

INDICE - 1 -  
V. ORDEN - 913

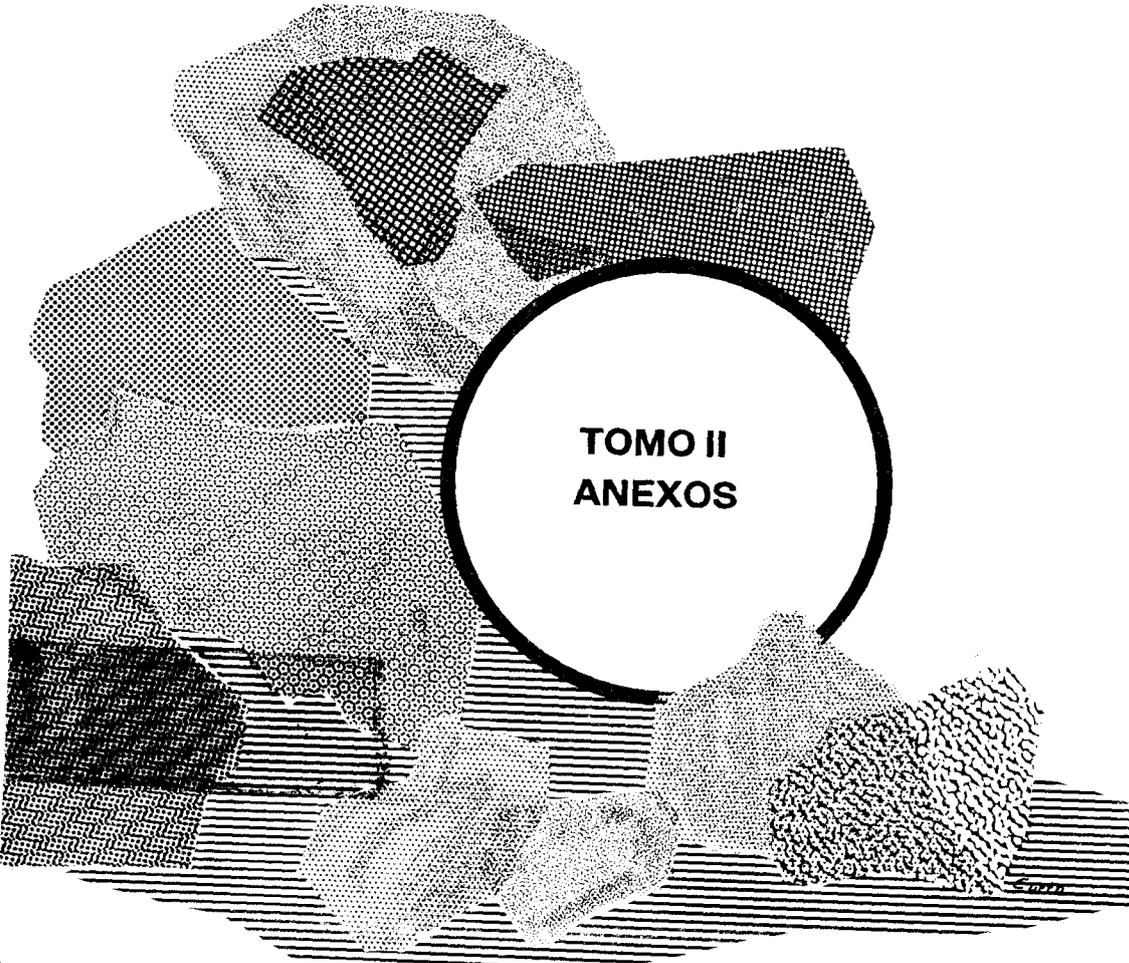
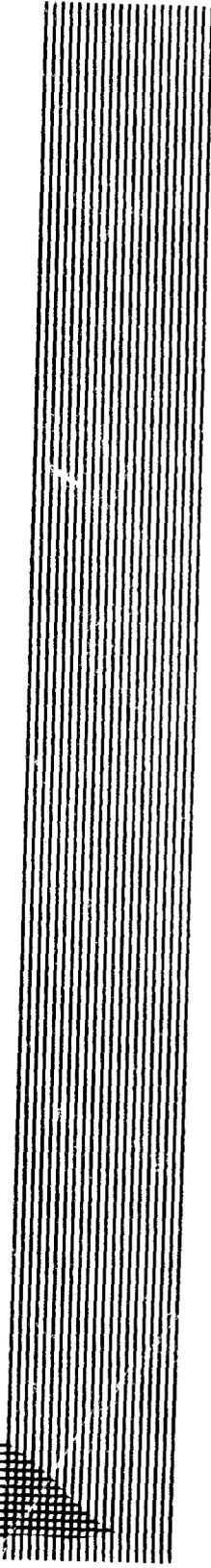
MINISTERIO DE INDUSTRIA  
DIRECCION GENERAL DE MINAS  
E INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION  
INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

10018

PLAN NACIONAL DE LA MINERIA  
PLAN NACIONAL DE ABASTECIMIENTO  
DE MATERIAS PRIMAS NO ENERGETICAS



# ESTUDIO BASICO DE LOS YACIMIENTOS DE Cu - Ni TIPO - ARINTEIRO



TOMO II  
ANEXOS

10018

**ESTUDIO BASICO DE LOS YACIMIENTOS DE Cu - Ni  
TIPO-ARINTEIRO**

**ANEXOS  
TOMO II**

**Mayo 1977**

13018

**TOMOS QUE COMPRENDE ESTE INFORME**

**TOMO I MEMORIA**

**TOMO II ANEXOS**

**TOMO III PLANOS**

**Mayo 1977**

**ANEXO N.º 1 : ESPECTROGRAFIA**

ESTUDIO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

## ARINTEIRO

Perfil Norte:

<u>Referencia</u>	<u>Elm. Princip.</u>	<u>Elem. Secund.</u>	<u>Indicios y Accesor.</u>
mo-11505 (Sch)	Ti	Fe, Mn, Ba	Zr, Rb, Sr, Cu, Zn, Ni
mo-11506 (A.F.)	Ti, Fe	Mn	Cu, Co, Zn, Ni, Sr, Zr
mo-11507 (Trans.)	Fe, Ti	Mn	Zr, Sr, Zn, Ni, Cu
mo-11508 (A.M.)	Fe, Ti	Cu, Mn	Zr, Zn, Co, Ni
mo-11509 (A.F.)	Fe, Ti	Mn	Cu, Zn, Sr, Zr
mo-11510 (Sch.)	Fe, Ti	Mn, Cu	Rb, Zr, Sr, Ba, Ni, Co

Perfil Sur

<u>Referencia</u>	<u>Elm. Princip.</u>	<u>Elme. Secund.</u>	<u>Indicios y Accesor.</u>
mo-11511 (sch)	Ti	Ba, Fe, Mn, Zr, Rb, Sr,	Zn, Ni, Cu
mo-11512 (A.F.)	Ti, Fe	Mn	Cu, Zn, Ni, Sr, Zr, Co
mo-11513 (Trans.)	Fe, Ti, Mn	Cu, Zn	Zr, Sr, Ni, Ba, Rb
mo-11514 (A.M.)	Ti, Fe	Cu, Mn	Co, Zn, Ni, Zr
mo-11515 (A.F.)	Ti, Fe	Mn	Zr, Sr
mo-11516 (Sch.)	Fe, Ti	Cu, Ba, Mn	Zr, Rb, Sr, Zn, Ni

Abreviaturas:

Sch: Esquistos neisicos

A.F.: Anfibolitas de grano fino

A.M.: Anfibolita megacristalina mineralizada

Trans.: Transito. A.F. mineralizada junto al contacto con A.M.

## FORNAS

Perfil N.W.

<u>Referencia</u>	<u>Elem. Princip.</u>	<u>Elem. Secund.</u>	<u>Indicios y Accesor.</u>
mo-11517 (A.G.M.)	Fe, Ti	Mn	Zr, Sr, Cu, Co, Zn
mo-11518 (A.G.M.)	Fe, Ti	Mn	Cu, Zn, Ni, Zr, Sr
mo-11519 (Trans.)	Fe, Ti	Cu, Zn, Mn	Zr
mo-11520 (Mlna)	Fe	Ti, Cu	Co, Zn, Ni
mo-11521 (A.G.M.)	Fe, Ti	Mn	Zr, Sr, Cu, Zn, Co

Perfil S.E.

<u>Referencia</u>	<u>Elem. Princip.</u>	<u>Elem. Secund.</u>	<u>Indicios y Accesor.</u>
mo-11522 (A.F.)	Fe, Ti	Mn	Zr, Sr
mo-11523 (A.G.M.)	Fe, Ti	Mn	Cu, Zn, Ni, Zr, Sr
mo-11524 (Trans.)	Fe, Ti	Cu, Zn, Mn	Co, Zr, Sr
mo-11525 (Mena)	Fe	Cu, Ti, Co, Zn	Mn
mo-11526 (A.G.M.)	Fe, Ti	Mn	Cu, Zn, Zr, Sr, Co, Ni

Abreviaturas:

A.F.: Anfibolitas bandeadas de grano fino

A.G.M.: Anfibolitas masivas de grano medio

Mena.: Sulfuros masivos

Trans.: Zona marginal de disseminación de sulfuros en A.G.M.

## **ANEXO N° 2 : DIFRACTOMETRIA**

ESTUDIO POR DIFRACTOMETRIA DE RAYOS X

## ARINTEIRO

Perfil Norte

<u>Referencia</u>	<u>Min. Princi.</u>	<u>Miner. Secund.</u>	<u>Indicios y Accesor.</u>
mo-11505 (Sch.)	Cuarzo, Feldesp.	Clor, Moscov.	<u>Ilmenita</u>
mo-11506 (A.F.)	Anfibol	Clor. Feldep.	<u>Ilmenita</u>
mo-11507 (Trans.)	Anfibol, Clor.	Cuarzo, Felde.	-
mo-11508 (A.M.)	Clor. Cuarzo	Anfib. Alman.	Calcopir.
mo-11509 (A.F.)	Anfibol	Cuarzo, Feldep.	Clorita
mo-11510 (Sch.)	Feldespatos	Mica, Anfib.	Clorita, Arcilla

Perfil Sur

<u>Referencia</u>	<u>Min. Princi.</u>	<u>Miner. Secund.</u>	<u>Indicios y Accesor.</u>
mo-11511 (Sch.)	Cuarzo, Mica	Feldep. Ilmenit.	Clorita, Anfibol
mo-11512 (A.F.)	Anfibol	Feldep.	-
mo-11513 (Trans.)	Clorita, Cuar.	Anfibol, Mica	Calcop. Blenda
mo-11514 (A.M.)	Cuarzo, Clor.	Ilmenita, Calcop. Anfi.	Almandino
mo-11515 (A.F.)	Anfibol	Ilmenita, Clorita, Cuarz.	Feldes.

Abreviaturas

Sch.: Esquistos nefisicos

A.F.: Anfibolitas de grano fino

A.M.: Anfibolita megacristalina mineralizada

Trans.: Transito, A.F. mineralizada junto al contacto con A.M.

## FORNAS

Perfil N.W. .

<u>Referencia</u>	<u>Min. Princi.</u>	<u>Miner. Secund.</u>	<u>Indicios y Accesor.</u>
mo-11517 (A.G.M.)	Anfibol	Feldp. Ilmenita	Cuarzo, Clorita
mo-11519 (Trans)	Clor. Anfib.	Curz. Feldesp.	Blenda, Calcop. Pirrotina,
mo-11520 (Mena)	Pirrot. Pirit.	Clorit. Cuarzo	Calcopirita
mo-11521 (A.G.M.)	Anfibol	Ilmenita, clo- rita, Feldesp.	-

**ANEXO N° 3 : PETROGRAFIA**

ESTUDIO DE LAS LAMINAS DELGADAS DE LA CORTA DE FORNAS. (Vease la localización de las muestras en el plano nº 5).

Fornás 1 y 2

1.- Mineralogfa

Hidrobiotita (comprobado con rayos X)

Anfiboles

- a) Anfibol incoloro: X, Y, Z, incoloro (Z, a veces algo amarillento).

Extinción recta;  $Z-X=0,0175$ ;  $2V_Z=85^\circ$  (media de varias medidas)

GEDRITA aluminica

- b) Anfibol verdoso: biáxido positivo.

Pleocroísmo: X, incoloro; Y, verde claro; Z, verdoso.

PARGASITA

Incluye anfibol incoloro e hidrobiotita.

Espínela verde: hercinita. Incluye y corroe anfibol incoloro. Es intersticial y pecilitica.

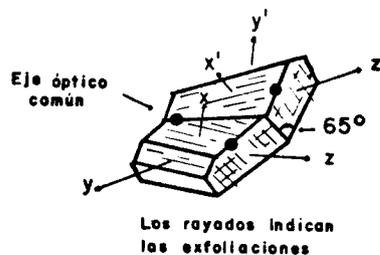
Estauroлита: Muy abundante (confirmada con rayos X).

Pleocroísmo: X, incoloro amarillento  
Y, incoloro amarillento más pálido.

Z, amarillo dorado

$Z-X=0,011$ ;  $2V_X=83^\circ$  (medida de varias medidas),

Cristales idiomorfos con hábito anómalo, machados en bastantes casos como muestra la figura.



Clorita. Tardía, en parte fibroso-radiada y ligada a los bordes de acúmulos de sulfuros.

Cuarzo. No mucho. Con la espinela forma simplectitas.

Plagioclasa, An<sub>33</sub>

Rutílo y apatito

Mena: Sulfuros

2.- Análisis textural: Se observa la siguiente secuencia de -  
cristalización:

1º.- Estauroлита, gedrita, hidrobiotita,

2º.- Pargasita, hidrobiotita.

3º.- Espinela, plagioclasa.

4º.- Mena, cuarzo y clorita. Los sulfuros cristalizan durante y después de la deformación que pliega a los minerales de la paragénesis precedentes. Especialmente la deformación se -- muestra en las biotitas como "Kink bands". La mena incluye al resto de los minerales previos y es intersticial.

3.- Conclusiones

Se trata de una mineralización esencialmente estática en un medio que permite que la mayoría de los minerales sean idiomorfos. Esto excluye condiciones metamórficas, al menos en - el sentido más estricto de la palabra.

Por otra parte, la paragénesis (y quizá la composición - química) no tienen nada que ver con las observadas en las anfibolitas.

El hecho de que existan filosilicatos parcialmente orientados en la primera paragénesis descrita podría deberse a una cristalización bajo condiciones de esfuerzos locales u otra clase de anisotropía (quizá geométrica) en el medio en que se produce la cristalización.

Fornás-3, 4, 5 y 61.- MineralogíaAnfiboles

- a) Anfibol incoloro, extinción recta, elongación positiva.

GEDRITA alumínica

- b) Anfibol verdoso

$Z^{\wedge}C = 17^{\circ}$ ;  $2V_Z \approx 80^{\circ}$

Pleocroísmo: X, Y, amarillo muy claro;

Z, verde muy claro.

Maclas según (100)

PARGASITA

Espinela casi incolora; incluye anfiboles

Estauroлита muy escasa

Hidrobiotita, incluye gedrita.

Plagioclasas, maclas en enrejado; zonación inversa poco - marcado. La presencia de inclusiones de anfibol cálcico (pargasita) hace variar localmente la composición de la plagioclasa, la cual se hace más cálcica.

Otras inclusiones: estauroлита, biotita, gedrita.

Composiciones medidas: An<sub>21</sub> → An<sub>24</sub> (borde)

An<sub>20</sub> → An<sub>27</sub> (borde)

Clorita, es secundaria a partir de anfíboles y sobre todo de hidrobiotita.

Tipos observados: a) Las grandes láminas de hidrobiotita se cloritizan dando grandes láminas

de clorita de tipo penninita, que se hinchan con el calor. No se trata de vermiculita sino de clorita, tal como se ha comprobado por rayos X.

En el estudio de las diversas láminas delgadas se observa que la hidrobiotita está más fresca hacia el centro de la mineralización y más cloritizada hacia la capa, donde pueden estar desarrolladas zonas muy ricas en grandes cristales de clorita.

- b) Clorita fibroso-radiada, en general, clinocloro que tapiza a los granos - y acúmulos de sulfuros, separándolos de la ganga.

Cuarzo

Carbonatos

Sulfuros: el más tardío es la calcopirita que cementa trozos del resto de la lámina.

2.- Análisis textural: Secuencia de cristalización observada:

- 1º.- estauroлита, gedrita.
- 2º.- pargasita, hidrobiotita.
- 3º.- plagioclasa, espinela.
- 4º.- Sulfuros (esencialmente pirrotina, cuarzo), y clorita.

Deformación simultánea de la ganga (principalmente detectable en hidrobiotita y clorita) y de la pirrotina: se forman pliegues y "Kink bands" en los filosilicatos y la pirrotina se adapta a ellos, u ocupa los huecos virtuales en el intradós de los pliegues, sirviendo - de nivel de despegue (pliegues disarmónicos).

Tras una fracturación más o menos intensa del conjunto de minerales antes citados, cristaliza principalmente calcopirita que cementa la brecha.

3.- Conclusiones: la ganga de la mineralización ha debido formarse a una temperatura relativamente alta ( 550°C) y presión media ( 5Kb).

La presencia de estaurolita indica génesis a partir de metapelitas de una composición muy definida, relativamente aluminica.

De acuerdo con G. HOSCHEK (1969) la estaurolita presenta un límite superior de estabilidad hasta unos 675° a una presión de 5,5 Kb. Según J. GANGULY (1972), en las raras paragénesis desprovistas de cuarzo, el campo de estabilidad de la estaurolita puede ampliarse aún más en cuanto al límite superior de temperatura ( 800°C a 5Kb). H.G.F. WINKLER (1974, 3ª ed) añade que, si no existe moscovita + cuarzo, la estaurolita puede persistir hasta temperaturas algo superiores a 700°C.

En nuestro caso es muy posible que la estaurolita, junto a la gedrita y la hidrobiotita, se haya formado a temperaturas de unos 700°C, ya dentro del metamorfismo de grado alto (campo de la anatexia). Sólo así, es posible imaginar la mineralización ligada indirectamente a un metamorfismo de grado alto, capaz de originar fenómenos pneumatolíticos y/o hidrotermales en zonas de fractura. Conviene recordar, al respecto, que, tras las esquistosidades se desarrolla una removilización de las anfíbolitas con segregación de leucocratos (fenómenos anácticos). Esta anatexia postesquistosa es descrita también por Van ZUUREN (1969) tanto en las metabasitas como en las metapelitas del complejo de Santiago y del propio complejo de Ordenes.

Las fases y la mineralogía detectadas en la mineralización no se corresponden con las observadas en la roca de caja. Por otra parte, el alto contenido en aluminio de la ganga de la mineralización no se puede compaginar con la composición de las anfibolitas.

Todo lo que antecede lleva a la conclusión de que la mineralización y su ganga proceden de una diferenciación en rocas distintas (metapelitas infrayacentes de composición muy aluminica que han sufrido procesos anatécticos post-S<sub>4</sub>). Esta diferenciación ha aprovechado la existencia de fracturas en los materiales suprayacentes (en este caso las metabasitas - del Complejo de Ordenes). La existencia de tales fracturas mineralizadas explica: la orientación relativa de los filosilicatos, los pliegues y "Kink bands" generados durante la mineralización y el aspecto brechoide de la mineralización, cementada por una nueva generación de sulfatos. El "protoyacimiento" de sulfuro había que buscarlo, por tanto, fuera de las metabasitas, probablemente en los metasedimentos infrayacentes. La actual situación de los sulfuros obedece a la existencia - de fracturas (fallas de desgarre y fracturas asociadas).

El estudio de las láminas de metabasitas prueba asimismo que los sulfuros se sitúan en fracturas tardías o dispersos e intersticiales en zonas próximas a fracturas. Siempre se trata de una mineralización tardía.

SF - 11517 AnfibolitaAnfibol verde: Tschermakita

- a) granos finos según S<sub>3</sub> y S<sub>4</sub>
- b) granos gruesos desorientados pre-S<sub>3-4</sub>, con inclusiones de rutilo xenomorfo.

Exsoluciones de rutilo.

Titanita a) en granos alineados según S<sub>1</sub> o S<sub>2</sub>, incluidos en anfibol grueso.

- b) granos gruesos desorientados pre-S<sub>3-4</sub>

Plagioclasa: sin-S<sub>3</sub> y sin-S<sub>4</sub>

An<sub>22</sub>

SF - 17518 Anfibolita con granate antiguo

Granate corroído por anfibol

Anfibol verde sin desmezcla, rodeado por S<sub>3-4</sub>. Inclusiones de titanita en granos pequeños y de mena - titanífera.

