portugal Ferreira 1972.)

2.2. PARAGENESIS EN ROCAS DE NATURALEZA BASICA

En secuencias de naturaleza básica que en parte corresponden a intercalaciones de niveles margosos o calcosilicatados frecuentes en serie pelíticas sobre todo en la de Ordenes y también en rocas


IMINSA

ígneas básicas las asociaciones más características se pueden resumir en las siguientes:

Qz + clor + Epid/Zois + calcita

Plag + Clor + Anf (actinolita) + Epid/Zois + Esf + Qz

Anf (tremolita/actin) + Epid/Zois + clor + Qz + Esf

Anf (tremol-horn) + Epid + Qz + Biot + clor

Horn + Plag + Clor + Qz + Gran

Horn + Plag + Epid + Qz

Las cinco primeras son características de las facies de los esquistos verdes mientras que la 6^a lo es de la subfacies estauroлита-almándino, facies anfíbolítica para rocas de la naturaleza anterior citada.

La aparición de la hornblenda, anfíbol solamente estable en la zona del granate sería el resultado de la reacción progrado siguientes:

Clorita + tremolita/actinolita + epidota + cuarzo ----->

Hornblenda

La naturaleza de la plagioclasa que coexista con la hornblenda es la que marca el paso de la facies de los esquistos verdes al de



las anfibolitas ya que en la primera solo es estable la albita y en la segunda lo son plagioclasas más básicas.

2.3.- MICROESTRUCTURAS. RELACIONES BLASTESIS-DEFORMACION

Las rocas prehercínicas, han sido afectadas por las fases tectónicas de la orogénesis hercínica y fundamentalmente en las de naturaleza pelítica es donde los efectos de la deformación son más visibles.

La F_1 de deformación, muy penetrativa, va acompañada de una recristalización importante de filosilicatos (clorita, moscovita y biotita) paralelamente al plano axial de los pliegues, que origina una esquistosidad de flujo (S_1) subhorizontal, más o menos desarrollada según las zonas.

La segunda fase (F_2) también penetrativa, se manifiesta como una esquistosidad de crenulación, "strain slip cleavage" (S_2) está definida sobre todo por una recristalización (o reorientación a veces) de micas paralelamente a las superficies axiales de los micropliegues.

A veces se observa una tercera fase menos generalizada, de intensidad más débil que origina la formación de pequeños kink-bands, distorsiona algunos minerales y probablemente a ella se debe la defor-



mación en "kink" que presentan los porfiroblastos de biotita.

En los esquistos de la zona de la clorita y en la mayor parte de la de la biotita se pueden observar generalmente las dos fases principales de deformación. Mientras que en las zonas de más alto grado, la del almandino y estaurolita sobre todo, la recristalización durante F_2 es muy importante y en los esquistos y micacitas puede aparecer S_2 como dominante quedando S_1 como microlitos sigmoideos muy finos o incluso desaparecer por completo enmascarada por la S_2 . Por otra parte la recristalización postectónica puede originar en niveles cuarzofeldespáticos sobre todo la formación de texturas isotropas de tendencia granoblástica que también enmascaran la esquistosidad primera.

Con relación a las dos fases principales de deformación los periodos de crecimiento de la clorita, moscovita y biotita son muy similares y amplios. En parte estos minerales son pre- S_1 apareciendo como pequeños porfiroblastos oblicuos a S_1 , recristalizan durante F_1 y F_2 originando las respectivas esquistosidades y llegan a aparecer como post S_2 , si bien la blastésis más importante de biotita tiene lugar en el periodo interfase en forma de porfiroblastos algo poiquilíticos, de tamaño muy superior al del resto de filosilicatos.

El cloritoide es principalemnte intercinemático, a menudo se le observa afectado o englobado por la esquistosidad de la fase 2



y en zona restringidas que corresponden a niveles más profundos aparece relacionado con S_2 .

El granate muy frecuentemente englobado por S_2 parece cristalizar principalmente en condiciones estáticas en el periodo interfase. Sin embargo a veces está también incluido por S_1 y muy esporádicamente es posible tectónico con relación a S_2 .

La estaurolita incluye la esquistosidad S_1 y a su vez aparece englobada por la S_2 con desarrollo de importantes zonas de sombras de presión. En algunos casos muy poco frecuentes presenta orientación helicítica en inclusiones que contiene por lo que pudiera tener también caracter sincinemático.

En cuanto a la andalucita su crecimiento es siempre tardío y aparece relacionada con la esquistosidad de F_2 . Constituye cristales bastante grandes y aunque no suele ser rica en inclusiones a veces engloba relictos de estaurolita y granate que aparecen parcialmente reabsorbidos.



