

Presencia de Cloritoide en las pizarras ordovícicas del sinforme de Alcañices (Zamora)

Presence of chloritoid in the ordovician slates of the Alcañices synform (Zamora)

A. Fernández Fernández y M. C. Moro Benito

Dpto. Geología. F. Ciencias. Universidad de Salamanca. 37008 Salamanca

ABSTRACT

In the present work we describe for the first time the presence of chloritoid associated with slates of Llanvirn-Llandellian age (Latedo Formation) of the southern flank of the Alcañices Synform (Zamora). Usually this mineral metamorphic appears in isolated prismatic crystals or forming aggregates that are radial, parallel or oblique to the S1 and S3 schistosity of the slates. Analysis by electronic microprobe, EDAX and X-ray diffraction (XRD) indicates that these chloritoids belong to the ferrous variety, with low MgO contents and without zoning or appreciable differences among the crystals and they mainly correspond to the triclinic polytype.

Key words: Chloritoid, Llanvirn-Llandellian slates, Alcañices synform, Zamora.

Geogaceta, 14 (1993), 140-142
ISSN: 0213683X

Introducción

La presencia de cloritoide en las pizarras del Llanvirn-Llandeilo del flanco S del Sinforme de Alcañices se ha puesto de manifiesto, durante el estudio geológico y geoquímico realizado por Fernández (1993) en los materiales ordovícicos y mineralizaciones de Fe asociadas de la región. Con anterioridad, Martínez-García (1973) ya había citado la presencia de este mineral en las pizarras del Ordovícico Inferior (Formación Puebla) del flanco N del Sinforme.

El Sinforme de Alcañices es una megaestructura de repliegamiento hercínica situada geográficamente en la región centro-occidental de la provincia de Zamora y, geologicamente, en el sector N de la Zona Centro-Ibérica de Julivert *et al.* (1972) (Fig. 1).

Los materiales ordovícicos del Sinforme de Alcañices han sido descritos geológicamente, en distintos sectores del mismo, por Martínez-García (1973), Quiroga (1981) y Vacas y Martínez-Catalán (1987). Los del flanco S han sido caracterizados geológica,

geoquímica y metalogénicamente por Fernández *et al.* (1993) y Fernández (1993). En ellos, los autores mencionados han definido tres formaciones: Formación Cabeza de las Viñas (Ordovícico Inferior), Formación Cuarcitas del Pielgo (Arenig) y Formación Latedo (Llanvirn-Llandeilo)

Formación Latedo (Llanvirn-Llandeilo)

La Formación Latedo en el flanco S del Sinforme tiene una potencia variable, de 1050 m en el sector O, junto a la localidad de Latedo, a 400 m en el sector E, en las proximidades de Zamora (Fig. 1).

Esta formación está constituida por una serie monótona de pizarras gris-azuladas y negras, con niveles intercalados de pizarras con cloritoide, esquistos, filitas y cuarcitas micáceas. Ocasionalmente, en esta serie se identifican niveles de rocas ígneas de escasa potencia y continuidad lateral (Fig. 2). Para su caracterización geológica, mineralógica y geoquímica se tomaron 83 muestras, de las cuales 33 contenían cloritoide, bien como mineral fundamental o como accesorio.

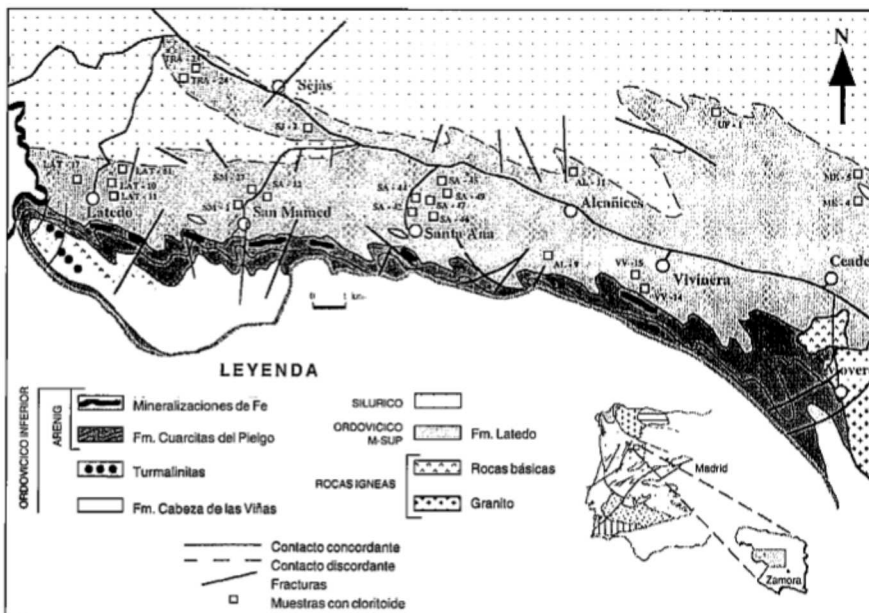


Fig. 1— Mapa geológico de la zona de Latedo-Ceadea (Zamora).