SF - 11519 Mineralización

Anfibol algo verdoso; biáxico positivo. Pargasita

Clorita fibroso-radiada y en pajuelas grandes.

Plagioclasa

Sulfuros intersticiales y plegados junto a las cloritas grandes.

SF - 11520 Mineralización. Textura brechoide

Sulfuro muy abundante

Clorita

Gedrita

Cuarzo

SF - 11521 Anfibolita con granate antiguo

Granates corroídos por anfíbol y plagioclasa

Anfíbol: Tshermakita con núcleos marrones verdosos más ti  
taníferos.

Mena titanífera opaca, incluida en el anfíbol.

Titanita, en granos orientados, incluida en granate y an-  
fíbol.

Plagioclasa: An<sub>30</sub>

Esquistosidad S<sub>3-4</sub> poco marcada, por abundancia -  
de minerales desorientados que pueden ser pre - S<sub>3</sub> o post-S<sub>4</sub>.

SF - 11522 Anfibolita con granate antiguo

Granates corroídos por plagioclasa y anfíbol estático que  
presenta desmezcla de minerales de titanio.

Plagioclasa según S<sub>3-4</sub>

Anfíbol verde según S<sub>3-4</sub> (Tschermakita) y peciblastos --  
pre-S<sub>3-4</sub> de mismo anfíbol con desmezcla de  
rutilo.

SF - 11523 Anfibolita con granate antiguo

Granate corroído por anfíbol y plagioclasa. En fracturas  
está cloritizado y relleno por cuarzo y sulfuros.

Anfíbol verde

Plagioclasa epidotizada

Epidota + Sulfuros + Cuarzo tardíos (post-S<sub>4</sub>), en fracturas  
y en la masa de la roca.

SF - 11524 MineralizaciónSF - 11525

Anfíbol verdoso: Pargasita

Hidrobiotita, en pajuelas cloritizadas parcialmente.

Clorita en pajuelas y fibroso-radiada.

Sulfuros cementan el resto de los minerales. Están plegados.

Plagioclasa: Su composición está controlada por la proximidad o las inclusiones de pargasita, de modo que se hace más cálcica.

SF - 11526 Anfibolita con granates antiguos

Granates muy abundantes; corroídos por anfíbol y plagioclasa. Son pre-S<sub>3-4</sub>.

Alterados tardíamente a clorita.

Anfíbol: tschermakita titanífera sin desmezcla

Plagioclasa

ESTUDIO DE LAS LAMINAS DELGADAS DEL ENTORNO DE FORNAS. (Vease la localización de las muestras en el plano nº 1).

CS - 1 Muestra grande con dos partes bien diferenciadas.

A).- Inclusión tectónica

1.- Mineralogía:

Piroxeno  $Z^c \approx 45^\circ$ ;  $2V_z \approx 60^\circ-65^\circ$

Pleocroísmo: X, incoloro; Y, incoloro o algo verdoso; Z, verde muy pálido.

Se trata de Salita

Epidota: variedad pistacita ( $Z-X \approx 0,036$ ;  $2V_x \approx 90^\circ$ )

Anfibol: relacionado espacialmente con el piroxeno.

Plano de ejes ópticos (010).

$Z^c = 17^\circ, 15^\circ, 15^\circ$ ;  $2V_x \approx 70^\circ$ ;  $Z-X \approx 0,025$

Pleocroísmo: X, amarillo verdoso; Y, verde oliva; Z, azul o verde azulado.

Se trata de Tschermakita, que hacia los bordes se hace incolora (posiblemente pargasita). También hay pargasita (?) en fracturas.

Plagioclasa. Muy escasa y de dos tipos texturalmente distintos:

- Una saussuritizada: An<sub>25</sub>

- otra, limpia y aparentemente intersticial:

An<sub>25</sub>

Titanita abundante, de bordes redondeados y con frecuentes maclas (100).

Mena titanífera.

Sulfuros en fracturas

Carbonato en fracturas y en relación con los piroxenos.

2.- Análisis textural: Se observa un bandeo a la escala de la lámina marcado por mayor abundancia relativa de piroxeno + mena titanífera y de epidota.

Al microscopio se observa una alineación de cristales de titanita anterior a ese bandeo. La titanita está muy frecuentemente incluida en piroxenos y en epidota.

1ª fase de cristalización, S<sub>1</sub>: alineación de cristales de titanita que deformen la esquistosidad S<sub>1</sub>.

2ª fase de cristalización anterior al bandeo (aunque concordante con él): clinopiroxeno (salita) desorientado y plagioclase antigua (An<sub>25</sub>); paragénesis pre-S<sub>n</sub>.

3ª fase de cristalización relacionada con el bandeo S<sub>n</sub>: epidota + plagioclase no alterada (An<sub>25</sub>) ligeramente orientada + tschermakita + menatitanífera (sobre los piroxenos). Se origina la S principal que, por el momento, denominaremos S<sub>n</sub>.

4ª fase, fracturación: Carbonatos en exfoliaciones y/o fracturas a los piroxenos. Anfibol incoloro (pargasita probable) en fracturas y sulfuros también en fracturas.

3.- Conclusiones. Se trata de una metabasita con alto contenido en Fe y Ti, y relativamente pobre en Mg, a juzgar por el tipo de piroxeno metamórfico.

Durante la 2ª fase de cristalización se alcanza el grado - alto de metamorfismo: facies granulita (faltan en esta lámina los granates pero los hay en estaciones próximas).

B). Roca en general (que engloba a la inclusión ya descrita)

1.- Mineralogía

Anfibol:  $2^{\wedge}c=15^{\circ}, 17^{\circ}, 17^{\circ}, 19^{\circ}$ ; Z-X 0,023;  $2V_x \simeq 85^{\circ}$

Plano de ejes ópticos (010)

Pleocroísmo: X, amarillo verdoso; Y, verde oliva parduzco; Z, verde azulado.

Se trata de tschermakita

Epidota, variedad pistacita.

Plagioclasa  $A_{n27}, A_{n25}$

Maclas polisintéticas poco frecuentes, a veces en enrejado.

Titanita, con maclas

Mena metálica, opaca

2.- Análisis textural. Se observa un bandeo determinado por hojas más ricas en plagioclasa, unas, y en anfibol otras.

1ª Fase de cristalización. Formación de  $S_1$  ; determinada

por alineaciones de granos de titanita.

3ª Fase de cristalización. Formación del bandeo  $S_n$ , Mine-

rales de esta paragénesis: tschermakita,  $A_{n25-27}$ , pistacita. La mena metálica no se puede situar bien respecto a la secuencia citada.

3.- Conclusiones. Se trata, también aquí, de una roca metabásica más exactamente, de una ortoanfibolita, cuyas analo-

gías de composición con la inclusión tectónica, antes descrita, son muy claras.

El grado de metamorfismo observado aquí es medio, aunque es posible que hay existido previamente una paragénesis de grado alto.

C) Conclusiones para el conjunto de la lámina (teniendo en cuenta el resto de las láminas).

En la inclusión se ha conservado un piroxeno antiguo (salita), crecido una vez formada la esquistosidad  $S_1$ . Se verá en otras láminas que se trata de un clinopiroxeno sincinemático de la primera fase de cristalización, y que las fases 1ª y 2ª de cristalización, descritas para la inclusión tectónica, son en realidad una sola. Con sólo esta lámina, desde luego, esto no puede afirmarse rotundamente.

Durante la formación de la S principal ( $S_n$ ) el piroxeno y, eventualmente otros minerales, se han podido -- destruir casi totalmente.

En resumen tenemos en esta lámina:

1ª Fase de cristalización sincinemática con formación de  $S_1$ . Titanita, piroxeno. La plagioclase alterada es posterior, pero también pre- $S_n$ .

2ª Fase de cristalización sincinemática con formación de  $S_n$ . anfíbol, plagioclase, epidota.

La textura nematoblástica, muy bien marcada, está relacionada con esta etapa.

CS - 81.- Mineralogfa

Piroxeno:  $2V_z \simeq 50^\circ$ ; plano de ejes ópticos (010);  $Z^c = 45^\circ$ ,  
47°.

Pleocroísmo: X, incoloro, Z, Y incoloro algo par  
do.

Augita algo titanífera.

Anfibol: plano ejes ópticos (010);  $Z^C = 13^\circ$ ,  $13^\circ$ ,  $14^\circ$ ,  
 $15^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $2V_x \simeq 90^\circ$

Pleocroísmo: X, amarillo pálido; Y, marrón verdo  
so; Z, marrón claro verdoso.

Anfibol de composición y características interme  
dias entre tschermakita y Kaersutita.

Plagioclasa. con enrejado por combinación de maclas de al  
bita y periclina.

Zonación inversa  $An_{30} \rightarrow An_{39}$  (borde).

La zona más externa, más cálcica, no posee  
maclas y está microgranulada.

Epidota: clinozoisita (birrefringencia baja y maclas).

Titanita

Mena metálica opaca: se trata de sulfuros.

Carbonatos

2.- Análisis textural

La superficie S más visible está marcada por un bandeo  
de anfibol y plagioclasa, esencialmente. Corresponde pro-  
bablemente a la Sn principal, que, como se vera a lo lar  
go de la descripción de las láminas, es la S<sub>4</sub>.

Paragénesis anteriores a S<sub>4</sub>

Piroxeno y alineaciones de titanita incluidas en él, -

singenéticas de una primera deformación definida por S<sub>1</sub>.

Paragénesis sin S<sub>4</sub>: hornblenda marrón, plagioclasa

Paragénesis post-S<sub>4</sub>: plagioclasa granulada, epidota aluminica, sulfuros y carbonatos.

- 3.- Conclusiones. Roca metabásica, en la cual el contenido en titanio ha debido ser elevado. Existen vestigios de una - deformación acompañada de metamorfismo de grado alto (paragénesis pre-S<sub>4</sub>) : facies granulita.

Las otras fases de metamorfismo son sólo de grado medio, como también ocurre en la lámina anterior.

CS - 11

1.- Mineralogía

Anfibol : plano ejes ópticos (010);  $2 V_x > 70^\circ$ ;  $Z^{\wedge}C = 15^\circ 15'$   
16'.

Pleocroísmo: X, amarillento muy pálido; Y, verde oliva; Z, verde algo grisáceo.

Plagioclasa: maclas frecuentes, algunas en enrejado. Zonación inversa suave. Deformada y fracturada.

An<sub>28</sub>.

Granate: con inclusiones de titanita en bola de nieve: sin cinemático.

Falsas inclusiones de plagioclasa, ya que este mineral corroe al granate.

Piroxeno.  $2V_z = 61^\circ$ ;  $Z^{\wedge}C = 42^\circ$

Pleocroísmo: X, amarillo verdoso, muy pálido; Y, verde pálido, Z, verde muy pálido.

Engloba a titanita.

Salita

Titanita

2.- Análisis textural:

Paragénesis sin S<sub>1</sub>: titanita, granate, salita.

Paragénesis sin S<sub>4</sub>: tschermakita, plagioclasa. La tschermakita está orientada según una linealidad l<sub>4</sub>. En algunos puntos el anfíbol corroe al granate y al piroxeno.

3.- Conclusiones: Roca metabásica, en la cual se ha alcanzado un metamorfismo de grado alto, facies granulita, con piroxeno y granate, en la primera fase de deformación detectada.

La paragénesis posterior es sólo de grado medio.

CS - 17 Hay dos láminas, una de ellas sin piroxeno.

1.- Mineralogía

Piroxeno:  $2V_z = 60^\circ$ ;  $Z^C = 40^\circ$ ;  $Z-X=0,022-0,024$

X,Y,Z: verdoso palido. plano ejes ópticos (010)

Diópsido - salita . Presenta inclusiones de titanita.

Granate. En la muestra es de color muy claro. Inclusiones de titanita abundantes en bola de nieve. También incluye al piroxeno (dato muy importante).

Anfibol:

Plano de ejes opticos (010)

$2V_x \simeq 90^\circ$ ;  $Z^C = 14^\circ, 14^\circ, 14^\circ, 15^\circ, 17^\circ$ ;  $Z-X \simeq 0,025-0,026$

Pleocroismo: X, incoloro amarillento; Y, verde; Z, verde azulado.

Tschermakita con cierto contenido en titanio y sodio.

Plagioclasa: maclas en enrejado según leyes de la albita y la periclina. Zonación inversa suave:

$An_{25} \rightarrow An_{28}$  (borde).

$An_{27} \rightarrow An_{36}$  (borde).

Titanita

Epidota, muy escasa.

Hematites

2.- Análisis textural: El bandeo que se ve en la muestra es el identificado con la Sn principal o  $S_4$ .

Paragénesis sin- $S_1$ : Titanita, granate y piroxeno.

Paragénesis sin- $S_4$  (bandeado): tschermakita, plagioclasa, epidota. Corrosión de piroxenos y granates.

Deformación post-S<sub>4</sub>: plegamiento suave sin desarrollo de esquistosidad.

3.- Conclusiones: ortoanfibolita cuya paragénesis tardía indica metamorfismo de grado medio. La primera paragénesis detectada permite hablar de granulita (de composición básica).

En cuanto a la última paragénesis, hay que aclarar que es doble, tal como se verá en otras láminas (paragénesis sin S<sub>3-4</sub>).

CS - 211.- Mineralogía

Granate, con abundantes inclusiones de titanita.

Plagioclasa, maclas en enrejado de albita+periclina. Zona  
ción inversa suave: An<sub>23</sub>→An<sub>26</sub> (borde)

Anfibol

$Z^{\wedge}C = 11^{\circ}, 11^{\circ}, 13^{\circ}, 14^{\circ}, 15^{\circ}, 16^{\circ}$ ; plano ejes ópticos (010)

$2V_x \simeq 90^{\circ}$

Pleocroísmo: X, amarillo verdoso, Y, verde; Z, ver  
de azulado

Tschermakita, posiblemente algo alcalina.

Hacia el borde se hace más incolora (quizá pargasita )

También existen granos de anfibol incoloro sobre granate y piroxenos (?)

Epidota, en cristales individuales y también en simplecti  
tas, junto con cuarzo.

TitanitaCuarzoClorita

Hematites, de pseudomorfosis de menas cúbicas (sulfuros)

2.- Análisis textural. El bandeo más visible es concordante con la Sn principal (S<sub>4</sub>), la cual se tomará como referencia.

Paragénesis sin-S<sub>1</sub>: alineaciones de titanita incluidas en los anfiboles; inclusiones en el granate, difíciles de distinguir en este caso. Granate

Paragénesis sin-S<sub>4</sub>: tschermakita, plagioclasa.

Deformación post-S<sub>4</sub>: tectonización de la plagioclasa.

Paragénesis tardía post-S<sub>4</sub>: Cuarzo, que corroe anfíboles, y granates; simplectitas de epidota y cuarzo, junto con - anfíbol incoloro sobre granates; anfíbol claro y clorita - sobre ¿antiguos piroxenos?; cuarzo intersticial.

Aparentemente el cuarzo aprovecha las zonas más ricas en - plagioclasa, pero no debe ser paragenético con ésta, ya que no está deformado.

### 3.- Conclusiones

También parece probable la existencia de un metamorfismo sin-S<sub>1</sub> de facies granulita, pero no quedan restos de piroxenos para poderlo asegurar.

El metamorfismo posterior es de grado medio, con una fase más tardía de grado bajo.

CS - 291.- MineralogfaAnfibol Plano ejes ópticos (010) $2V_x > 70^\circ$ ;  $Z^C = 11^\circ, 14^\circ, 15^\circ, 16^\circ, 17^\circ$ Pleocroismo: X, amarillo dorado muy claro; Y, ver  
de parduzco, Z, verde, algo oscuro.Tschermakita algo titanifera y alcalina. Presenta  
inclusiones orientadas según direcciones cristalo  
gráficas (100) y (010) de rutilo e ilmenita, pro  
ducidas por desmezcla.Plagioclasa. Zonación inversa suave: An<sub>35</sub> → An<sub>40</sub> (borde)TitanitaGranate, con abundantes inclusiones de titanita en bola  
de nieve (sincinemático de S<sub>1</sub>).Localmente presenta corrosiones (con apariencia  
simplectítica) debidas a plagioclasas y otras co  
rrosiones más generalizadas con sustitución por  
anfibol.Mena titanifera con bordes de titanitaHematites, pseudomorfizando menas cúbicas (sulfuros).2.- Análisis texturalParagénesis sin-S<sub>1</sub>: titanita, granateParagénesis post-S<sub>1</sub> y pre-S<sub>4</sub>: grandes cristales de tscher-  
makita, intercinemáticos.Paragénesis sin-S<sub>4</sub> (bandeado) : plagioclasa, tschermakita  
titanita.Paragénesis post-S<sub>4</sub>: hematites (mena de hábito cúbico).La corrosión del granate no se ha podido situar en el -  
tiempo.

3.- Conclusiones. Se observan vestigios de un probable metaforfismo antiguo de grado alto. También hay vestigios de dos fases al menos de metamorfismo de grado medio, una intercinemática y pre-S<sub>4</sub> y otra sincinemática sin-S<sub>4</sub>. La roca es una metabasita,

CS - 32

1.- Mineralogía

Anfibol: plano de ejes ópticos (010)

$2V_x \approx 90^\circ$ ;  $Z^{\wedge}C = 15^\circ$

Pleocroísmo: X, incoloro; Y, marrón verdoso, Z, marrón claro a grisáceo.

Composición intermedia entre tschermakita y Kaersutita.

Plagioclasa, macla en enrejado frecuente. Zonación inversa suave, y en otros puntos zonación oscilatoria suave (inversa - normal). También se ha observado zonación normal.

Composiciones medidas: An<sub>60</sub> → An<sub>67</sub> (borde).

An<sub>62</sub> → An<sub>61</sub> → An<sub>62</sub> (borde)

La variedad en las zonaciones se explica por la existencia de zonación oscilatoria que no aparece completa en todos y cada uno de los granos. La composición más cálcica de la plagioclasa en comparación con otras láminas, se explica porque el Na entra a formar parte del anfíbol titanífero.

Titanita

Rutilo, incluido en anfíboles grandes.

Mena titanífera opaca, incluida en anfíboles grandes.

2.- Análisis textural

Paragénesis pre-S<sub>4</sub> : fenoblastos de anfíbol, rutilo y mena titanífera (en inclusiones dentro de los anfíboles, sean o no fenoblastos).

Paragénesis sin-S<sub>4</sub> : anfíbol, plagioclasa, titanita y rutilo (ambos en parte). Se produce "flattening" con halos de

sombra sobre los fenoblastos de anfíbol y una corrosión - parcial de éstos acompañada de fracturación.

Deformación post-S<sub>4</sub>. Trituración de las plagioclasas y posible cristalización del borde más sódico de las mismas; uralitización del anfíbol.

- 3.- Conclusiones: Ortoanfíbolita. Metabasita con contenido en Ti, Ca y alcalinos posiblemente mayor que en otras láminas. El Ca se ubicaría en la plagioclasa, y el Ti y los alcalinos en los anfíboles marrones. Todo ello debe reflejar una composición química particular. Metamorfismo pre- y sin-S<sub>4</sub> de grado medio.

CS - 41

1.- Mineralogía

Piroxeno, incluido en granate. No es determinable ya que hay muy escasos granos individualizados.

Granate, con inclusiones de titanita y de piroxeno. Corroído por anfíbol, plagioclasa y también por cuarzo (en algunos puntos). La corrosión por cuarzo se hace según direcciones cristalográficas.

Anfibol, ligeramente zonado. Plano de ejes ópticos (010)

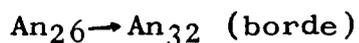
$$2V_x \simeq 90^\circ$$

$$Z^C = 16, 15^\circ, 16^\circ, 17^\circ$$

Pleocroismo:	<u>Centro</u>	<u>borde</u>
	X, amarillo claro	amarillo claro
	Y, pardo verdoso	Verde parduzco
	Z, verde parduzco	Verde azulado.

En ambos casos se trata de tschermakita, pero el contenido en titanio y alcalis es ligeramente mayor en el núcleo.

Plagioclasa. Zonación inversa y suave.



Titanita

Mena metálica opaca, transformada en hematites.

2.- Análisis textural

Paragénesis sin-S<sub>1</sub>: titanita, piroxeno, granate.

Paragénesis estática post-S<sub>1</sub> y pre-S<sub>4</sub>, Corrosión de piroxeno y granate, por anfíbol y plagioclasa.

Paragénesis sin-S<sub>4</sub>: Tschermakita, plagioclasa.

