

CONTRIBUCION A LA CARACTERIZACION QUIMICO-MINERALOGICA DE LOS ESQUISTOS
DEL "COMPLEJO DE ORDES" .

Fernandez, M.J. y Macías, F.
Edafología y Geología .Fac.de Biología
Santiago de Compostela



RESUMEN:

Se presentan los datos químicos y mineralógicos de 77 muestras de rocas esquistosas de la "Unidad Betanzos-Arzúa", perteneciente al "Complejo de Ordes", con objeto de analizar la variabilidad existente y discutir las posibilidades de sectorización de los distintos tipos de rocas en función de parámetros de composición.

SUMMARY.

This paper presents the chemical and mineralogical composition of 77 samples of schists belonging to the "Unit of Betanzos-Arzua", included in the "Ordes Complex". The data were used to make an analysis the variability in the composition of the rocks and a subdivision of the "Unidad" based on the rock characteristics was intended.

INTRODUCCION : REVISION DE LOS DATOS DE COMPOSICION QUIMICA Y MINERALOGICA DE LAS ROCAS ESQUISTOSAS DEL COMPLEJO DE ORDENES.

El "Complejo de Ordenes" ocupa una amplia extensión de la provincia de A Coruña, aproximadamente 1900 Km² . Según Anthonioz y Ferragne (1) es una unidad polimetamórfica con centro esencialmente esquistoso y un cinturón discontinuo constituido por intercalaciones de anfibolitas o intrusiones básicas y ultrabásicas.

Parga Pondal (2) lo incluye dentro del "Grupo Occidental" o "Formación de Laxe", que agrupa todas las rocas de origen sedimentario, más o menos metamorfizadas, que se encuentran al W de la línea tectónica que se extiende desde el SW de Cedeira hasta el E de Sobrado.

Su edad es discutible, para unos Proterozoica (3), mientras que otros lo consideran Ordovídico-Silúrico (4) . En la cartografía del IGME (1:50.000 y 1:200.000) se data como Precámbrico-Paleozoico indiferenciado.

Las Unidades que componen este Complejo , de acuerdo con la subdivisión realizada por Martinez Catalán et al. (5) son : Santiago, Vila de Cruces, Serra do Careón , Sobrado-Melide y Betanzos-Arzúa (fig.1).

En este estudio nos hemos limitado a la Unidad Betanzos-Arzúa , que ocupa la parte central del Complejo y presenta una extensión varias veces superior a la del resto de las Unidades juntas. Esta Unidad está constituida por una serie de materiales metamórficos de bajo grado (isograda de la biotita) e intermedio (isograda de la clorita), aunque localmente pueden presentar alto grado (borde NO) . Los sedimentos que dieron lugar a la "Serie de Ordenes" debieron de ser de naturaleza pelítico-grauváquica y representarían una secuencia sedimentaria de tipo geosinclinal (6) .

Desde el punto de vista petrográfico y a pesar de la importante diversidad de materiales originarios es una serie bastante homogénea, donde las principales rocas aflorantes son neises y esquistos acompañados de intercalaciones de cuarzo-esquistos y metagrauvas, anfibolitas y esquistos anfibólicos (6) . Se trata de una serie flysch (7) , como lo indica una sedimentación graduada y la ausencia de estratificación cruzada, así como de huellas de desecación (8) .

Esta unidad aparece también atravesada por rocas intrusivas de las cuales los mayores cuerpos son el Gabro de Monte Castelo (al 0)

y la granodiorita de Corredoiras (al E). Cuerpos menores hay en San Miguel y al N de Laracha, en la zona de Rial y Ferreirós. También se incluye en esta unidad la banda de gabros y ortoneises de Valdoviño-Xubia (5).

Los tipos petrográficos más comunes son : filitas, metagrauvas y esquistos.