Fig. 1— Geological map of the zone from Latedo-Ceadea (Zamora).

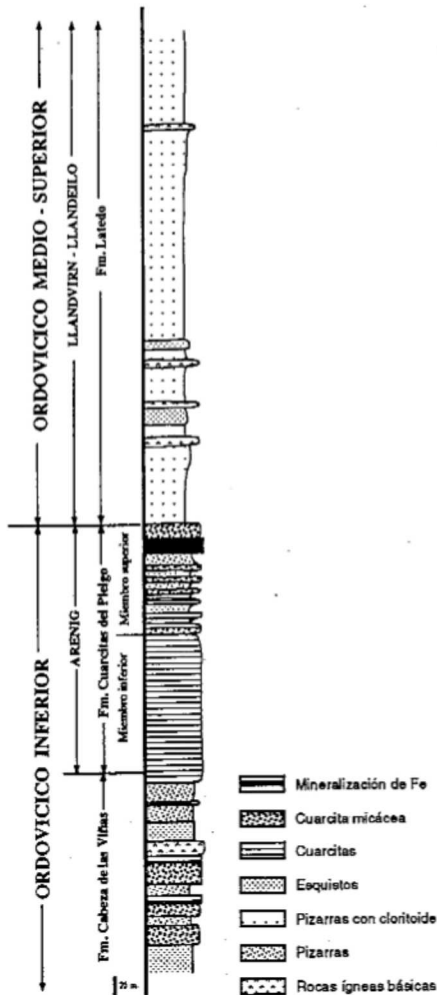


Fig. 2— Columna estratigráfica general del Ordovícico de la zona de estudio.

Fig. 2— General stratigraphic log of the Lower Ordovician in the studied zone.

Las pizarras con cloritoide presentan una texto-estructura esquistosa y lepidoblástica y están constituidas por moscovita-sericita, cuarzo, clorita, ilita y cloritoide y, ocasionalmente, biotita como minerales esenciales, e ilmenita y/o rutilo, pirita y turmalina como accesorios y óxidos de Fe como secundarios. En estas rocas se diferencian normalmente dos esquistosidades: la (S1) de tipo Slaty cleavage, frecuentemente crenulada (S3) y la (S2), menos frecuente, de tipo Schistosity.

Geoquímicamente, esta formación y las dos restantes, Formación Cabeza de las Viñas y Formación Cuarcitas del Pielgo, se caracterizan, de acuerdo con Fernández *et al.* (1993), por la existencia de dos fases mineralógicas, una silícea formada fundamentalmente por cuarzo y otra aluminica. Esta última, en la Formación Latedo, a diferencia de las

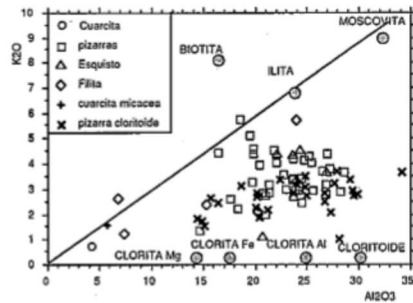


Fig. 3— Diagrama binario K2O = f(Al2O3).

Fig. 3— K2O = f(Al2O3) binary diagram

otras dos formaciones corresponde, debido fundamentalmente a que el Al2O3 está correlacionado con minerales aluminicos no potásicos, a clorita y cloritoide (Fig. 3). Bourdier y Nicolas (1968); Le Corre (1969) y Sagón (1976) muestran en los "esquistos con *Calymene*" de edad Llanvirn-Llandeilo del Macizo Armoricano una relación similar, y el cloritoide, que en ellos se encuentra tiene las mismas características morfológicas, texto-estructurales y químicas que los descritos en la Formación Latedo.

El Cloritoide

El cloritoide se presenta en cristales prismáticos idiomorfos a subidiomorfos diseminados o en agregados cristalinicos radiales y, en ocasiones, con las típicas maclas en reloj de arena. Estos cristales, de tamaño pequeño, se disponen paralelos u oblicuos a la S1 y envueltos ligeramente por ella o bien pa-

ralelos a la S3 o sin ninguna orientación determinada.