3.- Conclusiones. - Ortoanfíbolita. metamorfismo de grado medio

tras la primera paragénesis. Durante ésta, el metamorfismo (el más antiguo detectado) es de grado alto: facies granulita. Las fases de metamorfismo posteriores, son, por tanto, retrometamórficas.

Esta, y la mayor parte de las rocas del sector deben ser polimetamórficas (con superposición de metamorfismos de distinto gradiente).

CS - 431.- Mineralogfa

Titanita, según  $S_1$ , orientada e incluida en granates y - otros minerales. También la hay en granos gruesos desorientados.

Piroxeno, plano de ejes opticos (010)

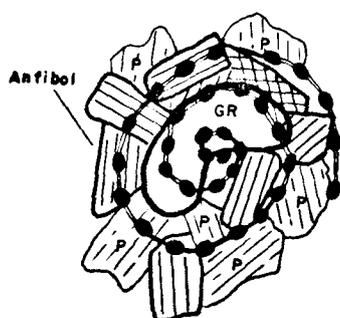
$$2V_z \simeq 60^\circ$$

Pleocroísmo: X, casi incoloro; Y, verdoso muy - pálido, Z, verdoso.

Diópsido - salita

Granate, sincinemático, en bola de nieve, con inclusiones de titanita que definen la esquistosidad interna ( $=S_1$ ).

Intensa pseudomorfosis estática con transformación, en muchos casos total, del granate en anfiboles y plagioclasas.



P= plagioclasas

GR= granate

●●● titanita

según  $S_1$

Anfibol, orientado según  $S_4$  y  $l_4$ . El desorientado es el que pseudomorfiza el granate.

Plano de ejes opticos (010)

$$Z^{\wedge}C = 11^\circ, 11^\circ, 15^\circ, 2V_x \simeq 90^\circ$$

Pleocroísmo: X, amarillo verdoso, Y, verde oliva, Z, verde algo azulado.

Tschermakita

También existe otra generación tardía de anfibol pargasítico.

TitanitaMena metálica opacaHematites

Plagioclasa : biáxico positivo; maclas albita + periclina, deformadas. Zonación oscilatoria, con predominio de la zonación inversa.

Composiciones medidas:

An<sub>35</sub> → An<sub>32</sub> → An<sub>35</sub> → An<sub>42</sub> (hacia el borde)

An<sub>27</sub> → An<sub>37</sub> (borde)

Epidota

- 2.- Análisis textural.- Bandeado identificado en el campo con S<sub>4</sub> (sobre el terreno se la denomino S<sub>3</sub>, pero en las láminas aparece otra esquistosidad más, que es la que aquí y ahora denominaremos S<sub>1</sub>). La linealidad de orientación l<sub>4</sub>, es contemporánea de la misma fase de deformación.

Paragénesis sin-S<sub>1</sub>:

Titanita (incluida en granate), titanita y menas opacas - (incluidas en piroxenos), piroxeno, granate. De estos últimos el granate es claramente sincinemático. Las relaciones con el piroxeno, si bien no son claras en esta lámina, se observan en otras preparaciones y llevan a considerar tanto al piroxeno como el granate dentro de esta misma paragénesis sin-S<sub>1</sub>.

Paragénesis post-S<sub>1</sub> y pre-S<sub>4</sub>: Corrosión estática de piroxeno y granate, con formación de plagioclasa y tschermakita

Paragénesis sin-S<sub>4</sub>: tschermakita con textura nematoblástica, plagioclasa. La única distinción de estos minerales y los de la fase anterior estática es textural.

Paragénesis post-S<sub>4</sub>. Anfibol pargasítico, epidota, mena metálica y hematites. Todos ellos desorientados.

- 3.- Conclusiones.- Actualmente se trata de una anfibolita con metamorfismo de grado medio, al menos durante dos fases (una de ellas estática). Existe un metamorfismo anterior (sin-S<sub>1</sub>) definido por la paragénesis granate + clinopiroxeno, de grado alto (facies granulita). La roca, antes del metamorfismo de grado medio, debió estar constituida mayoritariamente por piroxenos y granate: granulita de composición básica.

CS - 44

1.- Mineralogía

Granate, con abundantes inclusiones de titanita y piroxenos.  
Corroído por anfíbol.

Anfíbol: plano de ejes ópticos (010)

$$Z^{\wedge}C = 14^{\circ}, 14^{\circ}, 14^{\circ}, 17^{\circ}; \quad 2V_x \approx 90^{\circ}$$

Pleocroísmo: X, amarillo muy claro; Y, verde;

Z, verde azulado grisáceo.

Tschermakita

Plagioclasa: maclas en enrejado (leyes albíta-periclina).

Zonación inversa suave.

An<sub>35</sub> → An<sub>40</sub> (borde)

Parcialmente pseudorfizado por epidota, en -  
cristales cuyo contenido original no puede -  
determinarse.

Piroxeno: plano de ejes ópticos (010)

$$2V_z \leq 60^{\circ}$$

Pleocroísmo: X e Y, incoloro, A, verdoso.

Diópsido - salita.

Epidota: zonada entre clinozoisita y pistacita.

$$2V_z \approx 90^{\circ}$$

Cuarzo: uniáxico positivo. En pequeñas venas.

2.- Análisis textural.

Paragénesis sin S<sub>1</sub> : titanita, piroxeno, granate.

El piroxeno no presenta relaciones texturales claras con la S<sub>1</sub>, pero en virtud de sus relaciones con el granate y la titanita, se puede considerar como paragenético de esos otros minerales.

Paragénesis post-S<sub>1</sub> y pre-S<sub>4</sub> estática: Corrosión de piro-

xeno y granate con formación de tschermakita y plagioclasa. Debido a la no congruencia de esta corrosión con las alteraciones de plagioclasa y anfíbol por cuarzo, se debe considerar ambos procesos como no relacionados entre sí.

Paragénesis sin-S<sub>4</sub>: tschermakita con textura nematoblástica, plagioclasa, quizás algo de epidota.

Paragénesis post-S<sub>4</sub>: Segregación y/o inyección de venas - de cuarzo, epidotización de la plagioclasa (clinozoisita) y alteración incipiente del anfíbol.

Deformación post-S<sub>4</sub>: deformación posterior a la individualización de las venas de cuarzo (crenulación), acompañada quizá de trituración incipiente de todos los minerales. y probablemente de recristalización del cuarzo.

- 3.- Conclusiones.- El polimetamorfismo que se ha deducido en láminas anteriores, también se puede deducir en este caso: facies granulita seguida de facies de grado medio. La individualización de venas con cuarzo es netamente posterior al metamorfismo y a la deformación Sin-S<sub>4</sub>.

CS - 50

1.- Mineralogía

Piroxeno; plano de ejes ópticos (010)

$$2V_z \approx 60^\circ; Z^{\wedge}C = 42^\circ$$

Pleocroísmo: X e Y, verdoso muy pálido; Z, verdoso.

Diópsido - salita.

Granate, corroído por anfíbol y plagioclasa, con inclusiones de piroxeno y titanita. Esta última en bola de nieve.

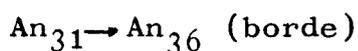
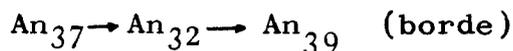
Anfíbol: plano de ejes ópticos (010)

presenta zonación.  $2V_x \approx 90^\circ$ ;  $Z^{\wedge}C = 11^\circ, 11^\circ, 13^\circ, 13^\circ, 14^\circ, 17^\circ$

Pleocroísmo:	<u>Centro</u>	<u>Borde</u>
	X, amarillo muy claro	Amarillo muy claro
	Y, verde parduzco	Verde algo más claro.
	Z, verde parduzco	Verde azulado.

Tschermakita de contenido en alcalis y titanio - algo elevado en el centro.

Plagioclasa: maclas polisintéticas en enrejado muy abundante. Zonación oscilatoria (normal - inversa).



Titanita y mena opaca titanífera

Hematites.

Epidota. Esencialmente clinozoisita, producida fundamentalmente por alteración de plagioclasas.  $2V_2 < 75^\circ$ .

Dispersión  $r < V$ .

2.- Análisis textural

Paragénesis sin-S<sub>1</sub> : titanita, piroxeno, granate.

Granate claramente sincinemático (bola de nieve).

Paragénesis post-S<sub>1</sub> y pre-S<sub>4</sub>: corrosión estática de los minerales precedentes, para dar tschermakita y plagioclasa.

Paragénesis sin-S<sub>4</sub>:

Plagioclasa y tschermakita

Fracturación y alteración post-S<sub>4</sub>: Cristaliza clinozoisita en dos generaciones, hematites y cuarzo intersticial.

3.- Conclusiones (ver CS - 44)

Las manchas negras sobre la muestra de mano son sustituciones de granate por anfíbol de la fase estática pre-S<sub>4</sub>.

CS - 521.- MineralogfaPiroxeno: Plano de ejes ópticos (010) $2V_z \simeq 60^\circ$ ; X, Y, Z, verdoso;  $Z^{\wedge}C \simeq 40^\circ$ Diópsido - SalitaGranate: en numerosos casos corroído según direcciones - cristalográficas, por anfíbol y plagioclasa (en más de un 50% de su superficie). Inclusiones de titanita.AnfibolesAnfíbol  $2V_x \simeq 90^\circ$ , Pleocroísmo: X incoloro, algo amarillento.

Y y Z, marrón claro.

Anfíbol Plano de ejes ópticos (010);  $2V_x = 75^\circ - 90^\circ$   
más tardío  $Z^{\wedge}C = 14^\circ, 19^\circ, 20^\circ$ . Pleocroísmo: X, casi incoloro;

Y y Z, marrón verdoso. Hacia los bordes se hace más verde.

Tschermakita, con cierto contenido de Ti y alcalinos hacia el centro en la formación precoz.Plagioclasa: frecuentes maclas en enrejado. Zonación inversa suave. $An_{28} \rightarrow An_{31}$  (borde)Titanita y mena opaca titanífera (alterada a leucóxeno).Epidota2.- Análisis textural.Paragénesis sin - S<sub>1</sub>: Titanita, piroxeno, granate.

Paragénesis post-S<sub>1</sub> y pre-S<sub>4</sub> : corrosión de piroxeno y granate por anfibol, plagioclasa y epidota en condiciones estáticas. En algunos puntos sólo queda 1/20 del volumen primitivo de granate, como máximo.

Paragénesis sin-S<sub>4</sub>: anfibol, plagioclasa

3.- Conclusiones. Idénticas a las preparaciones anteriores, en cuanto a metamorfismo y genesis, en general.

Se perfilan ya dos tipos de diferenciaciones leucocratas:

a) unas, formadas antes o durante S<sub>4</sub> y que vienen condicionadas por heterogeneidades previas. Estas son de plagioclasa metamórfica y comúnmente llevan piroxeno asociado. Deben estar originadas durante el metamorfismo de grado medio post-S<sub>1</sub>. La fuente de Ca para la plagioclasa sería el piroxeno, ya que éste es anterior a la plagioclasa; b) otras diferenciaciones (ver CS-44) son netamente posteriores a S<sub>4</sub> y están siempre constituidas por minerales de bajo grado metamórfico.

CS - 68

1.- Mineralogía

Anfibol, en grandes cristales; plano de ejes ópticos (010)

$Z^{\wedge}C = 14^{\circ}, 16^{\circ}; 2V_x > 75^{\circ}$

Pleocroísmo: X, amarillo muy claro; Y, verde; Z, verde grisáceo claro.

Se trata de una tschermakita algo alcalina.

Está fracturada y penetrada por anfibol más verde y menos alcalino.

Plagioclasa, maclas en enrejado muy abundantes. Zonación inversa suave, aunque con un núcleo pequeño definido. Composición medida: An<sub>55</sub>.

Mena opaca titanífera, rutilo y titanita.

Sulfuros tardíos.

Epidota, concentrada en zonas de alteración y/o retromorfismo.

2.- Análisis textural: Se identifica el bandeo con la Sn - principal (=S<sub>4</sub>).

Paragénesis pre-S<sub>4</sub>:

- Inclusiones en fenoblastos de anfibol alineadas según una esquistosidad previa a la S<sub>4</sub>. Estas inclusiones no deben confundirse con las exsoluciones que presenta el anfibol y que sigúen direcciones cristalográficas.
- Fenoblastos de anfibol, y agregados nodulares de plagioclasa.

Paragénesis sin-S<sub>4</sub> : anfibol, plagioclasa, rutilo, mena titanífera, titanita.

Se produce "flattening" y fracturación de los fenoblastos de anfibol previos.

Paragéneis post-S<sub>4</sub>, de alteración y/o retrometamorfismo.  
Epidota, sobre plagioclasa (distribución irregular, en esta lámina).

Cristalización de sulfuros, que en la lámina aparecen dispersos.

- 3.- Conclusiones. El máximo metamorfismo visible en esta lámina es de grado medio. Por la analogía existente con otras láminas, es muy posible que haya existido un metamorfismo anterior de grado alto, del que en este caso particular, no quedan vestigios.

CS - 80

1.- Mineralogía

Anfibol: plano de ejes ópticos (010)

$Z-X < 0,025$ ;  $Z^{\wedge}C = 15^{\circ}, 16^{\circ}, 16^{\circ}$ ;  $2V_x \approx 90^{\circ}$

Pleocroísmo: X, amarillo muy pálido; Y, verde amarillento; Z, verde azulado.

Tschermakita.

Titanita

Mena opaca titanífera, con bordes de reacción de titanita.

Epidota, en venas.

2.- Análisis textural.

- Todo el anfíbol visible en esta lámina es de la misma generación y sistemáticamente carece de inclusiones. A parece rodeado por la titanita.

- Sin poder establecer una cronología relativa completa, se sugiere que este anfíbol pertenece a una fase estática anterior a  $S_{3-4}$ .

3.- Conclusiones. Tal como se observa en la lámina. La roca es una metabasita pobre en Ca. Sin embargo, como la roca es heterogénea a mayor escala, se ha de suponer que se trata de una metabasita semejante al resto.

El metamorfismo, al no existir aquí plagioclasa ni otros minerales indicadores, queda indeterminado, a la luz de esta lámina.

CS - 85

1.- Mineralogía

Anfibol: plano de ejes ópticos (010)

$Z^{\wedge}C=15^{\circ}$ ;  $2V_x \simeq 90^{\circ}$

Pleocroísmo: X, amarillo verdoso pálido; Y, verde oliva, Z, verde azulado.

Existen núcleos con color más claro y tonos más parduzcos: Txchermakita con núcleos más titaníferos.

Plagioclasa: maclas en enrejado. Zonación inversa suave y, en algunos puntos, oscilatoria.

Epidota, variedad pistacita.

Titanita

Cuarzo

Pirita dispersa

2.- Análisis textural

Paragénesis pre-S<sub>4</sub>: a) titanita incluida en anfíboles.

b) Anfíboles desorientados (crecimiento estático) y agregados nodulares (ojos) estirados de plagioclasa, rodeados por S<sub>4</sub>.

Paragénesis sin-S<sub>4</sub>: anfibol, plagioclasa, titanita y epidota. Esta podría derivar, al menos en parte, de la alteración de otros minerales cálcicos - antiguos. La linealidad que se observa en la muestra de mano es de esta fase (1<sub>4</sub>).

Paragénesis post-S<sub>4</sub>: cuarzo y pirita dispersa.

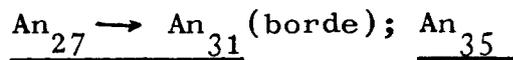
3.- Conclusiones: Anfibolita con grado de metamorfismo medio.

No hay restos de paragénesis antiguas, pero, por analogía con otras muestras hay que pensar en una genesis similar.

CS - 87

1.- Mineralogía

Plagioclasa: zonación inversa suave. Maclas en enrejado -  
frecuentes (albita + periclina).



Anfibol en varias generaciones. Se pueden distinguir dos tipos ligeramente diferentes.

a) uno en el núcleo de los cristales de mayor tamaño (fenoblastos).

b) otro en los bordes de estos fenoblastos y en las dos esquistosidades de flujo que los rodean.

	<u>Tipo a)</u>	<u>Tipo b)</u>
Pleocroísmo	X, incoloro, amarillento Y, verde parduzco Z, verde parduzco	incoloro, amarillento verde verde azulado.

$$2V_x \simeq 90^\circ; Z-X = 0,025; Z^{\wedge}C = 15^\circ, 15^\circ, 15^\circ, 19^\circ$$

Tschermakita con cierto contenido en Ti y alcalinos, especialmente para el tipo a)

Epidota, variedad pistacita, en zonas ricas en plagioclasas, y variedad clinozoisita, en venillas como alteración de plagioclasa.

Titanita y mena titanífera opaca (alterada a leucoxeno).

Existe un grano que pudiera ser de piroxeno, totalmente alterado a anfibol incoloro a verdoso (tremolita?) y mena metálica.

Sulfuros, en fracturas

2.- Análisis textural. La roca tiene linealidad (probablemente

l<sub>4</sub>). La lámina, tallada subparalelamente a ella, muestra claramente que el bandeo refleja, no solo S<sub>4</sub>, sino dos esquistosidades de flujo S<sub>3</sub> y S<sub>4</sub> con las mismas paragénesis minerales.

Paragénesis pre-S<sub>3-4</sub> , o simplemente, pre-S<sub>3</sub> : fenoblastos estáticos de anfíbol, plagioclasa.

El supuesto piroxeno sería anterior a esta paragénesis.

Es posible, asimismo, que algunas acumulaciones de epidota+titanita sean pseudomorfosis de otros minerales cálcicos antiguos.

Paragénesis sin - S<sub>3-4</sub> : tschermakita, plagioclasa, epidota, titanita. A estas dos fases de deformación deben pertenecer los posibles pliegues que parecen observarse en las acumulaciones de plagioclasa, las cuales deben haberse producido en la fase precedente.

Se produce una linealidad l<sub>4</sub> bien visible y congruente con la S<sub>4</sub>.

En las dos fases S<sub>3-4</sub> se produce "flattening" sobre los fenoblastos estáticos de anfíbol.

Paragénesis post-S<sub>4</sub>: fracturación

Epidota de alteración de plagioclasa: clinozoisita.

Anfíboles incoloro a verdoso (tremolita?)

Sulfuros

3.- Conclusiones: anfíbolita, grado medio de metamorfismo. Algunos restos podrían indicar grado alto anterior. Se observan al menos tres fases de metamorfismo de grado medio, de las cuales la primera es estática y las dos siguientes son cinemáticas (con formación de dos esquistosidades de flujo).

Por tanto, tal como se ponfa ya de manifiesto sobre el te  
rreno, el bandeado responde en general a  $S_4$ , pero, en la  
mayor parte de los casos, es también paralelo a  $S_3$  y, po-  
siblemente también, a otras esquistosidades anteriores.  
El metamorfismo de grado alto es, por todo lo que antece-  
de, anterior a  $S_3$  y a la fase estática pre- $S_3$ .

CS - 88

1.- Mineralogía

Granate con inclusiones abundantes de piroxeno y titanita. Corroído por anfibol.

Piroxeno, plano de ejes ópticos (010)

$$2V_z \simeq 65^\circ; Z^{\wedge}C = 48^\circ 44^\circ$$

X, Y, Z, verdoso muy pálido.

Anfibol: Varias generaciones, con características ópticas diferentes:

a) Anfibol marrón: de crecimiento estático sobre piroxeno y granate (junto a probables exsoluciones según el eje C de anfibol incoloro, no determinable.

Este anfibol marrón presenta exsoluciones de mena titanífera (ilmenita ?) según planos - cristalográficos (110) y (110) en conexión - con las zonas de anfibol incoloro arriba mencionadas.

Constituye núcleos de cristales de anfibol, que aparecen rodeados por alineaciones de titanita y no contienen granos de este mineral.

b) Anfibol zonado esencialmente verde, con algunos núcleos marrones poco extensos. Este anfibol verde es nematoblástico y sincinemático de S<sub>3</sub> y S<sub>4</sub>.

	tipo a) (núcleos)	tipo b) (bordes)
Pleocroísmo	X, amarillo claro	amarillo muy claro.
	Y, marrón verdoso	verde oliva
	Z, marrón claro	verde grisáceo

$$2V_x \geq 75^\circ$$

Z^C sistemática-  
mente menor que  
en los bordes.

$$2V_x \approx 90^\circ$$

Z^C mayor  
que en los núcleos

Los núcleos (tipo a) son más ricos en Ti y alcalinos que la tschermakita, y constituyen una solución sólida entre la variedad anterior y la Kaersutita. Los bordes y de los anfíboles zonados y los anfíboles verdes sincinematicos - (tipo b) son tschermakita ligeramente alcalina y titanífera, como es común en todas las láminas.