Las filitas son rocas de color verde claro a intenso, con un espesor de hasta 50 m (5) . Su composición mineralógica en el área que nos ocupa es : cuarzo, moscovita (sericita), clorita, \pm biotita, \pm granate , \pm plagioclasa , y como accesorios se citan opacos, circón, apatito, estaurolita turmalina y grafito (9). Estas rocas son frecuentes en la parte central de la mitad N del complejo , en una banda alargada que va aproximadamente desde Ordes hasta la costa, al N de Valdoviño (5).

Las metagrauvas aparecen distribuidas por las zonas de A Coruña, Ordes, y O Pino. Así en A Coruña se distinguen metagrauvas y subgraуvas feldespáticas conteniendo las primeras clastos de cuarzo, plagioclasa y fragmentos de rocas, mientras que las segundas suelen tener una matriz más escasa (10) .

En Ordes aparecen graуvas y subgraуvas , entre las que aparecen intercalados esquistos micáceos , y en O Pino metagraуvas formadas casi exclusivamente por cuarzo y micas (9,6).

La constitución de las metagraуvas es: cuarzo, plagioclasas y frecuentemente moscovita, clorita, biotita y granate; como minerales accesorios están circón, apatito, turmalina, esfena, epidota/clorita y opacos (5,6, 9,10).

Los esquistos se encuentran en áreas cuyo grado de metamorfismo está por encima de la isograda de la biotita. Los constituyentes principales de la formación de Ordes son los esquistos micáceos, los cuales se extienden muy ampliamente por todo el Complejo. Son esquistos ricos en cuarzo, que aparece con frecuencia en venas de exudación. Se citan además, cuarzo esquistos (Pontedeume, O Pino) , esquistos cuarcíticos (Guitiriz), semi-esquistos (O Pino, Sobrado), pizarras sericíticas (Sobrado) y esquistos albíticos (Carballo).

Las asociaciones características incluyen cuarzo, moscovita, biotita y/o clorita y muchas veces granates y plagioclasas. Menos frecuentes son la estaurolita, distena, andalucita y sillimanita. Como accesorios están

turmalina, circón, rutilo, apatito, esfena, epidota/clinozoisita y opacos (5,6,8,9,10,11,12,13).

Se encuentran además esquistos anfibólicos y/o grafitosos, estando estos últimos distribuidos a lo largo de todo el Complejo con una potencia variable (de 0,5 a 10 m), siendo también característica la existencia de materia carbonosa y pirita. Las zonas entre las que se citan estos dos tipos de esquistos son : Guitiriz donde los esquistos anfibólicos están compuestos esencialmente por plagioclasa, cuarzo, anfíbol (actinolita-tremolita), minerales del grupo epidota-clinozoisita y frecuente esfena. En Ordes suelen aparecer, estratificados entre los esquistos de la zona sur, las paraanfíbolitas, cuya paragénesis es : Q-Anf-Pl+Bio+Gr, así como los esquistos grafitosos. En la zona de O Pino se citan los esquistos grafitosos en lantejones de poca potencia (menor de 50 cm) intercalados entre los cuarzo - esquistos y metagrauvas de la zona, concretamente en una cantera próxima a Carollo y al E de Andeade.

También se citan esquistos anfibólicos con una composición de cuarzo , hornblenda verde y, en las zonas de más alto grado de metamorfismo, plagioclasa (An>5%) y como accesorios apatito, esfena, biotita y clorita (secundaria)(5,6,8,9,10,11,12,13).