La caracterización química y mineralógica de este mineral se ha realizado mediante análisis químicos puntuales por microsonda electrónica (CAMEBAX SX50) y difracción de rayos X. Los resultados químicos obtenidos (tabla 1) indican que este mineral presenta contenidos altos en FeO, contenidos medios y relativamente bajos en MgO (1.68) y muy bajos en MnO. Por el contrario, los contenidos en TiO2 son muy variables, alcanzando en algunos cristales valores de 1.086 %, lo cual puede deberse, según Halferdahl (1961), a la presencia de inclusiones de ilmenita, rutilo o esfena en el cloritoide. Lo mismo ocurre con los contenidos en Al2O3 observado en uno de los análisis, que corresponde probablemente a la inclusión de alguna mica potásica (Deer *et al.*, 1982). A partir de la composición química media y se ha elaborado la fórmula estructural de este mineral que es la siguiente: $Si_{2.20} Al_3 O_{10} Al_{0.80} Fe_{1.64} Mg_{0.2} Mn_{0.01} (OH)_4$. Por último, el difractograma de rayos X de un concentrado de cloritoide ha puesto de manifiesto la existencia de los dos polimorfos de este mineral: el monoclinico y el triclinico, predominando el segundo sobre el primero.

Conclusiones

Con los datos geológicos, mineralógicos y geoquímicos que se tienen en este momento se puede decir que, las condiciones de formación de este mineral corresponden a las de un metamorfismo regional de grado bajo desarrolla-

Tabla 1.— Análisis químico del cloritoide por M. E. (C: centro, B: borde).

	SM 36 1C	SM 36 1B	SM 36 2C	SM 36 2B	SM 36 3C	SM 36 3B	SM 36 4C	SM 36 5C	SM 36 6C	SM 36 7C
SiO2	24,203	39,172	23,981	24,271	26,416	25,824	24,479	25,216	24,254	24,316
TiO2	0,569	0,008	0,221	0	0,063	1,086	0,105	0,006	0,024	0,025
Al2O3	39,725	30,848	39,337	39,628	38,069	39,075	40,346	39,705	39,448	39,898
FeO	25,701	20,7	23,266	25,693	23,138	22,864	26,35	24,525	23,247	25,455
MgO	1,774	1,372	1,732	1,653	1,596	1,59	1,853	1,771	1,771	1,762
MnO	0,239	0,2	0,361	0,25	0,32	0,178	0,289	0,347	0,304	0,405
CaO	0,021	0,015	0,014	0,005	0,005	0,014	0	0,018	0,006	0
Na2O	0,025	0	0	0,009	0	0,156	0	0,015	0	0
K2O	0,004	0,011	0,007	0,009	0,044	0,858	0,031	0,002	0,064	0
P2O5	0,088	0,113	0	0	0,071	0,09	0,057	0,022	0,061	0,018
Cr2O3	0,007	0	0,006	0,038	0,037	0,101	0,104	0,082	0,078	0,034
V2O3	0,236	0,119	0	0	0	0,078	0	0	0	0,192
CoO	0	0,005	0,03	0,114	0	0,015	0	0	0	0
NiO	0	0	0,086	0,112	0,075	0	0	0	0,012	0
CuO	0,007	0	0,033	0	0	0,02	0	0	0,053	0
ZnO	0,026	0,077	0,034	0	0	0,025	0,084	0,502	0	0,126
BaO	0	0	0,05	0	0,063	0	0,041	0,02	0	0

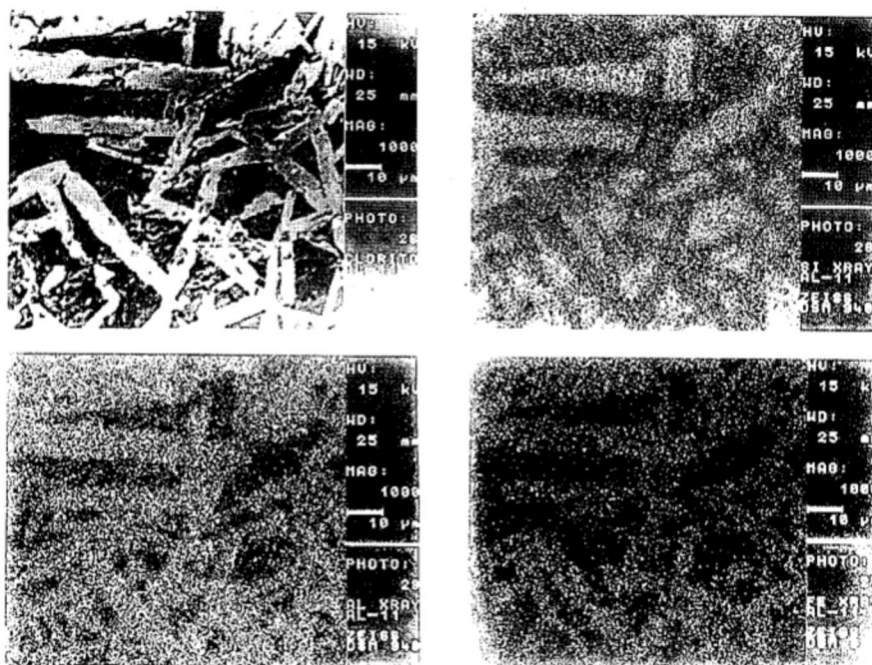


Fig. 4— a) Imagen electrónica (electrones retrodispersados) de las pizarras con cloritoide . b, c y d) Mapping de la Si, Al y Fe sobreimpuestos a la imagen electrónica de los cloritoides.