Plagioclasa. Maclas lamelares frecuentes y, en menor proporción, en enrejado. Espacialmente asociadas al piroxeno.

Zonación inversa suave, pero con un núcleo bien marcado. An<sub>75</sub> → An<sub>80</sub> (borde).

Titanita y mena opaca titanífera con corona de reacción de titanita.

Sulfuros alterados a hematites, dispersos.

2.- Análisis textural. En esta lámina se pueden reconocer también dos esquistosidades subparalelas, S<sub>3</sub> y S<sub>4</sub>, que definen el bandeo.

Paragénesis sin-S<sub>1</sub>: Titanita, granate, piroxeno

Paragénesis post-S<sub>1</sub> y pre-S<sub>3</sub>: Anfibol marrón estático, plagioclasa, mena opaca titanífera, titanita.

Paragénesis sin-S<sub>3-4</sub>: Tschermakita nematoblástica, plagioclasa, titanita, mena opaca titanífera.

Paragénesis post-S<sub>4</sub>: Sulfuros alterados a hematites. También es post-S<sub>4</sub> el relleno del "close-jointing" que no se ha contado en las preparaciones.

3.- Conclusiones.- Es evidente la superposición de 4 etapas - de metamorfismo (como mínimo):

- 1º) Grado alto, facies granulita : piroxeno+granate. Es - la paragénesis más antigua y residual.
- 2º) Tres etapas de grado medio con anfíbol y plagioclasa, (la primera de ellas estática). Estas etapas representan un retrometamorfismo en condiciones corticales - (menor presión y temperatura e intervención de la presión de agua).

El contenido en Anortita debe estar relacionado con la - composición original de la roca, de modo que en el conjunto de las láminas se observa una correlación entre el color del anfíbol y el % An de la plagioclasa

CS - 88 bis

Se hizo esta otra lámina para ver el grano más fino de la muestra de mano.

Zona de grano finoMineralogía

Anfibol de grano fino: tschermakita titanífera

Plagioclasa con maclas escasas.

Titanita y mena opaca títanífera.

El límite entre ambas zonas de la muestra es paralelo al bandeo ( $S_3$ ), en la zona de grano medio aparece, además, de forma clara una esquistosidad oblicua al bandeo, que puede representar la  $S_4$ .

En la zona de grano fino no hay sulfuros, tal vez debido a la menor porosidad de la roca.

CS - 94 -1

## 1.- Mineralogía

Plagioclasa muy abundante, con frecuentes maclas en enrejado. Zonación oscilatoria suave.

An<sub>27</sub> → An<sub>28</sub> → An<sub>23</sub> → An<sub>27</sub> (borde)

An<sub>26</sub> → An<sub>32</sub> (borde); An<sub>27</sub>

Anfibol: plano de ejes ópticos (010)

$Z^{\wedge}C = 17^{\circ}, 19^{\circ}, 19^{\circ}, 19^{\circ}; 2V_x \simeq 90^{\circ}$

Pleocroísmo: X, amarillo verdoso; Y, verde oliva;  
Z, verde algo azulado.

Tschermakita

Titanita y mena titanífera, transformada parcialmente a titanita.

Apatito en cristales grandes, ligados a bandas más ricas - en plagioclasa.

Mena metálica (sulfuros dispersos)

## 2.- Análisis textural

Se distinguen con dificultad los dos esquistosidades de flujo S<sub>3</sub> y S<sub>4</sub>, por ser subparalelas y porque los minerales que las definen son idénticos.

Paragénesis pre-S<sub>3</sub>: nódulos de plagioclasa, traspuestos en fases deformacionales posteriores. -

Apatito.

Paragénesis sin-S<sub>3-4</sub> : plagioclasa, tschermakita, titanita, mena titanífera, apatito (?)

Se pliegan las bandas y/o nódulos de plagioclasa y se fractura el apatito.

Paragénesis post-S<sub>4</sub>. Mena metálica opaca (sulfuros dispersos)

3.- Conclusiones. La diferenciación en bandas ricas en plagioclasa y otras en anfíbol es anterior a S<sub>3</sub>, posiblemente a las fases de deformación primeras.

El apatito indica una mayor concentración local de volátiles. Tal concentración ocurre antes de la fase 3 de deformación.

CS - 94 - 2

1.- Mineralogía:

Anfibol: plano ejes ópticos (010)

$Z^{\wedge}C = 13^{\circ}, 14^{\circ}, 17^{\circ}, 17^{\circ}; 2V_x \simeq 75^{\circ}$

Pleocroísmo: X, verdoso muy pálido; Y, verde oliva; Z, verde.

Hacia el borde el pleocroísmo es ligeramente más azulado.

Tschermakita.

El anfibol tardío producido por transformación - de anfíboles y piroxenos anteriores es tscherma-  
kita azulada.

Plagioclasa: macla en enrejado. Zonación en general inversa.

$An_{25} \rightarrow An_{27}$  (borde)

No se observan diferencias de composición entre las plagioclasas de distintas paragénesis.

Piroxeno:  $Z^{\wedge}C = 40^{\circ}; 2V_z 60^{\circ}$

X, Y, Z = verdoso

Diópsido - salita

Titanita y mena opaca titanífera

Epidota y apatito, concentrados en bandas ricas en plagioclasa.

Hematites, relacionado con el anfibol de alteración del - piroxeno.

2.- Análisis textural. En la lámina existen dos tipos de bandas claras: a) las más gruesas, con restos de piroxeno - transformado a anfibol, apatito, epidota, plagioclasa y

grandes cristales de titanita; y b) las más finas, con sólo plagioclasa.

Se ven, tanto en la muestra como en la lámina, tres esquistosidades de flujo; la  $S_3$  deforma a las dos clases de bandas.- De acuerdo con estos hechos se establecen las siguientes etapas (se tienen en cuenta datos de otras láminas):

Paragénesis sin- $S_1$ : piroxeno . La esquistosidad  $S_1$  no es visible a simple vista.

Paragénesis estática sin- Post- $S_2$  (ver dibujo) : Diferenciación de plagioclasa en venas, corrosión de piroxeno por anfíbol, apatito, titanita en cristales grandes.

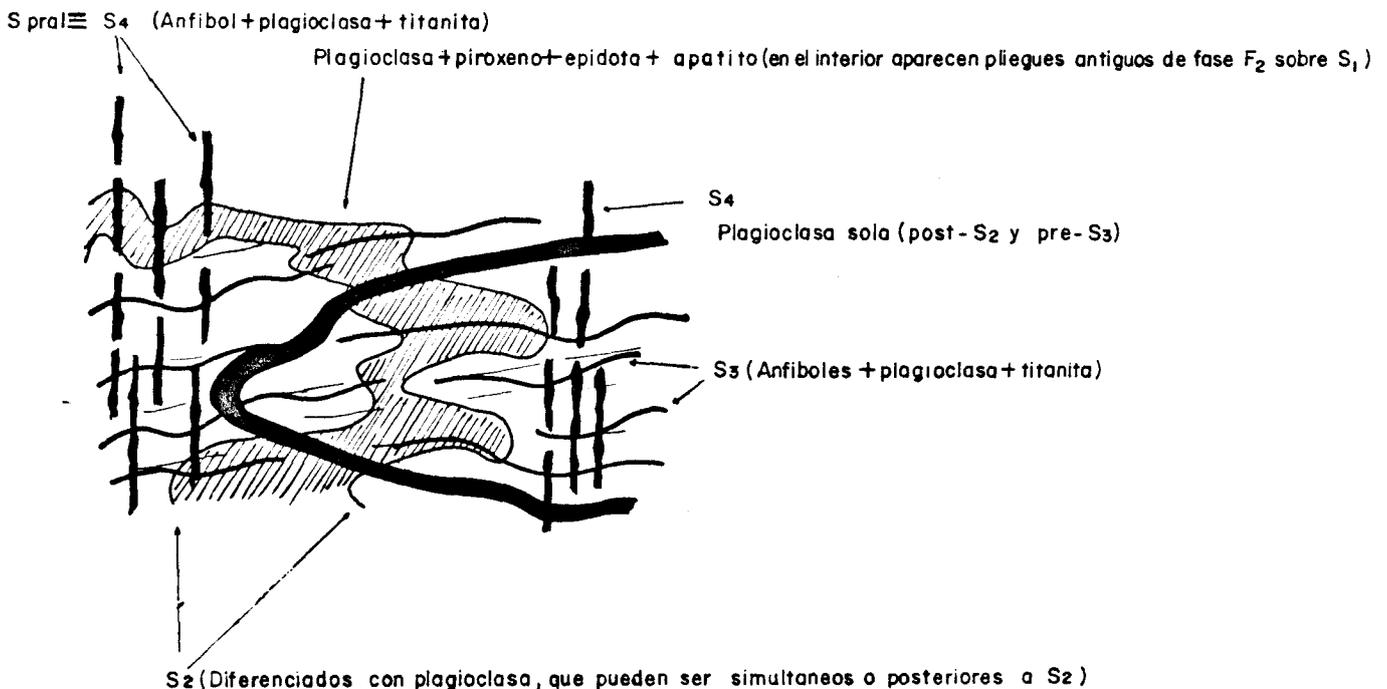
Deformación  $F_2 - S_2$ : pliegues antiguos de las bandas, anteriores a la fase  $F_3$  (visibles en la muestra: ver dibujo)

Paragénesis sin -  $S_3$  y sin -  $S_4$

Anfíbol, plagioclasa, titanita, mena opaca titanífera

Estas esquistosidades  $S_3$  y  $S_4$  son siempre las más fáciles de observar.

Paragénesis post -  $S_4$ : transformación piroxenos y anfíboles en anfíbol claro + hematites; transformación incipiente de la plagioclasa en epidota.



### 3.- Conclusiones

a) Se deduce, pues, que las venas finas con sólo plagioclasa son anteriores a  $S_3$  y son de relleno de fracturas - que, cortaban oblicuamente al bandeo metamórfico  $S_2$ , de modo que los pliegues, según se observen sobre  $S_2$  o sobre planos oblicuos, son distintos morfológicamente. Los diferenciados de las venas finas son claramente intercinemáticos  $S_2$ - $S_3$ .

Parece lógico pensar que están relacionados tales rellenos con los que siguen el bandeo  $S_2$ . Como existen algunos pliegues (ver muestra, en la zona más aguda) en el interior de las venas gruesas paralelas a  $S_2$ , pudiera tratarse, en suma, de una diferenciación que comienza durante la fase  $F_2$ , siguiendo la esquistosidad  $S_2$ , y continúa posteriormente con el relleno de fracturas - post- $S_2$ .

b) Metamorfismo en general de grado medio con restos de un antiguo metamorfismo de grado alto.

c) Por primera vez se observa una deformación pre- $S_3$  y previa al metamorfismo estático observado en muchas láminas. Esta deformación  $F_2$ - $S_2$  ya se había observado sobre el terreno (p. ej. en la corta de Fornás).

CS - 95 -11.- Mineralogía

Anfibol: en granos gruesos desorientados y en cristales - pequeños ordenados según  $l_4$ . Maclas de varios individuos (100). Son más verdes en el borde y pardos algo rojizos en el centro.

	<u>Centro</u>	<u>Borde</u>
Pleo- croismo	X, incoloro, amarillento	incoloro
	Y, pardo rojizo	verde parduzco
	Z, pardo rojizo	verde parduzco
	$Z^{\wedge}C = 14^{\circ}, 14^{\circ}$	$Z^{\wedge}C = 16^{\circ}, 16^{\circ}$
	$2V_x \simeq 85^{\circ}$	
	$Z-X = 0,025$	$Z-X = 0,024$
	<u>Tschermakita-</u>	<u>Tschermakita</u>
	<u>Kaersutita</u>	con menor cantidad de <u>Kaersutita</u>

Plagioclasa: maclas con leyes de peniclina y albita

$2V_z \simeq 90^{\circ}$ ; Zonación oscilatoria:

$An_{30} \rightarrow An_{46} \rightarrow An_{28} \rightarrow An_{24}$  (borde)

Se encuentra en la matriz de la roca y en nódulos alargados según  $l_4$ . En estos nódulos están bastante más alteradas, lo que sugiere una composición original más anortítica.

Granate, escaso. Es un mineral antiguo.

Titanita en coronas sobre mena opaca titanífera.

Epidota: pistacita y clinoroisita.

## 2.- Análisis textural

### Paragénesis pre-S<sub>3</sub>

a) Granate antiguo

b) Anfibol desorientado y bandas (nódulos) de plagioclasa cálcica. Minerales titaníferos.

### Paragénesis sin-S<sub>3</sub> y sin-S<sub>4</sub>:

Anfibol en pequeños cristales (según las esquistosidades definiendo l<sub>4</sub>), plagioclasa, minerales titaníferos

Se forman los nódulos de plagioclasa alargados según l<sub>4</sub>.

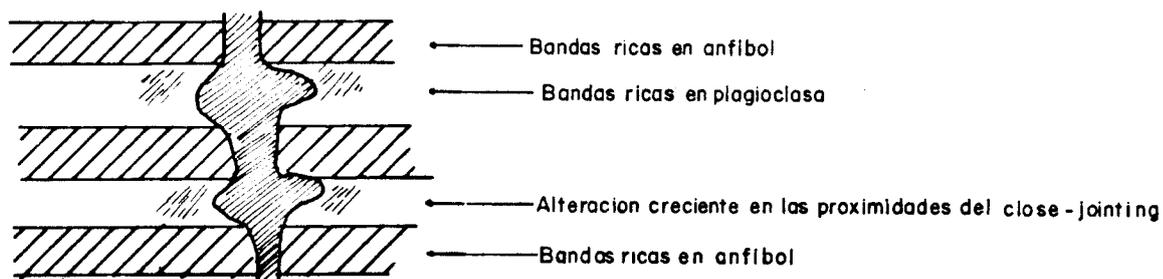
Paragénesis post-S<sub>4</sub>: epidota de alteración de plagioclasas.

3.- Conclusiones : anfibolita con granate antiguo. Las paragénesis mejor conservadas son las de grado medio de metamorfismo.

CS - 95 - 1BIS

Repetida para cortar el "close-jointing". El "close-jointing" se muestra como fracturas de tipo tensional rellenos de clinozoisita. Las plagioclasas de la masa están alteradas asimismo a clinozoisita, de modo que cuando el "Close-jointing" atraviesa una banda plagioclásica ( $S_4$ ) la clinozoisita es más abundante y la alteración de la muestra es mayor (ver dibujo). Cabe por tanto, pensar que la alteración de las plagioclasas se relaciona, al menos un parte con el desarrollo del "close-jointing".

## Close-jointing



CS - 95 - 2

1.- Mineralogía

Anfiboles : tschermakita con contenido en Kaersutita, decreciente hacia los bordes. Idénticas características a los de la preparación precedente.

Plagioclasa en la matriz y constituyendo los nódulos alargados según 1<sub>4</sub>. Ambos tipos presentan la misma composición general.

En la matriz: An<sub>30</sub>→An<sub>25</sub>→An<sub>30</sub>(borde), An<sub>36</sub>, An<sub>38</sub>

Zonación oscilatoria, a An<sub>35</sub>→An<sub>29</sub>(borde)

veces en general normal An<sub>29</sub>→An<sub>28</sub>(borde)

En los nódulos An<sub>63</sub>→An<sub>55</sub>(borde)

alargados. An<sub>28</sub>→An<sub>29</sub>(borde)

An<sub>38</sub> ; An<sub>29</sub>; An<sub>29</sub>

Se observan algunas composiciones más cálcicas en los nódulos, tal como se había supuesto en la lámina anterior. Teniendo en cuenta ambas láminas, parece que existe la siguiente secuencia sintética en la composición de la plagioclasa.

An<sub>63</sub> → An<sub>55</sub> (forma parte de los nódulos exclusivamente; posteriormente se alteran y albitizan).  
Plagioclasa  
relativamente antigua.



↓

An<sub>36</sub>(±) (An<sub>38</sub>, An<sub>35</sub>)      Forman parte tanto de los  
 ↓  
 An<sub>29</sub>(±) (An<sub>30</sub>, An<sub>28</sub>)      nódulos como de la matriz  
 de la roca.

Granate, en un nódulo de plagioclasa y corroído por ésta.

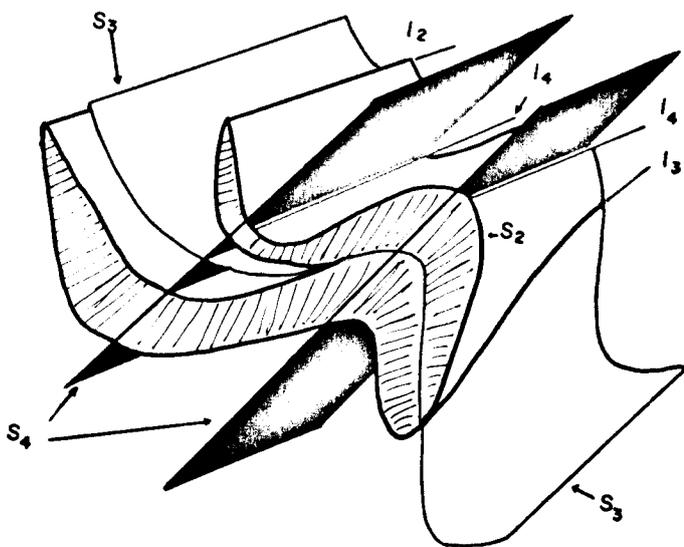
Epidota: pistacita y clinozoisita, de alteración de plagioclasa de los nódulos.

Mena opaca titanífera y titanita en coronas, conjuntamente asociadas. Son intersticiales entre los anfíboles desorientados y entre los que siguen la esquistosidad.

Limonita, clorita, sericita, muy tardíos. Los filosilicatos son fibroso - radiados.

## 2.- Análisis textural

Relaciones estructurales en los nódulos de plagioclasa alargados según  $l_4$  (y previamente según  $l_3$ )



Los nódulos de plagioclasa alargados según  $l_4$ , son en realidad charnelas traspuestas y vueltas a plegar durante la fase  $F_4 - S_4$ . De este modo se trata de inclusiones tectónicas lineales ( $l_3$  y  $l_4$ ) representan un plegamiento superpuesto.

La esquistosidad  $S_2$  no es la  $S_1$  incluida en los granates. Por el contrario, es la primera observada durante el estudio sobre el terreno.

Paragénesis sin-S<sub>1</sub>Granate antiguoParagénesis pre - o sin-S<sub>2</sub>: An<sub>63-55</sub>, posiblemente en bandas.Paragénesis sin-S<sub>2</sub>: formación de nódulos sobre las plagioclasas, por transposición; (se debieron formar probablemente alargados y definiendo l<sub>2</sub>)Anfibol, plagioclasa (quizá An<sub>63-55</sub> o más sódica)Paragénesis inter S<sub>2</sub> - S<sub>3</sub>: anfibol desorientado, mena titanífera, plagioclasa (en condiciones estáticas).Paragénesis sin-S<sub>3</sub> y sin-S<sub>4</sub>: anfibol (más verde), plagioclasa (más sódica), removilización de mena titanífera.Formación del l<sub>4</sub>, que es la lineación más visible en las rocas.Paragénesis post-S<sub>4</sub>: epidota, clorita, sericita y limonita3.- Conclusiones: Ver lamina anterior.

CS - 96

1.- Mineralogía

Granate, parcialmente pseudorfizado por anfibol y corroído por plagioclasa según planos cristalográficos.

Anfiboles: Son de color pardo y más verde hacia los bordes y según líneas de discontinuidad.

Se encuentran desorientados los cristales de mayor tamaño, y orientados según  $l_4$  (en menor proporción según  $S_4$ ) los más pequeños.

Tschermakita con Kaersutita.

Plagioclasa: An<sub>29</sub>, An<sub>30</sub>; An<sub>29</sub>, An<sub>28</sub>; An<sub>25</sub> (borde)

Algunas zonadas (z. normal)

Mena opaca titanífera con aureola de reacción de titanita.

Titanita: a) en granos según una esquistosidad antigua.

b) en cristales grandes relacionados con anfiboles grandes (pre- $S_3$ ).

2.- Análisis Textural

Paragénesis sin- $S_1$ : Titanita, granate (pseudorfizado en parte por minerales pre- $S_3$ ).

Paragénesis pre- $S_3$ : fenoblastos de anfibol, plagioclasa, titanita en cristales grandes desorientados.