A pesar de la aparente homogeneidad de la serie, puede observarse una diferenciación según las zonas, en función de las paragénesis que se citan en la cartografía . Así , las paragénesis minerales , en la facies de esquistos verdes en la zona de A Coruña son : (10)

- | | | |
|-----------------|------------------|---------------------|
| 1) Q-Mos-Cl | 2) Q-Mos-Cl-Bio | 3) Q-Mos-Bio |
| 4) Q-Mos-Bio-Gr | 5) Q-Mos-Bio-And | 6) Q-Mos-Bio-Gr-And |

En la secuencia de esquistos pelíticos de la zona de Guitiriz se encuentran (14)

- | | | |
|---------------------|--------------------|-------------------------|
| 1) Q-Mos-Cl | 2) Q-Mos-Cl-Cltd | 3) Q-Mos-Cl-Bio+Alb+Epd |
| 4) Q-Cl-Bio | 5) Q-Mos-Bio | 6) Q-Mos-Cl-Gr |
| 7) Q-Mos-Cl-Cltd-Gr | 8) Q-Mos-Cl-Bio-Gr | |

Para la zona de Sobrado : Mos-Q-Bio-Gr (pasando a Cl) y las de los esquistos de dos micas de la zona de O Pino y Arzúa son respectivamente : Q-Mos-Plg-Bio y Q-Mos-Bio-Plg (12,6,13)

Las paragénesis de la zona de Pontedeume, dentro de la facies de esquistos verdes son : (8)

- | | | |
|--|---|---|
| 1) Q-Mos-Cl+Al | } | pertenecen a la subfacies de Q-Alb-Mos-Cl |
| 2) Q-Mos-Cl+Cltd | | |
| 3) Q-Mos-Cl-Bio+Alb ; subfacies Q-Alb-Epd | | |
| 4) Q-Mos-Bio-Almd ; subfacies Q-Alb-Epd-Almd | | |

Para los esquistos albiticos de la zona de Carballo se citan (11)

- | | | |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|
| 1) Cl-(Tu)-(Epd) | 2) Cl-Bio-(Tu)-(Epd) | 3) Bio-(Epd) |
| 4) Cltd-Cl-(Tu) | 5) Cltd-Gr-(Tu) | 6) Gr-(Epd)-(Ru) |
| 7) Gr-Cltd-Bio-(Epd)-(Tu) | | 8) Gr-Bio-(Epd)-(Ru)-(Tu) |

En Ordes la paragénesis más frecuentes es Q-Plg-Mos-Bio+Gr+Cl (9), además de alguna ya citada anteriormente.

Sin embargo, no existen unos límites precisos para estas diferenciaciones, ni un número importante de determinaciones químicas. En este sentido, unicamente hemos localizado dentro de esta Unidad y tipo de materiales, 13 análisis de rocas presentados, por Parga Pondal (2) , 3 de Nonn (15) 1 de Warnars (16) , 1 de Bea (17) , y 7 de Macias et al. (18) que se recogen en la tabla nº 3 .

Dado que este número parece insuficiente se pretende , en este trabajo, analizar la variabilidad química y mineralógica existente en las rocas esquistosas de la Unidad Betanzos-Arzúa y, si es posible, llegar a una sectorización de los distintos tipos de rocas en base a criterios químicos y/o mineralógicos.

MATERIAL Y METODOS

Dado que en el "Complejo de Ordenes" el manto de alteración suele ser muy profundo, hay grandes dificultades para obtener muestras con un grado de alteración nulo o muy bajo utilizando un procedimiento de malla rígida. En consecuencia, se ha optado por efectuar un muestreo, en dirección N-S y E-O , siguiendo las principales vías de comunicación (Autopista Santiago-A Coruña , N-550 y diferentes carreteras de las zonas de Ferrol , Valdoviño , Arzúa, O Pino y Laracha) y aprovechar las canteras o los cortes de realización reciente.

En cada lugar de muestreo se recogen varios fragmentos del material más abundante y muestras representativas de las variantes existentes en la zona, especialmente de aquellas cuyas características morfológicas se alejan, en mayor medida, de las de los materiales más frecuentes.

En la fig. 1 puede verse la situación y número de las muestras seleccionadas en cada punto (77 en total). La localización exacta y las características macromorfológicas de cada una (grado de alteración y descripción de visu) se encuentran en la Tabla nº 1.