3.- RETROMETAMORFISMO

Posteriormente a la segunda fase de deformación y a los procesos de recristalización con ella relacionados ha tenido lugar en algunas zonas un proceso retrometamórfico que origina una serie de transformaciones de las paragénesis metamórficas iniciales.

Los cambios originados en esta fase de retrometamorfismo son de bajo grado consisten en una sericitización y moscovitización de la andalucita y estaurolita así como a una sustitución del granate por biotita, por biotita \pm clorita o por clorita \pm opacos \pm sericita. Esta pseudomorfosis del granate se puede observar en diferente grado, desde cristales que solamente aparecen sustituidos en los bordes o a lo largo de fracturas hasta pseudomorfos hexagonales

**IMINSA**

constituidos exclusivamente por láminas de biotita o asociaciones de las antes citadas o que aún contienen escasos restos de granate en algunas rocas.

Estas transformaciones de las paragénesis iniciales podrían estar relacionadas con el emplazamiento y evolución de los granitos de dos micas y estarían originadas debido a la circulación de fluidos ricos en agua y potasio procedentes de los granitos sin constituir un metamorfismo de contacto (s.S.) Este mismo fenómeno ha sido citado pro IBARGUCHJ (1978) en la región de MUXIA - Finisterre.



4.- METAMORFISMO DE CONTACTO

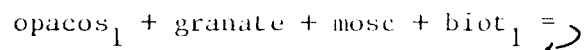
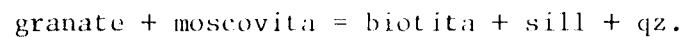
Circundando a los dos macizos graníticos de la hoja y fundamentalmente en los esquistos de la Serie de Ordenes se observa una zona de metamorfismo de contacto que viene representado por la abundancia de corneanas así como por la aparición de quiastolita. Las asociaciones mineralógicas de estas rocas son características de la Facies de las corneanas hornbléndicas.

Los enclaves metamórficos que aparecen en la granodiorita precoz con megacrystales (atribuidos al Ordovícico Inferior) y al Norte de la localidad de Guitiriz presentan una recristalización muy importante, tratándose por lo general de corneanas de micacitas cuar-



cíticas en las que existen grandes poiquiloblastos de moscovita, alternando con zonas más ricas en biotita y cuarzo con una foliación bastante bien desarrollada y que debe ser el resultado de la recristalización mimética de las micas sobre la esquistosidad regional, durante el metamorfismo de contacto.

La presencia de sillimanita de tipo fibrolítico es la característica mineralógica más destacable. El hecho de que esta fibrolita aparezca asociada sobre todo con la biotita en rocas en la que no haya feldespato, podría ser interpretado como consecuencia de reacciones del tipo:



más que de la siguiente: $\text{biot} + \text{qz.} \rightarrow \text{feldespato K} + \text{sill} + \text{H}_2\text{O}$

(SHELLEY 1968) aún admitiendo que los elementos químicos del feldes K pasen a moscovita tal como se ha propuesto en el estudio del metamorfismo de contacto del stock de Forgoselos (Hoja de Puente deume).



5.- RESUMEN Y CONCLUSIONES SOBRE EL METAMORFISMO

El estudio de las características mineralógicas y texturales así como de las distintas paragénesis en las rocas metasedimentarias de la hoja de Oza de los Ríos ha permitido obtener las siguientes conclusiones:

1° La existencia de tres procesos metamórficos o Metamorfismos diferentes, que en orden cronológico son:

- a) Metamorfismo Regional
- b) Metamorifsmo de Contacto
- c) Retrometamorfismo

2° El metamorfismo regional es de caracter polifásico y se caracteriza



por la aparición de los siguientes minerales índice:

clorita-- biotita-- granate-- estaurolita-- andalucita

El estudio de las paragenesis y de las relaciones de crecimiento de los minerales con las dos fases principales de deformación, sugieren la existencia de dos fases de metamorfismo:

a) La primera - M_1 - se caracteriza en las zonas de mas alto grado por la paragénesis: Qz + Mosc + biot + gran + est y es post- F_1 y pre- F_2 .

b) La segunda - M_2 - se caracteriza en zonas equivalentes a las anteriores por la paragénesis: Qz + mosc + biot + gran + and es (sin) - post- F_2 .

3° La aparición de andalucita en la segunda paragénesis y la presencia de estaurolita en las iniciales parecen indicar que la segunda fase de metamorfismo (M_2) representa un metamorfismo de Presión Intermedia con un gradiente geotérmico superior al de la fase primera (M_1) que probablemente sería de tipo Barrowien como es frecuente en otras zonas de Galicia.