Paragénesis sin- $S_2$  y sin -  $S_4$ : anfibol (según  $l_4$ ), plagioclasa, titanita y mena titanífera.

3.- Conclusiones: anfibolita con granate antiguo.

CS - 125

Se observan varias zonas netamente distintas.

- 1.- A) Vena leucocrata y paredes de la misma. Se trata de una paragénesis de removilización post -  $S_4$ . (Hay cuarzo - que no ha salido en la lámina).

Mineralogía: minerales en general grandes y desorientadas.

Anfibol, incoloro peciloblastico, incluye anfibol pequeño y plagioclasas. Tectonizado. Algunas maclas lamelares según (100). Ligeramente más coloreado (más verdoso) y menos birrefringente en los bordes.

Se concentra en las paredes de la vena  
 $2V_x \simeq 85^\circ - 90^\circ$ ; en algunos núcleos igualmente orientados es ligeramente biáxico positivo.  
 $Z^C = 18^\circ, 16^\circ$ ;  $Z-X = 0,028$

Pleocroísmo: Z, Y, verde pardo muy pálido; X, incoloro. Se trata de cumingtonita ferrosa - con solución sólida de tschermakita, sobre todo en el borde.

Plagioclasa, peciloblástica con maclas de leyes de la albita y la periclina. Composición en general  $An_{20}$  a  $A_{16}$ , con bordes albiticos y zonación normal. Está tectonizada y atravesada por una generación tardía de albita.

En numerosos casos hay maclas alabeadas y plegadas a veces según "Kink-bands". Se concentra hacia el centro de las venas.

Las composiciones  $\underline{\text{An}_{17} \xrightarrow{\{}} \text{An}_{13}}$  (borde)  
 menores de  $\text{An}_{16}$  es  $\underline{\text{An}_{18} \rightarrow \text{An}_{16} \xrightarrow{\{}} \text{An}_4}$  (borde)  
 t n formando bordes  $\underline{\text{An}_{18} \rightarrow \text{An}_{16}}$  (borde)  
 que se relacionan  $\underline{\text{An}_{17}}$   
 con los núcleos -  $\underline{\text{An}_{17}}$   
 por corrosión  $\underline{\text{An}_{20-19} \rightarrow \text{An}_{17} \xrightarrow{\{}} \text{An}_{15-13} \rightarrow \text{An}_6}$  (borde)

Circón y mena opaca titanifera. incluidos en los minerales anteriores y/o intersticiales.

Epidota

B) Matriz

Mineralogfa

Anfibol, ligeramente más verde y menos birrefringente en los bordes. Algunas maclas de dos o tres individuos (100).

$2V_x \simeq 85^\circ - 90^\circ$ ;  $Z^{\wedge}C = 16^\circ, 16^\circ, 16^\circ, 17,5^\circ, 17,5^\circ, 18^\circ$ ;  
 $Z-X = 0,027$

Pleocroismo: X, incoloro; Z, Y, verde pardo pálido.

Cumingtonita ferrosa con solución sólida de - tschermakita (en mayor proporción hacia los - bordes).

Plagioclasa. Composición en general  $\underline{\text{An}_{17}}$  a  $\text{An}_{16}$ . Maclas de la albita y de la periclina, deformadas.

$\underline{\text{An}_{16}}, \underline{\text{An}_{16}}, \underline{\text{An}_{17}}$

$\underline{\text{An}_{16} \xrightarrow{\{}} \text{An}_4}$  (borde)

$\text{An}_{16} \xrightarrow{\{}} \text{An}_8$  (en zonas recrystalizadas)

Se observan las mismas corrosiones que en las venas. (Las corrosiones se indican por  $\xrightarrow{\{}}$ )

Rutilo y mena opaca titanífera, intersticiales o incluidos en los otros minerales.

- C) Fracturas: limonita, procedente de sulfuros (se ven algunos restos con luz reflejada del "flexo").  
Albita de removilización de plagioclasas.  
Pistacita y clinozoisita.

## 2.- Análisis textural.

Paragénesis sin - S<sub>3</sub> y sin - S<sub>4</sub> (l<sub>4</sub>): bandeado y pliegues del mismo, con desarrollo de lineación l<sub>4</sub>  
Anfibol y plagioclasa (ordenación y concentración preferentes según las S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> y l<sub>4</sub>). Sin embargo, se advierte una recristalización general posterior a estas fases.

Paragénesis post - S<sub>4</sub>: a) cummingtonita ferrosa, plagioclasa (An<sub>20</sub> - An<sub>16</sub>), epidota, rutilo y mena opaca titanífera. Estos minerales se encuentran en la matriz y en forma de venas exsudadas.

b) Fracturación: sulfuros y hematites, albita de removilización de plagioclasas. El cuarzo (que no sale en la lámina) puede corresponder a la fracturación. Epidota.

## 3.- Conclusiones: anfíbolita con removilización tardía.

CS - 135

1.- Mineralogía

Piroxeno:  $2V_z = 68^\circ$ ;  $Z^C = 45^\circ$ ;  $Z-X = 0,30$

Pleocroísmo: X, verde pálido; Y, verde pálido -  
más intenso, Z, verde pálido.

Salita

Titanita y mena titanífera.

Granate entrecrecido con piroxeno (dato muy importante).

Inclusiones de titanita.

Anfibol:  $2V_x = 90^\circ$ ;  $Z^C = 16^\circ$

Pleocroísmo: X, amarillo claro; Y, verde oliva,  
Z, verde azulado.

Tschermakita, que define las esquistosidades

También hay tschermakita asociada al piroxeno -  
con características ligeramente diferentes:

$2V_x = 75^\circ$ ;  $Z^C = 15^\circ$

Pleocroísmo: X, amarillo claro, Y, verde azulado  
intenso; Z, verde azulado intenso.

Plagioclasa. Zonación inversa, maclas periclina+albita.

An<sub>38</sub> An<sub>45</sub> (borde)

Pistacita y clonozoisita

2.- Análisis Textural

Paragénesis sin-S<sub>1</sub>: titanita, granate, piroxeno.

Granate y piroxeno intercrecidos.

Paragénesis post-S<sub>1</sub> y pre-S<sub>3</sub>:

Tschermakita azulada, plagioclasa, ti-  
tanita.

Paragénesis sin - S<sub>3</sub>-S<sub>4</sub>: Titanita, mena titanífera, pista-  
cita, tschermakita, plagioclasa.

Paragénesis post-S<sub>4</sub>: controlada por fracturas: hematites  
y clinozoisita.

3.- Conclusiones: se observa bien la paragénesis granulítica antigua con salita y granate intercrecidos. Posteriormente el metamorfismo es de grado medio en facies de anfibolita.

CS - 140

También en esta lámina existen varias partes diferentes - que se tratarán por separado.

- 1.- A) Vena leucocrata y paredes. Está algo aboudinada, en función de deformaciones tardías portesquistosas. Se trata de una removilización post-S<sub>4</sub> que produce una concentración de plagioclasa hacia el centro de la vena y un acúmulo de anfíboles en las paredes de la misma.  
Mineralogía: minerales grandes en general.

Anfíbol peciloblástico y tectonizado, Maclas lamelares (100). Ligeramente más verde y menos birrefringente en los bordes.

Inclusiones de : rutilo xenomorfo, anfíboles pequeños, escasos cristales de circón, escasa titanita, mena titanífera opaca.

Exsolución de rutilo e ilmenita en zonas irregulares - más verdes del anfíbol, que siguen planos reticulares (100) y (010).

$Z^{\wedge}C=16^{\circ}, 18^{\circ}; 2V_x=85^{\circ}-90^{\circ}; Z-X=0,025.$

Pleocroísmo: X, incoloro o amarillento; Y, verde parduzco (en los bordes y en las zonas de exsolución) a pardo verdoso (en el centro); Z, verde azulado pálido (bordes y zonas de exsolución) a pardo verdoso pálido (centro).

Se trata de tschermakita con cantidades variables de Ti y alcalinos, que disminuyen hacia los bordes y en las zonas con exsolución de rutilo e ilmenita.

Plagioclasa peciloblástica y tectonizada. Maclas de la albita y de la periclina. Parcialmente alterada a pis

tacita y sericita. Composición, en general, An<sub>38</sub> a - An<sub>27</sub>, con zonación inversa. Con algunas inclusiones de rutilo xenomorfo.

An<sub>31</sub> → An<sub>36</sub> (borde)

An<sub>27</sub> → An<sub>28</sub> (borde)

An<sub>26</sub>

An<sub>35</sub> → An<sub>38</sub> → An<sub>42</sub> (borde)

Circón, rutilo, titanita y mena opaca titanífera, incluidos en los anteriores, sobre todo en los anfíboles.

- B) Matriz, con minerales orientados que, sin embargo, deben haber recristalizado tardíamente.

#### Mineralogía

Anfíbol. Sin exsoluciones de rutilo. Algunas maclas - (100). Numerosas inclusiones de titanita y pocas de rutilo xenomorfo (por tanto, en esto hay diferencia con los desorientados antes descritos).

$2V_x \approx 85^\circ$ ;  $Z^C = 18^\circ, 18^\circ, 17^\circ$ ;  $Z-X = 0,024$ .

Pleocroísmo: X, incoloro o marillento, Y, verde parduzco (más verde hacia el borde); Z, verde azulado pálido. Se trata de Tschermakita con poco Ti en su red, semejante a la de los bordes de los cristales de anfíbol de las venas. Esto induce a pensar que la recristalización tardía afecta a toda la muestra, al par que se produce venas por exsolución.

Plagioclasa con inclusiones de titanita y de algún circón. Composición, en general, entre An<sub>35</sub> y An<sub>27</sub>, en zonación inversa.

An<sub>28</sub>, An<sub>29</sub>, An<sub>30</sub>

An<sub>27</sub> → An<sub>30</sub> (borde)

An<sub>30</sub> → An<sub>35</sub> (borde)

Se ve que tampoco hay diferencias con la plagioclasa de la vena, lo que sugiere que toda la muestra ha sido sometida a la recristalización tardía.

Circón, escaso rutilo xenomorfo y titanita en granos pequeños, incluidos todos ellos en anfiboles y, a veces, en plagioclasa.

### C) Fracturas:

Epidota: pistacita y clinozoisita de alteración de plagioclasas.

Pirita y limonita de alteración de sulfuros.

## 2.- Análisis textural.

Paragénesis sin-S<sub>3</sub> y S<sub>4</sub>: anfibol, plagioclasa, titanita.

El anfibol define, además, una linealidad de orientación l<sub>4</sub> (como mínimo).

Paragénesis post-S<sub>4</sub>:

- Venas algo abondinadas de plagioclasa (An<sub>27</sub> a An<sub>38</sub>) y de anfibol (concentrado en las paredes). Se formara rutilo xenomorfo y mena opaca titanífera, que deben proceder de la titanita precedente y que quedan incluidos en anfiboles sobre todo.

El anfibol que se forma en esta paragénesis contiene Ti (procedente de la corrosión de titanita más antigua o de las inclusiones xenomorfas de esta paragénesis).

El alto contenido en Ti es inestable al bajar la temperatura y se producen desmezclas posteriormente.

Recristalizan las plagioclasas y los anfíboles - previamente orientados que constituyen la matriz de la roca.

Fracturación tardía: pirita, epidotas y limonita.

Se alteran las plagioclasas y se forma una mineralización intersticial y según fracturas de sulfuros y hematites.

CS - 143

1.- Mineralogfa

Granate, sólo restos. se alteran a plagioclasa, epidota, anfboles, titanita en granos gruesos.

Plagioclasa muy alterada a clinozoisita. Corroe a granate.

Zonación inversa.

An<sub>28</sub> → An<sub>38</sub> (borde)

Titanita en granos alineados y en granos gruesos de alteración del granate.

Anfboles: a)  $Z^{\wedge}C = 16^{\circ}, 17^{\circ}$ ;  $Z-X = 0,022$  a  $0,024$ .

Pleocrofsmo: X, incoloro, Y, verde parduzco; Z, verde azulado.

Se trata de tschermakita.

b) Este anfbol se transforma en las fracturas en cummingtonita y en contacto con las plagioclasas, al desarrollarse simplectitas de plagioclasa+epidota ( en este caso quedan oxidos de Fe tiñendo el anfbol). Las características opticas de la cummingtonita son:  $Z^{\wedge}C = 17^{\circ}, 16^{\circ}$ ;  $Z-X=0,029$  a  $0,030$ ;  $2V_x = 90^{\circ}$   
Pleocrofsmo: X e Y, incoloros, Z, algo azulado.

Epidota: clinozoisita esencialmente ( $2V_z \approx 75^{\circ}$ ). Forma texturas simplectfíticas sobre plagioclasas, de modo que los granos de tschermakita próximos se alteran a cummingtonita. También aparece como alteración del granate y de la plagioclasa.

En fisuras aparece junto a cummingtonita acicular y cuarzo.

Cuarzo en fisuras junto a cummingtonita y clinozoisita -  
(con la que forma simplectitas. Corroe a la tshermakita en el seno de la masa de la roca.

## 2.- Análisis textural

Paragénesis pre-S<sub>3</sub>: a) Granate antiguo

b) Alteración del granate a titanita  
gruesa, clinozoisita, plagioclasa,  
anfíbol.

Paragénesis sin-S<sub>3</sub> y sin-S<sub>4</sub>: anfíbol, plagioclasa, titanita.

Fracturas: cuarzo, cummingtonita (acicular y de transformación de la tschermakita de las paredes de las fisuras), clinozoisita, plagioclasa removilizada, óxidos de Fe.

3.- Conclusiones. Anfibolita (grado medio de metamorfismo) -  
con restos de una paragénesis antigua de -  
grado alto.

CS - 158

1.- Mineralogfa

Granate, corroído por anfibol y plagioclasa, a veces también por pistacita.

Plagioclasa sinesquistosa; probablemente granulada por tectonización sinesquistosa.

$2V_x$   $85^\circ-90^\circ$ . Zonaciones inversas.

An<sub>26</sub> → An<sub>30</sub> (borde)

An<sub>22</sub> → An<sub>25</sub> (borde)

An<sub>27</sub> → An<sub>34</sub> (borde)

Anfibol, sinesquistoso. Se trata de tschermakita algo titanífera ( $2V_x$   $85^\circ-90^\circ$ ). El borde es más azulado, e incluso incoloro, y más birregringente. Cumingtonita. También hay acículas de cummingtonita en fracturas.

Pistacita sinesquistosa y de alteración.

Clinozoisita en fracturas.

Titanita en granos pequeños y mena titanífera sinesquistosa.

Hematites en fracturas.

2.- Análisis textural.

Paragénesis pre-S<sub>3</sub> :

a) Granate antiguo

b) Anfibol, plagioclasa, pistacita simplectítica titanita gruesa: paragénesis estática.

Paragénesis sin S<sub>3</sub> y S<sub>4</sub> : anfibol, plagioclasa, titanita, pistacita, mena opaca titanífera.

Paragénesis post-S<sub>4</sub>: en fisuras cummingtonita acicular y clinozoisita.

Epidotización de plagioclasas y transformación parcial en cummingtonita de la tschermakita de las paredes de las fisuras. Cristalización de menas alteradas a hematites.

3.- Conclusiones Ver lámina anterior.

CS - 170

1.- Mineralogía

Granate, se altera a anfíbol verde azulado y plagioclasa. Tschermakita sinesquistosa. También la hay intercinemática (más parda) con inclusiones de titanita, plagioclasa y anfíbol, y exsoluciones de otro anfíbol y/o rutilo según planos (100) y (010). En general se trata de tschermakita - titanífera.

Plagioclasa. De dos tipos al menos:

- a) En venas o bandas gruesas, plegadas por  $S_3$  y  $S_4$ , probablemente coetánea del anfíbol intercinemático: An<sub>26</sub>
- b) En la matriz de la roca (esencialmente sinesquistosa) con zonación inversa suave: An<sub>25</sub> An<sub>28</sub> (borde)

Titanita en dos generaciones, al menos: de grano fino -- (sinesquistosa) y de grano grueso (estática).

Mena opaca titanífera

Pistacita y/o clinozoisita

Hematites que pseudomorfiza a sulfuros.

2.- Análisis textural

Paragenesis pre-S<sub>3</sub>

a) Granate

b) Corrosión estática de granate: tschermakita, plagioclasa. En el anfíbol estático aparece una esquistosidad interna previa a la  $S_3$ .

Cristalización estática de tschermakita titanifera (con desmezcla de minerales de Ti), plagioclasa (en bandas o venas varias veces plegadas) y titanita en granos -- gruesos.

Paragénesis sin-S<sub>3</sub> y S<sub>4</sub>: anfibol, plagioclasa, titanita,  
y mena opaca titanifera.

Paragénesis post-S<sub>4</sub> : epidotización de plagioclasa.

3.- Conclusiones: Anfibolita con granate antiguo. Grado medio de metamorfismo con restos de grado alto.

CS - 171

1.- Mineralogía

Granate. Corroído por anfibol principalmente, plagioclasa.  
Inclusiones de titanita.

Anfibol, en fenoblastos que aparecen a su vez rodeados -  
por cristales más pequeños de anfibol y de plagioclasa.

En los fenoblastos existen inclusiones de titanita, plagioclasa y anfibol anteriores.

Se trata de tschermakita con las siguientes características ópticas.

$2V_x \geq 75^\circ - 80^\circ$ ;  $Z^C = 16^\circ$

Pleocroísmo: X, amarillo, Y, verde oliva y, en los bordes, verde claro; Z, verde azulado y, en los bordes, verde azulado muy claro.

La tschermakita posee cierto contenido en Ti, que disminuye hacia los bordes. Existen exsoluciones al parecer de rutilo.

Plagioclasa. Tectonizada. Zonación inversa.

An<sub>23</sub> → An<sub>28</sub> (borde)

An<sub>23</sub> → An<sub>28</sub> (borde)

Titanita en dos generaciones al menos.

Epidota en granos junto a anfibol y como corrosión tardía  
(grano muy fino)

Cuarzo: casi sin deformar (tardío)

Pirita: intersticial tardía.

2.- Análisis textural. La  $S_{3-4}$ , representada por los anfíboles y la plagioclasa, que rodea a los fenoblastos de anfíbol, está parcialmente borrada por una milonitización incipiente tardía.

Paragénesis pre  $S_{3-4}$ :

- a) granate e inclusiones de titanita (sin- $S_1$ )
- b) Fenoblastos intercinemáticos ( $S_2$ - $S_3$ ) de Tschermakita.

Paragénesis sin  $S_{3-4}$ : anfíbol, plagioclasa, titanita, epidota gruesa.

Paragénesis post- $S_4$ : intersticial y ligada a milonitización. Cuarzo, pirita, clinozoisita intersticial fina (que corroe a todos los anfíboles y a todas las plagioclasas).

3.- Conclusiones. Anfíbolita con granate antiguo. Metamorfismo de grado medio con vestigios de metamorfismo de grado alto.

CS - 180

1.- Mineralogfa

Anfibol: plano de ejes ópticos (010):

$2V_x \approx 80^\circ$ ; Z-X 0,022;  $Z^{\wedge}C = 17^\circ, 17^\circ, 17^\circ, 19^\circ, 20^\circ, 21^\circ$ .

Pleocroísmo: X, amarillento verdoso pálido; Y, verde de oliva, a veces con cierto tinte - marrón muy débil; Z, verde grisáceo.

Tschermakita.

Plagioclasa. Cristales pequeños xenomorfos, generalmente no maclados. Algunos presentan maclas de la periclina. Biáxico negativo. En secciones - perpendiculares a Z,  $X^{\wedge}a = 1^\circ$  y plano periclina  $a^{\wedge} 4^\circ, 5^\circ$ : An<sub>26</sub>

Rutilo. pequeños cristales, a veces idiomorfos, incluidos en anfibol.

Titanita: escasos cristalillos en inclusiones.

Mena metálica opaca: en algún caso se trata de sulfuros (posible piritita).

Apatito(?) en pequeñas inclusiones de elongación negativa y baja birrefringencia (no se observa bien la extinción recta).

Circón. abundante relativamente en inclusiones.

2.- Análisis textural

Paragénesis pre-S<sub>3</sub>: titanita y rutilo que forman inclusiones; quizá también el circón y el apatito.

Paragénesis sin-S<sub>3-4</sub>: Esquistosidad de flujo definida por orientación de anfíboles. A esta fase corresponde también la

plagioclasa.

La esquistosidad  $S_4$  es de plano axial de pliegues visibles en la muestra de mano y afecta a una  $S_3$  o  $S_2$  definida por diferenciaciones litológicas (bandas de plagioclasa y bandas de plagioclasa + anfibol).