Las determinaciones mineralógicas se realizan a partir de los difractogramas, por el método del polvo cristalino, de las muestras naturales, previa molienda y homogeneización, en un aparato Philips PW 1010/30 con registro gráfico 1051/31 utilizando radiación K_{α} del Cu y filtro de Ni. A partir del área ocupada por los efectos más significativos y teniendo en cuenta el poder reflectante (19) de cada mineral, se ha realizado una estimación semicuantitativa del contenido de cada uno de ellos .

El análisis químico se obtiene mediante la digestión de las muestras, finalmente pulverizadas, en reactores a presión modelos Phase 2000 y 2005 y determinando los elementos existentes por espectrometría de A.A.(20) .

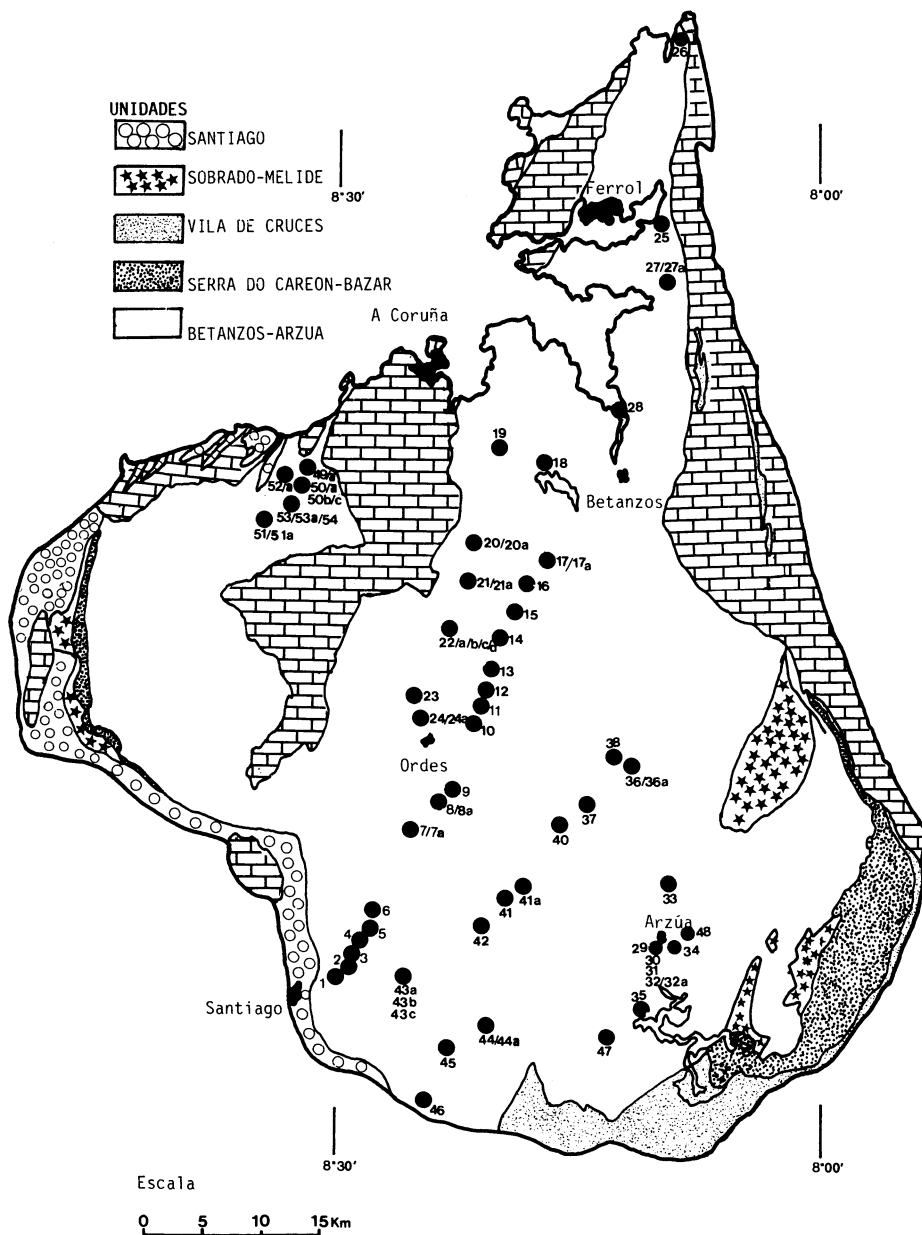


Fig.nº 1.-Subdivisión del Complejo de Ordes(Martínez Catalan et al.,1984) y localización de las muestras .