Fig. 4— a) Electron image of the chloritoid (backscattered electrons). b, c and d) Si, Al and Fe mapping overlapped on the chloritoid image.

do, durante o con posterioridad a las fases de deformación hercínica. Este se originaría en la facies de los esquistos verdes, en el sentido de winkler (1967), en la zona de la clorita o incluso en el límite de la zona de la biotita. No obstante, el hecho de que este mineral se encuentre únicamente en determinadas tramos de la serie pizarrosa del Llandello, confirma la hipótesis de Halferdahl (1961); Hoscheck (1967); Fyfe et al. (1958) Gueirard (1962) y Sagon (1965) que mantienen que es la composición química de los sedimentos la responsable de la formación de este mineral durante el metamorfismo. En este sentido, Halferdahl (1961) efectúa una síntesis de las características químicas de las rocas con cloritoide. Más tarde, Hoscheck (1967) las confirma, e insiste en que las rocas con cloritoide son geoquímicamente pobres en Ca y álcalis, ricas en Al_2O_3 y tienen una baja relación Mg/Fe. Este último autor y Frey y Wieland (1975) mantienen que el cloritoide de comienzo de la facies de los es-

quistos verdes, se forma a $450^\circ C$ y 4-5Kb por la reacción: Clorita + aluminosilicato (caolinita - pirofilita) = cloritoide + cuarzo + H_2O ; y los del final, por: Clorita + mica blanca = cloritoide + biotita + cuarzo + H_2O . Estas reacciones se han producido en las pizarras de la Formación Latedo,

Por otra parte, los polimorfos monoclinico y triclinico del cloritoide se pueden encontrar juntos en una misma paragénesis. No obstante, Halferdahl (1961), mantiene que el triclinico es más frecuente que se encuentre en las paragénesis metamórficas de bajo grado y el monoclinico de alto grado. En este sentido, Capdevila (1968) afirma que el cloritoide monoclinico es inestable en el límite de la zonas de la clorita y la biotita. Por lo tanto, dado que en el difractograma de rayos X del cloritoide estudiado se observan los dos polimorfos, se sugiere que el cloritoide triclinico y monoclinico se formaron mediante las reacciones anteriormente expuestas, durante el metamorfismo regional que

alcanzó la zona de la clorita y la biotita en las pizarras ordovícicas del Sinforme de Alcañices.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado con el Proyecto de la D. G. I. C. Y. T. , Nº PB 91-0563.

Bibliografía

- Boudier, F. et Nicolas, A. (1968): *Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr.*, 91, 92-94.
- Capdevila, R. (1968): *Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr.*, 91, 508-510.
- Choudhuri, A. (1970): *Contr. Min. Petrol.*, 29, 116-122.
- Deer, W. A.; Howie, R. A. and Zussman, J. (1982): *Rock-Forming Minerals* , V 1a, 2nd Ed. Longman. London.
- Fernández, A. (1993): *Tesis Doctoral* (in prep).
- Fernández, A.; Moro, M. C. y Cembranos, M.L. (1993): *Estudios Geol.* (en prensa).
- Fyfe, W. S.; Turner, F. J. and Verhoogen, J. (1958): *Mém. Geol. Soc. America*, 73, 1-259.
- Gueirard, S. (1962): *Bull. Soc. Fr. Minéral. Cristallogr.* , 85, 180-187.
- Julivert, M.; Marcos, A. y Truyols, J. (1972): *Bull. Soc. Geol. Min. Bretagne, Rennes*
- Halferdahl, L. B. (1961); *J. Petrol*, 2, 49-135.
- Hoscheck, G. (1967): *Contr. Min. Petrol.*, 14, 123-162.
- Hoscheck, G. (1969): *Contr. Min. Petrol.*, 22, 208-232.
- Le Corre, C. (1969): *Bull. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, (c), 1, 33-44.
- Martínez García, E. (1973): *Stvd. Geol.*, 5, 7-106.
- Quiroga, J.L. (1981): *Tesis Doctoral*. (Inédita) Univ. Oviedo, 210 pp.
- Sagon, J. P. (1965): *C. R. Som. Soc. Géol. France*, 8, 269-270.
- Sagon, J. P. (1976): *These de Doctorat de D'Etat*. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris.
- Vacas, J. M. Y Martínez Catalan, J.R. (1987): *Studia Geol. Salmant.* XXIV, 151 - 175.
- Winkler, H. G. F. (1967): Springer-Verlag. Berlin.