Paragénesis post- $S_4$  estática: grandes cristales de anfibol verde desorientados no afectados por  $S_{3-4}$ . Estos cristales se dan en zonas aisladas de textura granoblástica.

Fracturación tardía: Se forman superficies de fractura sub paralelas que afectan a  $S_{3-4}$ . En las fisuras cristaliza: plagioclasa y sulfuros y mena opaca (en general). A veces se observan cristales grandes con la orientación de las - fracturas y en sus proximidades, que deben ser anfiboles, estáticos, previos que han sido rotados.

También hay fisuras irregulares rellenas con limonita y sulfuros (posible pirita) que aun no se han alterado totalmente.

3.- Conclusiones. Anfibolita: Sólo se puede hablar en esta lámina de metamorfismo de grado medio.

La mineralización, como en tantas otras láminas, es tardía y rellena fisuras o intersticios.

CS - 183

1.- Mineralogía

Granate: relativamente abundante; muy roto y corroído.

Anfibol: plano de ejes ópticos (010)

$2V_x \approx 90^\circ$ ;  $Z-X$  0,023;  $Z^{\wedge}C=13^\circ, 13^\circ, 15^\circ, 16^\circ$ .

Pleocroísmo: X, incoloro a amarillento muy pálido; y; verde pardo; Z, verde amarillento parduzco.

Los fenoblastos de anfibol desorientados presentan zonación: más verdes en el centro en coincidencia con la existencia de nubes de cristalillos idiomorfos de rutilo, debidas a exsolución según planos reticulares.

En general, se trata de tschermakita en solución sólida con Kaersutita.

Plagioclasa: maclas frecuentes de albita o de periclina; raramente se encuentran asociadas. An<sub>30</sub> a An<sub>34</sub>

Circón

Mena opaca titanífera, dispersa o en inclusiones orientadas dentro de anfíboles, también en fracturas tardías.

Sulfuros, posiblemente pirita, en fracturas.

Limonita, de alteración de sulfuros.

Rutilo: a) inclusiones en anfibol, relativamente grandes y xenomorfos, junto a mena titanífera.

b) en nubecillas de cristalillos muy pequeños que proceden de exsolución de los fenoblastos de anfibol titanífero desorientados.

2.- Análisis textural

Paragénesis sin-S<sub>1</sub>: granate

Paragénesis sin-S<sub>3-4</sub>: esquistosidad definida por anfibol.

La plagioclasa pertenecería a esta fase.

Posiblemente pertenecen a esta fase las inclusiones de rutilo y mena titanífera de los anfíboles desorientados.

Paragénesis estática post-S<sub>4</sub>: Fenoblastos de anfibol desorientados, de composición semejante a los anteriores. Rutilo y mena titanífera.

Fracturación tardía: dos juegos de fracturas rellenas de óxidos de Fe y sulfuros.

- 3.- Conclusiones. Anfibolita (grado medio de metamorfismo) con granate antiguo, que refleja la existencia previa de un probable metamorfo previo de grado alto.

La mineralización es tardía y está ligada a la fracturación.

CS - 2631.- MineralogíaAnfibol zonado

	<u>Centro</u>	<u>Borde</u>
<u>Pleocrois</u> mo	X, amarillento	incoloro o amarillento muy pálido.
	Y, verde parduz co.	Verde oliva.
	Z, Verde parduz co.	Verde azulado.

$$Z^c = 18^\circ$$

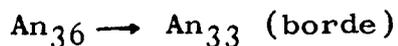
$$Z^C = 15^\circ$$

$$2V_x = 90^\circ$$

Es una tschermakita con núcleos más titaníferos y con más álcalis.

También hay una generación tardía de anfibol verde azulado (Tschermakita-pargasita).

Plagioclasa: macla en enrejado frecuente (leyes albita y periclina). Zonación normal suave.



En las venas de plagioclasa medida presenta zonación inversa suave: An<sub>28</sub> An<sub>32</sub> (borde)

Titanita en tres generaciones, como mínimo.

Epidota: pistacita (biaxico negativo, ligerísimo color amarillo).

Mena opaca titanífera, asociada a titanita.

Apatito

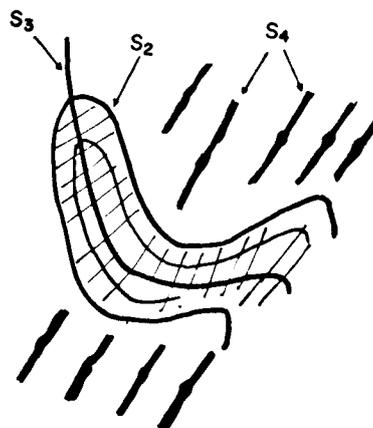
Hemacites en fracturas.

## 2.- Análisis textural

### Paragénesis pre-S<sub>3</sub>

- a) Inclusiones orientadas de titanita en anfiboles gruesos (definen una esquistosidad S<sub>1</sub> o S<sub>2</sub>)
- b) Fenoblastos de anfibol desorientados, grandes cristales de titanita y de pistacita, apatito; tal vez también plagioclasa de las venas.

La diferenciación de venas de plagioclasa es, por supuesto, anterior a S<sub>3</sub>, ya que están plegadas dos veces (ver - figura) y podría corresponder a la formación de S<sub>2</sub> (comparar con CS-94, y CS-95).



Paragénesis sin-S<sub>3-4</sub>: anfibol, plagioclasa, pistacita, titanita, mena titanífera. El apatito está triturado, posiblemente en esta fase

Paragénesis post-S<sub>4</sub>: Anfibol verde azulado, hematites, alguna epidota sobre las plagioclasas.

3.- Conclusiones: Anfibolita con sólo grado medio de metamorfismo.

CS - 274 (En la muestra de mano es CS-274; en la lámina tiene un error y ponfa CS - 247).

### 1.- Mineralogfa

Piroxeno: plano de ejes ópticos (010)

$2V_z \approx 60^\circ - 70^\circ$ ;  $Z^{\wedge}C = 38^\circ, 42^\circ$ .

Pleocroismo: X, amarillento verdoso muy pálido;

Y, amarillento verdoso pálido;

Z, amarillento verdoso.

#### Diópsido-Salita

Granate: cristales de tamaño variable, generalmente muy corroídos y alterados. Ocasionalmente conservan bordes idiomorfos.

Son pecilfticos.

Titanika: cristales de tamaño variable, frecuentemente - idiomorfos. Normalmente aparecen como inclusiones.

Anfibol: plano de ejes ópticos (010). Maclas según (100)

$2V_x \approx 70^\circ - 80^\circ$ ;  $Z^{\wedge}C = 15^\circ, 17^\circ, 17^\circ, 17^\circ, 17^\circ, 16,5^\circ, 17,5^\circ, 18,5^\circ, 19^\circ$ .

$Z-X \approx 0,024$

Pleocroismo: X, amarillento pálido; Y, verde oliva a verde oscuro; Z, verde azulado o grisáceo.

#### Tschermakita.

Plagioclasa cristales limpios y xenomorfos; maclas de la albita y de la periclina, a veces asociados en enrejado. Ligera zonación entre núcleos homogéneos y bien representados y aureolas estrechas en los bordes (con paso gradual). En general - la composición varfa entre An<sub>36</sub> y An<sub>34</sub>.

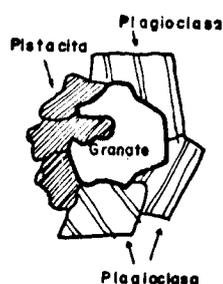
Epidota: alta birregringencia y  $2V_x \simeq 80^\circ$ : pistacita.  
Oxidos de Fe.

2.- Análisis textural. La preparación muestra un bandeado muy marcado (bandas de anfibol y bandas de pistacita, como minerales predominantes). Este bandeado es coincidente con la esquistosidad observable en la muestra de mano. Concordantemente con el bandeado aparece una orientación preferente, tanto del anfibol como de la epidota, aunque existen también minerales trarversos al bandeado. Por tanto - se puede decir que existe una esquistosidad definida por localización y orientación preferentes de anfibol y pistacita.

La plagioclasa se distribuye principalmente en las bandas de epidota, aunque también las hay en las bandas de anfibol. No presenta orientación preferente alguna y se adaptan, aunque no siempre, a los huecos dejados por los demás cristales (cristalización más tardía).

El piroxeno aparece corroído por anfiboles ( a veces presenta aspecto moteado).

El granate aparece corroído por epidota y frecuentemente está roto. A veces es rodeado completamente por plagioclasa y, en ciertos casos, se insinúa un "flattening". El granate se sitúa siempre en las bandas de epidota.



La titanita aparece incluida en todos los minerales anteriores. No se ha observado orientación preferente dentro.

del granate o del piroxeno, pero sí dentro del anfíbol, - variando de unas zonas a otras de la preparación. A veces en las bandas de epidota presenta una ordenación paralela al bandeo.

Los óxidos de Fe se sitúan siempre en las bandas de epidota y son frecuentes cerca de los restos de granate.

Paragénesis sin-S<sub>1</sub>: titanita, granate, piroxeno.

Paragénesis sin-S<sub>3-4</sub>: anfíbol, plagioclasa, pistacita, titanita. Materializan la esquistosidad que se ve más patente en la muestra de mano.

Paragénesis post-S<sub>4</sub>: alteración de plagioclasa y anfíbol, óxidos de Fe.

- 3.- Conclusiones: a) grado alto de metamorfismo: granulita de composición básica durante la primera fase de deformación F<sub>1</sub>-S<sub>1</sub>. Esta conclusión está basada en la presencia de granates en bola de nieve y en los intercrecimientos de granate + piroxeno, observados en otras láminas.
- b) metamorfismo de grado medio: anfíbolita, Este metamorfismo posterior, al ser de menor grado, produce una retrogradación de la roca.

ESTUDIO DE LAS LAMINAS DELGADAS DE LA CORTA DE ARINTEIRO (vease la localización de las muestras en el mapa nº 7 ).

SF - 11505

Mineralogfa

- Cuarzo
- Plagioclasa, con maclas plisintéticas según albita, sericitizada. A veces también macla de periclina y en enrejado. zonación normal.  $An_{20} \rightarrow An_{15}$ , suave.
- Biotita.
- Clorita
- Mena titanífera.
- Mena opaca (sulfuros).

Análisis textural

- Paragenesis sin  $S_1$  de flujo:  
Plagioclasa + biotita + cuarzo + mena titanífera escasa.
- Paragenesis inter  $S_1 - S_2$ : Peciloblastos de biotita desorientados.
- Paragenesis sin  $S_2$  de flujo: clorita + cuarzo + mena metálica titanífera abundante. Cloritización de la biotita.
- Plegamiento post  $S_2$ , sin que se individualice claramente una esquistosidad de crenulación.
- Cristalización posterior a los pliegues de  $S_2$ : cuarzo + mena opaca + algo de epidota.  
Esta paragénesis aprovecha unas veces fracturas paralelas a la esquistosidad o bien zonas de charnela de los pliegues o - fracturas más tardías transversales a las esquistosidades.

### Conclusiones

El metamorfismo alcanzado es de grado bajo en el - sentido de Winkler (1971).

La roca debió ser en principio pobre en cuarzo y rica en plagioclasa sódica o sodocálcica y en minerales ferro magnesianos. Esto la acerca a composiciones de metavolcanitas de serie espilítica.

El nombre de la roca sería clorito esquisto.

SF - 11506

Mineralogía

- Anfíbol

$$2\phi = 90^\circ (-)$$

x= incoloro algo amarillento

$$Z^C = 15^\circ-17^\circ-16^\circ$$

y= verde muy claro a pardo verdoso.

Plano ejes ópticos=(010)z= verde azulado grisáceo.

Es una tschermakita con contenido en titanio relativamente alto. Está zonada, con distribución irregular de color.

- Plagioclasa. muy escasa, zonada y sin maclas. En algunos puntos aparece epidotizada. (contenido en Ca elevado), pero no se puede determinar el contenido exacto en An.

- Titanita

- Mena opaca titanífera.

- Sulfuros

- Epidota. (clinozoisita).

Análisis textural

- Paragénesis pre  $S_1$  de flujo; probablemente de metamorfismo estático: grandes cristales de anfíbol, plagioclasa epidotizada en nódulos.
- Paragénesis sin  $S_1$  de flujo: Anfíbol de grano fino, con texturas nematoblásticas + plagioclasa + titanita + mena titanífera.
- Paragénesis post  $S_2$  de flujo: sulfuros post-esquistosos, pecilíticos o en fracturas + epidota.

Conclusiones

- Es una anfíbolita que en último término procedería de una -

metabasita, con metamorfismo de grado medio (WINKLER).

- La litología es muy parecida a la que se encuentra en Fornás y también las fases de metamorfismo a partir de la cristalización de anfíbol estático. Por tanto, es muy probable que lo que aquí se denomina  $S_1$  no sea realmente la esquistosidad más antigua.

SF - 11507

Mineralogía

- Granate, con inclusiones de mena titanífera y titanita, probablemente herencia de una antigua esquistosidad.
- Anfibol.
  - $2^{\wedge}V = 80^{\circ} (-)$  X= amarillento.
  - $Z^{\wedge}C = 16^{\circ}-14^{\circ}-15^{\circ}$  Y= verde parduzco
  - plano ejes ópticos= (010) Z= verde azulado grisáceo
- Tschermakita algo titanífera.
- Epidota
- clorita: sheridanita y proclorita.
- Plagioclasa, escasa, saussuritizada y sin maclas, en cristales grandes muy alterados. En cristales pequeños sin alterar. También concentrada en venas o bandas.
- Titanita.
- Mena titanífera
- Sulfuros
- Cuarzo

Análisis textural

- Minerales pre  $S_1-S_2$  de flujo: Titanitas, incluidas en los granates, granates.
- Minerales sin  $S_1-S_2$  de flujo: Tschermakita + plagioclasa + titanita + mena titanífera.
- Paragénesis post  $S_1-S_2$  de flujo: clorita + plagioclasa en grandes cristales + cuarzo.
- El bandeo en zonas claras y oscuras es herencia de una heterogeneidad anterior a  $S_1$ , puesto que el mineral más antiguo (el granate) aparece ya concentrado en las bandas oscuras.

### Conclusiones

- El metamorfismo ligado a  $S_1$  y  $S_2$  es de grado medio (Winkler)  
Quedan restos de una fase de metamorfismo antigua que al me  
nos es también de grado medio, aunque pudiera ser, como en  
Fornás, un antiguo grado alto.
- Es posible aquí también que la deformación  $F_1$  sea realmente  
equivalente a  $S_2$  de Fornás.

SF - 11508

Mineralogía

- Biotita. (probablemente hidrobiotita)
- Gedrita, con extinción recta, incolora y elongación positiva.
- Granate, con inclusiones de mena titanífera que definen un -  
bandeado. Sus zonas más externas son anisótropas (hidratadas)
- Cuarzo
- Clorita.
- Plagioclasa, muy escasa
- Mena titanífera
- Sulfuros
- Anfibol monoclinico incoloro, alterado en parte. (+). Es una  
pargasita.
- Algunos granos de estaurolita.

Análisis textural

- 1ª paragénesis: gedrita + estaurolita + pargasita.
- 2ª paragénesis: clorita + biotita (probablemente hidrobiotita)
- 3ª paragénesis: granate
- 4ª paragénesis: cuarzo + plagioclasa + sulfuros

La mena titanífera es anterior a las 4 fases descritas.

Conclusiones

El metamorfismo es también en este caso de baja presión en condiciones parecidas a las de skarn, como lo demuestra la presencia de granate anisótropo. Esto indica no solo - presiones bajas y temperaturas relativamente altas, sino también una notable presión de volátiles.

De una a otra de las muestras de mineralización, la heterogeneidad mineralógica es muy notable. Las secuencias de cristalización tienen un valor limitado, aunque es constante la cristalización tardía de los sulfuros.

SF - 11509

Mineralogía

- Anfíbol:

$$2^{\wedge}V \approx 80^{\circ} (-)$$

Z= verde claro, grisáceo a pardo

$$Z^{\wedge}C = 14^{\circ}-16^{\circ}$$

Y= verde grisáceo a pardo

plano de ejes ópticos:  
(010)

X= incoloro

Tschermakita algo alcalina y/o titanífera, zonada (ver color)

- Epidota: variedad pistacita, con alta birrefringencia, en cristales grandes. También en pequeños agregados de cristales (en este caso, parece más bien clinzoisita). Corresponde quizá a pseudomorfosis de antiguas plagioclasas.

- Granate. Muy escaso, corroído por anfíboles.

- Plagioclasa. Bastante escasa, con maclas lamelares en enrejado, zonación inversa suave,  $An_{32} \rightarrow An_{38}$

- Clorita, concentrada en algunos minerales.

- Titanita

- Mena metálica titanífera, alterada a leucóxeno.

- Sulfuros

Análisis textural

- Paragénesis pre- $S_1$  de flujo:

. Granate corroído por anfíboles

. Anfíbol estático en cristales de mayor tamaño, rodeado por  $S_1$  y posterior al granate.

- Paragénesis sin- $S_1$  de flujo:

. Anfíbol + plagioclasa + titanita + mena opaca titanífera.

- Paragénesis sin-S<sub>2</sub> de flujo:  
Anfibol + plagioclasa + titanita + mena titanífera.
- Deformación post-S<sub>2</sub>:  
Fracturación
- Cristalización post-S<sub>2</sub>: epidota (en cristales individuales y como transformación de plagioclasas), sulfuros. Relleno - de fracturas por epidota.

### Conclusiones

- El metamorfismo alcanzado es de grado medio, aunque hay restos (granates) que pueden ser herencia de un metamorfismo anterior al menos del mismo grado, si no mayor.
- De forma sistemática, los sulfuros, como en todas las láminas de la serie y como en Fornás, son muy posteriores al metamorfismo de presiones intermedias a altas que da la facies de anfibolitas.

SF - 11510

Mineralogfa

- Cuarzo
- Plagioclasa,  $An_2O$ , con maclas de albita poco frecuentes
- Granate
- Biotita
- Mica blanca, en las esquistosidades y también como grandes peciloblastos.
- Clorita
- Rutilo
- Mena titanífera, asociada a biotitas alterada a clorita
- Turmalina

Análisis textural

- Minerales pre -  $S_1$  de flujo:  
Plagioclasa, cuarzo (en parte), moscovita (en parte), rutilo, turmalina.
- Minerales sin- $S_1$ , de flujo:  
Cuarzo, biotita, moscovita en pequeños cristales.
- Minerales inter- $S_1$ - $S_2$ :  
Granate (?), mica blanca en grandes cristales. El granate puede ser tal vez sin- $S_2$ .
- Minerales sin- $S_2$  de flujo:  
Biotita, moscovita.
- Metamorfismo retrogrado post- $S_2$ : clorita, mena titanífera, hematites.

Conclusiones

- El metamorfismo alcanzado es de grado medio (Winkler).

- La roca es un gneis, si bien no por su textura, si por su alto contenido en feldespatos. No se puede precisar por esta lámina el origen del gneis. (orto o para).

SF - 11511

Mineralogfa

- Cuarzo
- Plagioclasa, maclas de albita y periclina. An<sub>22</sub>
- Granate
- Biotita roja
- Mica blanca
- Mena
- Distena. La birregringencia parece de sillimanita, pero la lámina está tallada muy gruesa. El 2<sup>^</sup>V y orientación óptica, así como la presencia de dos líneas de exfoliación en secciones (001) y ángulo de extinción 30° en secciones de bisectriz aguda la caracterizan.
- Estauroлита.

Análisis textural

- Minerales pre S<sub>1</sub> de flujo: Plagioclasa, cuarzo en parte, granate I en cristales grandes, estauroлита.
- Minerales sin S<sub>1</sub> de flujo: Cuarzo, moscovita, biotita, mena.
- Minerales inter S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>: granate II, distena (asociada a niveles ricos en moscovita), biotita en grandes peciloblastos.
- Minerales sin S<sub>2</sub> de flujo: Cuarzo-biotita-moscovita-mena.

Conclusiones

- Dado el contenido relativo en feldespatos respecto de cuarzos, la roca es un micasquisto con estauroлита, distena y granate.

- El grado de metamorfismo es el grado medio de Winkler, con temperaturas que pueden haber sido muy altas, sobre todo en la fase intercinemática entre  $S_1$  y  $S_2$ .
- Se pone de manifiesto aquí un metamorfismo de grado medio - anterior a  $S_1$ , de cuya esquistosidad no se conservan restos.