4° El hecho de que las isogradas de más alto grado de metamorfismo:

Granate + estaurolita + andalucita aparezcan centradas en torno a grani-



tos de dos micas sugiere que este metamorfismo regional pueda considerarse como consecuencia de un fenómeno de plutonometamorfismo.

5° Posteriormente a las dos fases de metamorfismo y a F_2 ha existido una fase de retrometamorfismo que se manifiesta en la sustitución de algunos minerales por otros de más bajo grado.

Los cambios más importantes son:

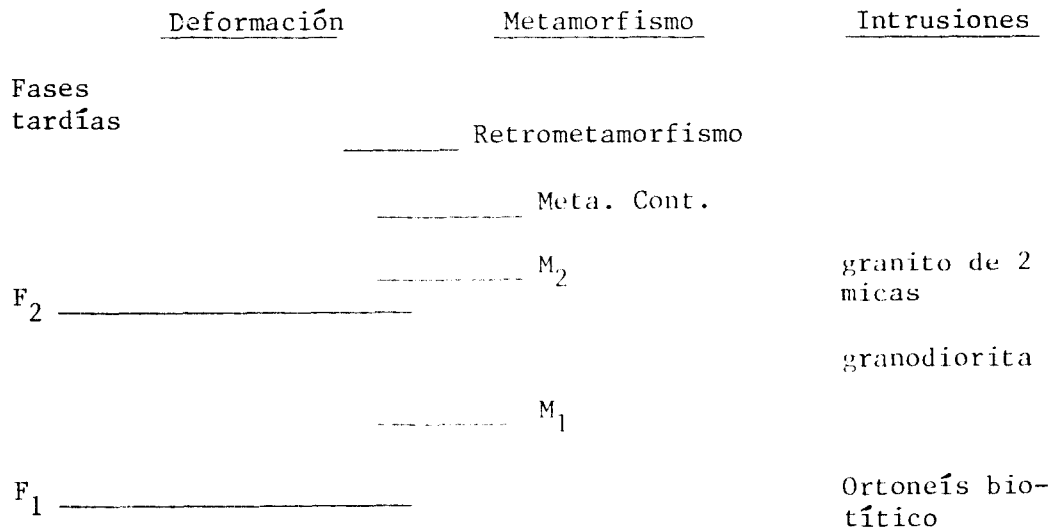
- a) sericitización/moscovitización de la andalucita y estauro-lita.
- b) Sustitución de granate por biotita y/o clorita \pm opacos
- c) cloritización de la biotita

Estos cambios de las paragénesis iniciales sin duda originados por fluidos ricos en agua y potasio probablemente estén relacionados con el emplazamiento y evolución de los granitos de dos micas.

6° El metamorfismo de contacto está originado por la intrusión de los granitos de dos micas y generalmente es de escaso desarrollo. Se caracteriza por la aparición de sillimanita coexistiendo con moscovita y por el desarrollo de quiastolita por lo que las paragénesis desarrolladas por el pertenecen a la facies de las corneanas hornbléndicas.


IMINSA

7° La cronología de los diferentes procesos metamórficos y fases del metamorfismo regional se pueden resumir en el esquema siguiente relacionados con las fases de deformación y donde aparecen también las intrusiones magmáticas.





6.- BIBLIOGRAFIA

CARMICHAEL D.M. (1970).- "On the mechanism of prograde metamorphic reactions in quartz - bearing pelitic rocks." *Contr. Min. and Petr.* 20, 244-267.

GANGULY J. (1969).- "Chloritoid stability and related paragenesis: theory, experiments and applications." *Amer. Jour. of Sc.* 267, 910-914.

----- (1972).- "Staurotide stability and related paragenesis: theory, experiments and applications." *Journ of Petrology* 13, 335-365.



- HOSCHENG G. (1969).- "The stability of staurotide and chloritoid and their significance in metamorphism of pelitic rocks." *Contr. Minl Petr.* 22, 208-232.
- GIL IBARGUCHI J.I. (1978).- "Etude petrographique de la region Mu-xia-Finisterre (NW de l'Espagne). "Thèse Doctorale. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris.
- SHELLEY, D. (1968).- "A note on the relationship of sillimanite to biotite". *Geol. Mag.* pp. 543-545
- TURNER F.J. (1968). "Metamorphic Petrology". M^C Graw Hill. 403 pags.
- VOGT, J.H. (1921).- "The physical chemistry of the cristalization and magmatic differentiation of igneous rocks. " *Am. Min.*, 52
525 - 536.
- WINKLER H.G.F. (1974).- "Petrogenesis of metamorphic rocks." Springer Verlag.