SF - 11512

Mineralogía

- Anfibol

$$2\phi = 80^\circ (-)$$

X= amarillento.

$$Z^C = 16^\circ$$

Y= marrón claro o verdoso

Plano ejes ópticos=(010)

Z= verde parduzco-claro

Es una tschermakita con variaciones locales de composición

Se encuentra en cristales grandes con exoluciones y también formando parte de la matriz.

- Plagioclasa. Maclas en enrejado de albita + periclina. An<sub>45</sub>.

Al menos en dos generaciones de cristales. La composición se ha establecido para los cristales mayores, que son más antiguos. En las pequeñas plagioclasas de los bordes no puede calcularse.

- Titanita

- Epidota. Variedad clinzoisita.

- Mena titanífera con corona de titanita.

- Sulfuros.

Análisis textural

- Minerales intercinemáticos pre S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>: Anfíboles grandes con exoluciones (en principio, más ricos en Ti) + plagioclasa en cristales grandes.

- Minerales sin S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>: Anfibol de grano fino + plagioclasa de grano fino + clinzoisita + titanita + mena titanífera.

- Minerales post S<sub>2</sub>: Sulfuros, epidota en venillas.

Conclusiones

- El metamorfismo alcanzado aquí es de grado medio sin que se

- encuentren restos de metamorismo anterior.
- Las dos esquistosidades que se ven en las otras anfibolitas de la serie no pueden ser distinguidas aquí.

SF - 11512 BIS

Mineralogfa

- Piroxeno, incoloro en las tres secciones.

$2\phi \approx 60^\circ (+)$

$Z^C$  próximo a  $45^\circ$

Es un diopsido con inclusiones de titanita y mena titanifera

Parece corroído por calcita y otra titanita.

- Epidota.

$2^V > 80^\circ (+)$

Variedad próxima a clinozoisita.

- Granate corroído por epidota y carbonatos.

- Carbonatos

- Sulfuros

- Cuarzo

- Titanita.

- Gedrita

Análisis textural

1ª paragénesis: Gedrita ? + piroxeno + granate.

2ª paragénesis: Clinozoisita + carbonato + titanita + gedrita  
+ sulfuros + cuarzo.

Esta paragénesis corroe a la 1ª

Existe titanita en inclusiones como residuo de una paragénesis 1ª, tal vez relacionada con una roca metamórfica preexistente, porque define un bandeo. Todas las demás paragénesis son desorientadas.

### Conclusiones

- Esta paragénesis tardía (cogida en muestra, asociada a mineralizaciones locales, está esencialmente sin deformar, y las texturas a veces fibrosorradiadas de algunos minerales indican una cristalización en ausencia de presiones dirigidas.
- La cristalización puede haberse hecho sobre una anfibolita preexistente.
- Las condiciones para que diopsido y granate sean estables son de temperatura relativamente alta. Así se produce una asociación semejante a las de metamorfismo de contacto, aunque se trata realmente de un metamorfismo regional de baja presión.

SF - 11513

Mineralogfa

- Anfibol

$2\phi = 80^\circ (-)$

X = amarillento

$Z^C = 15^\circ-17^\circ-15^\circ$

Y = verde parduzco

Plano ejes ópticos=(010)

Z = verde claro grisaceo

Como en el caso anterior , es una tschermakita titanífera - y/o alcalina.

- Plagioclasa. Maclas de albita y periclina, a veces en enrejado  $An_{38}$ .

- Granate, corroído en numerosos puntos, sobre todo en niveles ricos en anfibol.

- Mena titanífera

- Titanita

- Sulfuros muy abundantes.

- Epidota, variedad clinzoisita.

Análisis textural

- Minerales pre- $S_1$  de flujo:

. granate

. anfibol en cristales grandes + plagioclasa (en parte), intercinemáticos y posteriores al granate. Hay, por tanto, una separación entre el metamorfismo que dá el granate y esta paragénesis, probablemente con una esquistosidad anterior.

- Minerales sin  $S_1$  de flujo: Anfibol + plagioclasa + titanita + mena titanífera.

- Minerales sin  $S_2$  de flujo: Anfibol + plagioclasa + titanita + mena titanífera.

- Minerales post-S<sub>2</sub> de flujo: Clinozoisita, en parte como - transformación de feldspatos, sulfuros. Estos dos minerales probablemente NO son paragenéticos.

SF - 11514

Mineralogfa

- Granate, con inclusiones de minerales de titanio.
- Plagioclasas, con zonación inversa, suave y maclas de albита y periclina.
- Gedrita
- Biotita (probablemente hidrobiotita)
- Clorita
- Cuarzo
- Sulfuros
- Pargasita

Análisis textural

- 1º. paragénesis: gedrita + pargasita.
  - 2º. " : Biotita + clorita. La clorita es de 2 tipos: en cristales grandes y de alteración de anfíboles.
  - 3º. paragénesis: granate
  - 4º. " : cuarzo + plagioclasa + sulfuros.
- Entre las fases 2 y 3 hay una deformación con pliegues angulares, que se ponen de manifiesto en cloritas y biotita.
  - La mena titanífera incluida en los granates puede ser herencia de una roca preexistente. (es decir, estas paragénesis pudieran haberse desarrollado en parte sobre anfíbolitas).

SF - 11515

Mineralogfa

- Anfibol

$2^{\wedge}V = 75^{\circ}-80^{\circ}$  (-)

X = incoloro, algo amarillento

$Z^{\wedge}C = 17^{\circ}-17^{\circ}$

Y = verde parduzco

Plano ejes ópticos = (010)

Z = verde azulado grisáceo.

Tschermakita, algo zonada, sistemáticamente más coloreada - hacia los bordes.

- Plagioclasa. Maclas polisintéticas en enrejado poco frecuente. Zonación inversa suave.  $An_{24} \rightarrow An_{27}$ .

- granate, esencialmente corroído.

- Clinzoisita de grano muy fino.

- Titanita, en pequeños cristales sinesquistosos y también en cristales grandes.

- Mena titanífera

- Sulfuros

Análisis Textural

- Paragénesis anteriores a  $S_1-S_2$ :

• granate

• Anfiboles intercinemáticos de grano más grueso, plagioclasas en parte, en nódulos posiblemente también intercinemáticos. De esa misma época puede ser el relleno de plagioclasa en venas afectadas por  $S_1-S_2$ . Titanita en grandes cristales.

- Paragénesis sin  $S_1$ : Anfibol + plagioclasa + titanita + mena titanífera.

- Paragénesis sin  $S_2$ : Anfibol + plagioclasa + titanita + mena titanífera.

- Paragénesis post S<sub>2</sub>: Clinozoisita en venillas no deformadas, sulfuros.

Estos dos minerales probablemente no son paragenéticos

### Conclusiones

El metamorfismo alcanzado es de grado medio, aunque hay restos de otro metamorfismo anterior, que es también, al menos, de grado medio.

Como en los restantes casos, las menas de tipo sulfuro son netamente posteriores a las fases importantes de metamorfismo.

### COMENTARIOS A TODA LA SERIE

- 1.- La mineralización en conjunto, como en Fornás, no tiene ninguna relación con las rocas encajantes.
- 2.- Es también posterior al metamorfismo y deformación sinquistosa de las anfibolitas.
- 3.- Las condiciones de formación a alta temperatura y baja presión que son miméticas de las rocas de "Skarn" pueden haberse producido en metamorfismo regional, en las zonas de tensión donde la presión fuese baja.
- 4.- En conjunto, para la mineralización de Arinteiro cabe pensar en una de estas dos posibilidades:
  - Removilización anatética tardía (v. pág. 22 del informe de Fornás), anterior a los desgarres N140.

• Concentración por fallas N140 ,tipo Fornás.

No se puede decidir entre ambas posibilidades más que después de un estudio estructural detallado de Arinteiro.

## **ANEXO N° 4 : METALOGENIA**

ESTUDIO METALOGENICOP-2570

ARINTEIRO

Perfil N.MUESTRA: SP-11505 (Esquisto)Reconocimiento de visu:

Roca de color gris, de grano medio, con foliación y mineralización diseminada, con colores amarillentos y brillo metálico.

Estudio microscópico con luz reflejada:Composición mineral:Minerales opacos principales:

Minerales opacos accesorios: Pirita, Rutilo, Calcopirita, Pirrotina.

Observaciones:

La mineralización de esta roca es escasa y se presenta diseminada. En general está en relación manifiesta con la foliación de la roca.

El mineral más abundante es la pirita, que se presenta en agregados policristalinos, con formas irregulares, alargadas y orientadas según la foliación, teniendo los individuos que conforman los agregados, formas propias casi siempre.

Es isótropa, con color crema amarillento, microdureza Vickers V-1200. Presenta algunas inclusiones, de formas irregulares, de pirrotina.

Otro mineral bastante frecuente, que se presenta en granos alotriomorfos, con cierta elongación, grises, anisótro-

pos (fuerte anisotropia) finamente maclados y con microdureza  $V= 800-900$  es el rutilo.

La calcopirita, muy escasa, aparece sola o relacionada con la pirita, formando parte de agregados orientados. Suele formar granos idiomorfos.

P-2575

MUESTRA: SP-11506 (Anfib. grano fino)Reconocimiento de visu:

Roca de color gris, de grano medio, algo orientada, con aspecto masivo. Muestra algunas manchas de color verdoso y azulado. Pucen observarse algunos granos de minerales amarillentos con brillo metálico.

Estudio microscópico con luz reflejada:Composición mineral:Minerales opacos principales:

Minerales opacos accesorios: Pirita, Calcopirita

Observaciones:

La roca es muy análoga a la SP-11505 en cuanto a su mineralización. La mineralización es más escasa en ésta en cantidad, y más reducida en cuanto a minerales que se presentan.

La pirita que es el más abundante se presenta en agregados cuyas formas son más irregulares que en SP-11505, - siendo el alargamiento de su forma general paralelo a la foliación. Pero dado lo irregular de su forma, presenta en partes - crecimientos transversos a ella.

La calcopirita se presenta en granos pequeños, escasos, y asociados a la pirita.

No se observa rutilo.

P-2572

MUESTRA: SP-11507 (Transito Anf. grano fino-Anf. megacrystalina).

Reconocimiento de visu:

Roca de color gris, de grano medio, foliada, y con aspecto masivo. Presenta en zonas unos granos de color amarillento y brillo metálico.

Estudio microscópico con luz reflejada:

Composición mineral:

Minerales opacos principales:

Minerales accesorios opacos: Pirita, Ilmenita, Calcopirita.

Observaciones:

Roca análoga a las anteriores, aunque su trama es diferente. La mineralización es escasa (del mismo orden que SP-11505, algo superior a SP-11506).

La pirita, en agregados policristalinos de pequeño tamaño, tienen cierta tendencia a formar estructuras en atolón.

La proporción de calcopirita es algo mayor que en la SP-11505.

Como en aquella, aparecen aquí minerales de titanio. Pero, en vez de rutilo, se trata de ilmenita, con colores grises rosados y fuerte anisotropismo. Forma granos alotriomorfos. Está siendo sustituido en sus bordes por un mineral gris de muy baja reflectividad.

Existen algunas fracturillas, en la roca que están rellenas por pirita.

P-2569

MUESTRA: SP-11508 (Anfi. Megacrist. Mineralizada)

Reconocimiento de visu:

Roca de color gris pardo, de grano medio, con mineralizaciones masivas en ciertas zonas, con colores amarillentos y brillo metálico.

Estudio microscópico con luz reflejada:

Composición mineral:

Minerales principales opacos: Pirrotina, Pirita

Minerales opacos accesorios: Calcopirita, Ilmenita,

Textura: Granular

Observaciones:

Pirrotina y pirita se hallan en toda la roca, ya sea en grandes granos o en individuos más pequeños.

La pirrotina se presentan siempre como mineral intersticial, amoldándose a la forma de los granos de minerales transparentes, asoptando sus formas, metiendose en espacios intergranulares. De ahí, que sus formas son sumamente irregulares y complicadas. Muestra color y anisotropismo característicos. Está muy a menudo en relación con calcopirita, con la que forma asociaciones en el mismo grano, sin que existan criterios para especificar alguna relación cronológica entre ellos.

Aunque no es totalmente manifiesto, pirrotina y calcopirita parece que pueden ser posteriores a pirita, pues puede observarse como a veces la atraviesan, o rellenan huecos dentro de ella. La pirita además, sin ser idiomorfa, muestra formas menos intersticiales, más redondeadas, lo cual sugiere que es de formación anterior.

La roca está atravesada por múltiples fracturillas, muchas de las cuales están rellenas por pirita y pirrotina, - irradiando de granos de estos minerales

Independientemente de estos minerales, aparecen di seminados en la roca abundantes pequeños granos, con formas - aciculares en general, colores grises y rosados, de ilmenita. Esta tiene anisotropismo y maclado característicos.

MUESTRA:Sp-11509 (Anf. de grano fino)Reconocimiento de visu:

Roca de color gris oscuro, de grano fino, algo orientada, con aspecto masivo.

Estudio microscópico con luz reflejada:Composición mineral:Minerales principales opacos:

Minerales opacos accesorios: Pirita, Calcopirita, Pirrotina, Covelina, Ilmenita, Calcosina.

Observaciones:

Esta roca tiene una mineralización escasísima. Prescindiendo de la pirita que se presenta con cierta frecuencia, en granos alotriomorfos, con formas totalmente irregulares, a veces esqueléticas, los demás minerales son raros.

Se observan algunos granillos de calcopirita, en dos o tres casos asociados a pirrotina, que muestran sustitución del exterior del grano hacia el núcleo por calcosina y por covelina.

En conjunto esta mineralización representa un porcentaje muy bajo en el total de la roca.

Perfil S.MUESTRA: SP-11511 (Esquisto)Reconocimiento de visu:

Roca de color gris, de grano fino, foliada, con -  
fractura irregular.

Estudio microscópico con luz reflejada:Composición mineral:Minerales principales opacos:

Minerales accesorios opacos: Pirita, Ilmenita, Calcopirita.

Observaciones:

Mineralización muy escasa.

El mineral opaco más abundante es la pirita, que es netamente posterior a la roca. Aparece rellenando finas fractu rillas y en forma intersticial. En este último caso, es de gra no fino y alotriomorfa, adaptandose a las formas de los demás granos.

La calcopirita es rarísima, formando solamente dos o tres pequeños granos incluidos en la pirita.

La ilmenita es más abundante, y no muestra relacio nes con los demás opacos. Forma pequeños granos aciculares, - más o menos subparalelos, con anisotropismo neto.

P-2571

MUESTRA:SP-11512 (Anf. de grano fino)Reconocimiento de visu:

Rosa de color gris oscuro verdoso, de grano medio a fino, con aspecto masivo y fractur airregular.

Estudio microscópico con luz reflejada:Composición mineral:Minerales opacos principales.

Minerales opacos accesorios: Pirrotina, Ilmenita, Calcopirita,

Observaciones:

Mineralización muy escasa.

Hay una disseminación de granos alotriomorfos de pirrotina y de ilmenita, independientemente la una de la otra.

Son todos ellos de pequeño tamaño. La ilmenita aparece rodeada de un mineral gris de baja reflectividad que la sustituye (¿rutilo?).

La calcopirita es accidental.

MUESTRA:SP-11513 (Transito anf. grano fino-anf. megacristalina)

Reconocimiento de visu:

Roca grisacea, con brillo metálico, con abundante - metalización, compacta y de fractura irregular.

Estudio microscópico con luz reflejada:

Minerales opacos principales: Pirrotina, Calcopirita

Minerales opacos accesorios: Ilmenita, Pirita, ¿Magnetita titanizada?, Blenda.

Observaciones:

La pirrotina es el principal mineral de la mena, - presenta una clara textura granoblástica con signos marcados de haber sufrido esfuerzos macánicos, tiene color crema-rosado, un excelente pulido y marcado anisotropismo. No se ha observado segregaciones de pentlandita dentro de este mineral.

La calcopirita es el segundo mineral más abundante dentro de la mena, presenta un tamaño de grano muy irregular, desde tamaños similares a los de la pirrotina cuando va asociada a ella a tamaños muy pequeños cuando se presenta dentro de los minerales silicatados de la ganga.

La ilmenita se presenta en granos de apreciable tamaño en general relacionada con los silicatos, tiene un color gris-rosado, presenta maclas y en ocasiones desmezclas de hematites.

La pirita en esta muestra es muy escasa solo se han observado dos o tres cubos los cuales están limpios de inclusiones.

La blenda se presenta también en escasísima proporción destacan las reflexiones internas rojizas que nos indican sustituciones del Zn por Fe.

MUESTRA:SP-11514 (Anf. megacristalina mineralizada)

Reconocimiento de visu:

Roca muy similar a la anterior SP-11513. En ocasiones la pirrotina puede presentar segregaciones de pentlandita, en estas muestras no se han observado, pero puede ser interesante el realizar un análisis químicos por Ni. para conocer la presencia de este elemento dentro de la red de la pirrotina.

La calcopirita al igual que en la muestra anterior, presenta tamaños de granos muy irregulares observandose tamaños muy finos en las calcopiritas que van diseminadas en los minerales de la ganga.

P-2568

MUESTRA:SP-11515 (Anf. de grano fino)Reconocimiento de visu:

Roca gris oscura, de grano fino, compacta y de fractura irregular.

Estudio microscópico con luz reflejada:

Minerales opacos principales: Pirrotina, Ilmenita

Minerales opacos accesorios: Pirita, Arsenopirita, Calcopirita.

Observaciones:

Esta roca presenta escasa metalización, el interés que puede presentar es el estudio petrográfico de la roca y - sus relaciones con la metalización.

Los minerales opacos se presentan con cierta orientación, la pirrotina sigue siendo el mineral más abundante, pero la calcopirita por el contrario se presenta en muy escasa - proporción está en menor proporción que la ilmenita.

Los escasos granos de pirita que se observan, están siendo sustituidos por arsenopirita.

La blenda no se ha observado en esta probeta pulida.

FORNAS

Perfil N.W.

MUESTRA:SP-11519 (Disemin. de sulfuros en la anf. de los hastiales).

Reconocimiento de visu:

Roca grisacea, con brillo metálico debido a una metalización abundante, compacta y de fractura irregular.

Estudio microscópico con luz reflejada:

Minerales opacos principales: Pirrotina, Pirita, Calcopirita.

Minerales opacos accesorios: Ilmenita, Blenda, Arsenopirita.

Minerales opacos secundarios: Limonita

Observaciones:

Al no disponer de datos geológicos de campo, ni relaciones entre roca de caja y mineralización es imposible (o muy atrevido) indicar la génesis de esta mineralización, debemos limitarnos a indicar la paragénesis de la metalización.

La pirrotina es el mineral más abundante de la mena, presenta su típico color crema-rosado, con fuerte anisotropismo con "corrugation" y fracturación debido a esfuerzos mecánicos.

La pirita se presenta en esta muestra en cantidades apreciables en ocasiones está siendo sustituida por arsenopirita, es granoblástica y con tendencia al idiomorfismo, presenta inclusiones de pirrotina y cierta fracturación.

La calcopirita se presenta en granos irregulares de apreciable tamaño, con su típico color amarillo, es claramente posterior a la pirita y pirrotina.

La ilmenita se presenta en granos irregulares diseminados principalmente en la ganga, tiene color gris con tonalidades rosadas, presenta su típico maclado y su anisotropismo

acusado. En ésta muestra está la mayor proporción que la blenda aunque los dos minerales están en cantidades accesorias.

La limonita se presenta en fracturas de alteración de pirita y pirrotina.

Esta paragénesis es idéntica a la de la muestra - SP-11520, con pirita como mineral importante y con más ilmenita que blenda, seguimos creyendo que es ortomagmática, dentro de la amplitud que abarca este criterio.

P-2574

MUESTRA:SP-11520 (Sulfuros masivos)Reconocimiento de visu:

Roca con brillo metálico, granuda, con fuerte metalización compacta y de fractura irregular.

Estudio microscópico con luz reflejada:

Minerales opacos principales: Pirrotina, Calcopirita.

Minerales opacos accesorios: Blenda, Ilmenita.

Observaciones:

La carencia de datos de campo (geológicos) así como el no poder disponer de lámina delgada para poder determinar los minerales transparentes y sus relaciones con los opacos, dejan poca opción para el estudio de una paragénesis mineral, por lo tanto solo podemos indicar los minerales opacos existentes y sus posibles relaciones.

La muestra aquí enviada se compone fundamentalmente de pirrotina, este mineral es claramente granoblástico, con color crema con tinte rosado, tiene un excelente pulido, con marcado "corrugation" debida a esfuerzos mecánicos observándose ligeramente fracturado el anisotropismo es muy acusado, presenta una microdureza Vickers comprendida entre 260 y 280 y una reflectividad del 39 al 40% con filtro verde. No se han reconocido segregaciones de pentlandita.

La calcopirita es el segundo mineral en abundancia, presenta su típico color amarillo, es posterior a la pirrotina, tiene un pulido excelente, anisotropismo débil y con objetivo de inmersión en aceite presenta maclas individuales, se presenta asociada a la blenda, éste mineral está subordinado a la calcopirita

La ilmenita se presenta en granos dispersos en la -

ganga de silicatos, tiene un color grisáceo, marcado pleocroismo de reflexión mostrando sus típicas maclas según (1011) y un anisotropismo muy elevado. En la muestra se presenta en escasa proporción.

La blenda es otro mineral accesorio de la mena, va frecuentemente asociada a la calcopirita, es isótropa y con marcadas reflexiones internas rojizas que nos indican que el Zn está sustituido por Fe en la red, se observan desmezclas de calcopirita dentro del mineral.

Por la textura granoblástica tan acusada de la mena, parece proceder de una mineralización ortomagmática, los datos de campo y las relaciones de campo deben ser de suma utilidad para su clasificación genética.

Perfil S.E.

MUESTRA:SP-11524 (Disemin. de sulfuros en la anf. de los hastiales)

Reconocimiento de visu:

Roca granuda, con abundante metalización (presencia de pirrotina y calcopirita), compacta y de fractura irregular.

Estudio microscópico con luz reflejada:

Minerales opacos principales: Pirrotina, Calcopirita

Minerales opacos accesorios: Pirita, Ilmenita, Blenda

Minerales opacos secundarios: Limonita

Observaciones:

Se trata de una paragénesis idéntica a la de las - muestras anteriores estudiadas SP-11519 y 11520, en esta muestra la pirita es accesoria y siempre idiomorfa formando cubos casi perfectos libres de inclusiones de pirrotina. Por el contrario la calcopirita es muy abundante en la muestra, se presenta en grandes cristales irregulares, en cristales de tamaño reducido incluida en la ganga asociada con minerales tabulares (posiblemente anfiboles) y también en forma de emulsión dentro de los cristales de blenda.

Se sigue observando cristales de ilmenita maclados y en general dentro de la ganga, tienen cierta forma redondeada.

P-2564

MUESTRA:SP-11525 (Sulfuros masivos)Reconocimiento de visu:

Roca grisacea con zonas amarillas de alcopirita, - con brillo metálico debido a la fuerte metalización y de fractura irregular.

Estudio microscópico con luz reflejada:

Minerales opacos principales: Pirrotina, Calcopirita

Minerales opacos accesorios: Pirita, Ilmenita, Blenda.

Minerales opacos secundarios: Limonita

Observaciones:

Se trata de una paragénesis idéntica a la de las - muestras anteriormente estudiadas SP-11519, SP-11520 y SP-11524.

En esta muestra como en todas las anteriores la pirrotina es el principal mineral de la mena, siguiendola en abundancia la calcopirita. En contraste con la muestra SP-11519 la pirita está en escasa proporción con claro idiomorfismo en cubos limpios de inclusiones.

La limonita es escasa y se ha formado por oxidación de pirrotina en los bordes y en algunas de las fracturas de este mineral.

MUESTRA: SP-11526 (Anfibolita de grano medio)

Reconocimiento de visu:

Roca gris oscura, granuda, compacta y de fractura irregular. La roca presenta escasa metalización.

Estudio microscópico con luz reflejada:

Minerales opacos accesorios: Ilmenita, Pirrotina, Blenda, Calcopirita.

Minerales opacos secundarios: Hematites

Observaciones:

La muestra aquí enviada presenta una proporción de minerales opacos muy escasa, es la normal que puede tener cualquier roca de tipo básico, por lo tanto desde un punto de vista metalogénico carece de interés, puede ser interesante para estudiar petrográficamente la roca y sus relaciones con la metalización.

Todos los minerales opacos existentes se presentan diseminados dentro de los silicatos, no se observa relación directa entre ellos. La ilmenita presenta desmezclas de hematites.

## **ANEXO N.º 5 : ANALISIS QUIMICOS**

ANALISIS QUIMICO DE ROZAS DE ROCA

ARINTEIRO

Perfil N.

Ref.: Muestra MO-11505 (Sch)

Arsénico, As.....	0,000%
Cobre, Cu.....	0,130%
Niquel, Ni.....	107 ppm
Cobalto, Co.....	28 "
Cinc, Zn.....	450 "
Plata, Ag.....	12 "
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	1 ppm
Iridio, Ir.....	no se aprecia
Ni/Cu=0,082	Co/Ni=0,26
	Cu/Zn=2,88

Abreviaturas:

Sch: Esquistos

A.F.: Anfibolitas de grano fino

Mena .: Sulfuros masivos (Fornás)

A.M.M.: Anfibolita megacristalina mineralizada (Arinteiro)

Tras.: diseminación de sulfuros en las rocas de caja del yacimiento (A.G.M. en Fornás. A.F. en Arinteiro).

A.G.M.: Anfibolitas de masivas de grano medio (Fornás)

Ref.: Muestra 11506 (A.F.)

Arsénico, As.....	0,000%
Cobre, Cu.....	0,034%
Niquel, Ni.....	61 ppm
Cobalto, Co.....	22 ppm
Cinc, Zn.....	39 "
Plata, Ag.....	4 "
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia
Ni/Cu = 0,17	Co/Ni = 0,36
	Cu/Zn = 8,71

Ref.: Muestra MO 11507 (Trans.)

Cobre, Cu.....	0,076%
Arsénico, As.....	0,007%
Niquel, Ni.....	66 ppm
Cobalto, Co.....	18 ppm
Cinc, Zn.....	150 "
Plata, Ag.....	no se aprecia
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Ni/Cu = 0,08	Co/Ni = 0,27
	Cu/Zn = 5,06

Ref.: Muestra MO 11508 (A.M.M.)

Cobre, Cu.....	0,374%
Arsénico, As.....	0,007%
Niquel, Ni.....	144 ppm
Cobalto, Co.....	134 ppm
Cinc, Zn.....	59 "
Plata, Ag.....	no se aprecia
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia
Ni/Cu = 0,03      Co/Ni = 0,93      Cu/Zn = 25,9	

Ref.: Muestra MO 11509 (A.F.)

Cobre, Cu.....	0,027%
Arsénico, As.....	0,000%
Niquel, Ni.....	67 ppm
Cobalto, Co.....	12 "
Cinz, Zn.....	80 "
Plata, Ag.....	no se aprecia
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia
Ni/Cu = 0,24      Co/Ni = 0,17      Cu/Zn = 3,37	

Perfil S.

Ref.: Muestra MO-11512 (A.F.)

Cobre, Cu.....	0,027%
Arsénico, As.....	0,000%
Niquel, Ni.....	44 ppm
Cobalto, Co.....	16 "
Cinc, Zn.....	170 "
Plata, Ag.....	no se aprecia
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia

Ni/Cu = 0,16      Co/Ni = 0,36      Cu/Zn = 1,58

Ref.: Muestra MO 11513 (Trans.)

Cobre, Cu.....	0,908%
Arsénico, As.....	0,007%
Niquel, Ni.....	187 ppm
Cobalto, Co.....	224 "
Cinc, Zn.....	640 "
Plata, Ag.....	no se aprecia
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia

Ni/Cu = 0,02      Co/Ni = 1,19      Cu/Zn = 14,18

Ref.: Muestra MO 11514 (A.M.M.)

Cobre, Cu.....	1,942%
Arsénico, As.....	0,006%
Niquel, Ni.....	133 ppm
Cobalto, Co.....	140 ppm
Cinz, Zn.....	310 "
Plata, Ag.....	3 "
Oro, Au.....	2,5 "
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia
Ni/Cu = 0,006      Co/Ni = 1,05      Cu/Zn = 62,64	

Ref.: Muestra MO 11515 (A.F.)

Cobre, Cu.....	0,031%
Arsénico, As.....	0,009%
Niquel, Ni.....	54 ppm
Cobalto, Co.....	10 "
Cinc, Zn.....	82 "
Plata, Ag.....	2 "
Oro, Au.....	1 "
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia
Ni/Cu = 0,17      Co/Ni = 0,18      Cu/Zn = 3,78	

## FORNAS

Perfil N.W.

Ref.: Muestra MO 11519 (Trans.)

Cobre, Cu.....	1,022%
Arsénico, As.....	0,007%
Niquel, Ni.....	97 ppm
Cobalto, Co.....	102 "
Cinc, Zn.....	1270 "
Plata, Ag.....	2 "
Oro, Au.....	0,2 "
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia
Ni/Cu = 0,009    Co/Ni = 1,05    Cu/Zn = 8,04	

Ref.: Muestra MO 11520 (Mena)

Cobre, Cu.....	3,02%
Arsénico, As.....	0,008%
Niquel, Ni.....	119 ppm
Cobalto, Co.....	338 "
Cinc, Zn.....	2160 "
Plata, Ag.....	no se aprecia
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia
Ni/Cu = 0.003    Co/Ni = 3,26    Cu/Zn = 13,9	

Ref.: Muestra MO 11521 (A.F.)

Cobre, Cu.....	0,024%
Arsénico, As.....	0,000%
Niquel, Ni.....	48 ppm
Cobalto, Co.....	0 "
Cinc, Zn.....	47 "
Plata, Ag.....	6 "
Oro, Au.....	2 "
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia

Ni/Cu = 0,003      Co/Ni = 3,26      Cu/Zn = 13,9

Perfil S.E.

Ref.: Muestra MO 11524 (Trans.)

Cobre, Cu.....	0,710%
Arsenico, As.....	0,015%
Niquel, Ni.....	41 ppm
Cobalto, Co.....	26 "
Cinc, Zn.....	870 "
Plata, Ag.....	no se aprecia
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia

Ni/Cu = 0,005      Co/Ni = 0,63 (?)      Cu/Zn = 8,16

## Ref.: Muestra MO 11525 (Mena)

Cobre, Cu.....	0,714%
Arseénico, As.....	0,035%
Niquel, Ni.....	143 ppm
Cobalto, Co.....	188 "
Cinc, Zn.....	450 "
Plata, Ag.....	no se aprecia
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia

Ni/Cu = 0,02      Co/Ni = 1,3      Cu/Zn = 15,86

## Ref.: Muestra MO 11526 (A.G.M.)

Cobre, Cu.....	0,102%
Arsénico, As.....	0,025%
Niquel, Ni.....	77 ppm
Cobalto, Co.....	36 ppm
Cinc, Zn.....	230 "
Plata, Ag.....	no se aprecia
Oro, Au.....	no se aprecia
Platino, Pt.....	no se aprecia
Paladio, Pd.....	no se aprecia
Iridio, Ir.....	no se aprecia

Ni/Cu = 0,07      Co/Ni = 0,46      Cu/Zn = 4,43

Análisis Correspondientes a la Geoquímica del entorno de Fornás, Gemma y Gamás (en p.p.m.)

Muestras de arrastres fluviales.-

Muestra	As	Cu	Zn	Ni	Co
B-11527	<10	48	78	100	55
28	14	100	128	120	60
29	<10	133	117	100	50
30	<10	2250	232	115	55
31	<10	100	143	152	55
32	<10	7000	400	135	125
33	12	137	128	162	55
34	≤10	52	122	135	50
35	10	70	153	175	60
36	<10	44	91	126	45
37	<10	41	78	115	40
38	13	44	95	152	55
39	<10	56	108	162	55
42	<10	44	91	175	45
43	<10	56	98	175	50
44	<10	44	86	157	45
45	<10	44	91	148	60
46	10	59	103	175	55
47	18	48	108	165	60
48	10	74	137	157	65
49	30	67	143	162	55
50	<10	37	73	137	45
51	14	48	117	152	50
52	13	85	153	162	70
53	<10	74	181	225	45

Muestra	As	Cu	Zn	Ni	Co
B-11554	<10	59	98	145	30
55	10	27	58	120	40
56	11	100	143	150	65
57	16	126	280	132	45
58	27	167	300	132	45
59	14	59	132	126	55
60	10	104	82	145	80
61	15	111	220	170	60
62	15	59	214	150	70
63	<10	1240	232	137	90
64	<10	1250	280	150	90
65	10	56	91	120	40
66	20	78	197	137	45
67	12	70	143	125	45
68	12	67	148	120	45
69	11	41	112	137	55
70	≤10	130	170	132	50
71	<10	37	122	110	45
72	10	48	112	132	50
73	<10	48	122	132	50
74	10	41	112	125	45

Muestras de Suelos

Muestra	As	Cu	Zn	Ni	Co
S-11575	<10	660	225	125	66
76	<10	144	170	120	80
77	<10	178	170	115	75
78	14	155	176	110	60
79	10	167	153	110	40

Muestra	As	Cu	Zn	Ni	Co
S-11580	11	152	170	132	45
81	<10	96	128	110	45
82	<10	141	132	120	60
83	10	130	143	132	70
84	11	89	137	132	60
85	<10	85	132	137	60
86	17	96	137	150	75
87	20	78	153	137	70
88	14	81	122	162	70
89	<10	100	122	162	75
90	<10	81	137	145	65
91	32	100	192	137	55
92	30	96	148	125	50
93	20	93	153	170	75
94	20	111	220	165	55

Medidas del pH de las muestras de suelos

<u>Muestra</u>	<u>pH</u>
S-11575	4.7
S-11576	5.2
S-11577	5.3
S-11578	5.6
S-11579	5.6
S-11580	6.0
S-11581	5.2
S-11582	6.0
S-11583	5.5
S-11584	5.5
S-11585	4.7
S-11586	4.2
S-11587	4.8
S-11588	5.4
S-11589	4.9
S-11590	5.5
S-11591	4.6
S-11592	4.4
S-11593	4.6
S-11594	4.7

## **ANEXO N.º 6 : MINERALOMETRIA**



COMPANIA. C.G.S. Estudio binocular Rafael Avilés FECHA, Sept. 76																OTROS MINERALES Y OBSERVACIONES	TENOR DE LOS MINERALES IMPORTANTES EN P. P. M.								
	NUM. DEL CONCENTRADO	MOSE TANALITA	CASITERITA	WOLFRAMITA	MOSELEL OIO	ESTIBIO CINABRIO	URTOLO Circos	Galena Pirite	Catoplitis Pirrotina	Meribonita MOVACITA	Cromita Kassitina	Platino Apsilita	Hematoita Granovita	Magnetita Distena	Andalucita Terroming		Estrecolita Corindon	Banda Anatasa	Zinnitina Topacio	Prezono Esfena	Episoda Anfibol	Episoda Olivino	SnO <sub>2</sub>	W	Schoe.
p-11527 pc=58,80 gr						-							-						-	+					Mucha limonita.
p-11528 pc=103,20gr						-				tr		-	-							-	x				Mucha limonita.
p-11529 pc=115,8 gr						-						-	-							-	x				Mucha limonita.
p-11530 pc=92,80						-	tr						-							-	x				Mucha limonita.
p-11531 pc=138						-		tr				-	-								x				Limonita
p-11532 pc=114,6						-		tr				-	+							-	x				Mucha limonita.
p-11533 pc=103,60						-						-	-							-	x				Mucha limonita.
p-11544 pc=114,40						-						-	+							-	x				Mucha limonita.
p-11546 pc=85						-						-	-							-	x				Mucha limonita.
p-11547 pc = 83						-						-	-							-	x				Mucha limonita.

SIGNOS A INTERPRETAR:

PARA MINERALES  
IMPORTANTES.

tr (trazos) > 0 a 0,05 gramos.  
> de 0,05 se da su peso en gramos.

PARA LOS MINERALES  
NO IMPORTANTES.

- Hasta 1 gramo. + De 1 a 5 gramos. X Más de 50 gramos.

COMPANIA.- C. G. S. Estudio binocular Rafael Avilés FECHA, Sept-76																	OTROS MINERALES Y OBSERVACIONES	TENOR DE LOS MINERALES IMPORTANTES EN P. P. M.					
	W. DE TANALITA	W. DE SILICATA	ORO	ESTRON- CIO	URANO	PIRITA	Pirrotina	MOLIBDENO	COBALTO	PLATINO	GRANATA	DIASEN	TURMALINA	CORINDON	ANATASO	TOPAZIO		ESFENO	ESPIRO	OLIVINO	Sn	W	Schee.
p-11550 pc=239,4											-	-	-					x		Mucha limo- nita			
p-11551 pc= 103,6											-	+						x		Mucha limoni- ta.			
p-11552 pc= 140,6											-	-	+	-			-	x		Limonita			
p-11556 pc = 322,4											-	-					-	x		Mucha limo- nita.			
p-11559 pc= 216												-					+	x		Mucha limo- nita.			
p-11561 pc=176,4												-	-				-	x		Mucha limo- nita.			
p-11567 pc=69,4												-	-				-	+		Mucha limo- nita.			
p-11568 pc=49,1												-	+				-	x		Mucha limo- nita.			
p-11569 pc=180,6												-	-				-	x		Limonita			
p-11570 pc= 87,4												-	-				-	x		Mucha limo- nita.			

SIGNOS A INTERPRETAR.

PARA MINERALES  
IMPORTANTES.

tr (trazas) > 0 e 0,05 gramos.  
> de 0,05 se dá su peso en gramos.

PARA LOS MINERALES  
NO IMPORTANTES.

- Hasta 1 gramo. + De 1 a 5 gramos. X Más de 50 gramos.



**ANEXO N.º 7 : CATASTRO MINERO**

CATASTRO MINERO DE LA HOJA 1:50.000 nº 95 (EL PINO)

NUMERO	NOMBRE	SUSTANCIAS	PERTENENCIAS	PROPIETARIO	TERMINO MUNICIPAL
2553	PINDO	Cuarzo	10	Hidroelectrica Pindo	MUROS
2945	ULTREYA	Pirita de hierro	550	Rafael Sainz Diaz	SANTIAGO
2946	S. RAFAEL	Pirita de hierro	1828	Rafael Sainz Diaz	TOURO
3969	AMPL. M <sup>a</sup> REYES	Pirita ferrocobriz	108	Rafael Sainz Diaz	SANTIAGO
4048	M <sup>a</sup> TERESA	Andalucita	54	Manuel Ojea	PINO
4528	AMPL. STA BARBARA	Andalucita	593	Manuel Ojea	PINO
4569	CANCELADA	CANCELADA	CANCELADA	CANCELADA	CANCELADA
4584	STA. ANA	Hierro	190	Manuel Prieto	PINO
4658	S. CIPRIANO II	Andalucita	70	Manuel Ojea	PINO
4673	EL PINO	Andalucita	20	Manuel Ojea	PINO
4687	LA BENEMERITA	Andalucita	67	Manuel Ojea	PINO
4696	AMPL. M <sup>a</sup> TERESA	Andalucita	133	Manuel Ojea	PINO
5001	JAGUAR	Hierro	100	Rafael Sainz Diaz	SANTIAGO
5385	S. VICENTE	Andalucita	78	Manuel Ojea	TOURO
5391	S. PAULINO	Andalucita	61	Manuel Ojea	TOURO
5488	S. MARCELO	Andalucita	8307	Manuel Ojea	PINO
5488Bis	FRAC. DE S MARCELO	Andalucita	24	Manuel Ojea	PINO
5557	ARCA	Cianita	23	Epifanio Campos	PINO

CATASTRO MINERO DE LA HOJA 1:50.000 nº 95 (EL PINO), Continuación

10018

NUMERO	NOMBRE	SUSTANCIAS	PERTENENCIAS	PROPIETARIO	TERMINO MUNICIPAL
5558	QUION	Cianita	30	Epifanio Campos	PINO
5559	COQUI	Cianita	45	Epifanio Campos	PINO
5652	S. FERNANDO	Cianita	1293	Manuel Ojea	PINO
5685	MONTBLANC	Cianita	695	Manuel Ojea	TOURO
5758	S. ISIDRO	Cianita	150	Manuel Ojea	PINO
5814	SIX	Hierro	358	Rafael Sainz Diaz	VARIOS
5911	MARIA	Hierro	7400	R.T.P.	VARIOS
5924	COTO MINERO ENFESTA	Cobre	450	EXPL. MINERAS DEL CANTABRICO	SANTIAGO
5927	XEIXIÑOS	Cuarzo-hierro-cobre	100	Manuel Ojea	ENFESTA
5928	GARDAMA	Cobre	211	Manuel Ojea	OROSO
6120 *	LA CORUÑA	Estaño-wolframio	77950	S.M.M. Peñarroya Esp.	VARIOS

\* : Permiso de Investigación

10018