TABLA Nº 1 .

Muestra	Situación	Alteración	Descripción "de visu"
1	66,1(x)	ligera	Esquistos con biotita y cuarzo. Recubrimientos de oxo-hidróxidos de Fe
2	64,5(x)	fresca	Esquisto con moscovita-biotita y materiales leucocráticos
3	61,9(x)	alterada	Esquisto gneísico
4	61,5(x)	fresca	Esquisto con moscovita y biotita
5	59,7(x)	fresca	Esquisto cuarzo-biotítico
6	58,2(x)	fresca	Esquisto clorítico con pirlita y calcopirita. Recubrimientos de oxo-hidróxidos de Fe
7	52,9(x)	ligera	Esquisto con moscovita-biotita. Recubrimientos de oxo-hidróxidos de Fe y dendritas de pirolusita
7a	52,9(x)	alterada	Igual que M-7, con pocas micas
8	46,3(x)	alterada	Esquisto de grano fino
8a	46,3(x)	+alterada	Esquisto de grano fino.
9	45,9(x)	fresca	Esquisto de grano fino, muy oscuro.
10	38,7(x)	ligera	Esquisto clorítico. Niveles de cuarzo asociados a la precipitación de oxo-hidroxidos de Fe
11	37,4(x)	fresca	Esquisto clorítico
12	35,8(x)	fresca	Esquisto filítico
13	32,3(x)	fresca	Esquisto con biotita y niveles de calcita, muy oscuro.
14	30,6(x)	fresca	Esquisto clorítico.
15	29,5(x)	fresca	Filita carbonosa
16	26,7(x)	fresca	Esquisto oscuro.
17	23,6(x)	fresca	Filita carbonosa
17a	23,6(x)	ligera	Filita carbonosa
18	15,5(x)	fresca	Esquisto anfibólico
19	8,3(x)	fresca	Esquisto con biotita-moscovita
20	Carral	alterada	Esquisto con moscovita y clorita
20a	Carral	alterada	Esquisto con moscovita y clorita, con finas venas de cuarzo
21	Hervés	alterada	Esquisto con cuarzo asociado a oxo-hidróxidos de Fe y Mn
21a	Hervés	+alterada	Igual que M-21
22	C.Hervés	fresca	Esquisto cuarcítico con calcita
22a	C.Hervés	fresca	Esquisto clorítico con filoncillos de cuarzo
22b	C.Hervés	fresca	Esquisto rico en cuarzo, con sulfuros
22c	C.Hervés	fresca	Roca máfica con calcita y sulfuros
22d	C.Hervés	fresca	Esquisto con clorita-biotita. Minerales melanocráticos
23	C.Reboira	fresca	Parecida a M-22
24	(*)	ligera	Esquisto de grano medio con recubrimientos de oxo-hidróxidos de Fe
24a	(*)	alterada	Igual a M-24
25	C.Fene	fresca	Filita oscura
26	C.Lagoa	fresca	Parece ser un gneis
27	C.Pereiro	fresca	Gneis glandular biotítico con pirlita
27a	C.Pereiro	ligera	Igual a M-27
28	Pte.Pedrido	ligera	Esquisto oscuro, puede contener sulfuros
29	Arzua	fresca	Esquisto con clorita
30	Arzua	fresca	Esquisto clorítico con biotita
31	Arzua	ligera	Esquisto con bastante feldespato
32	C.Arzua	ligera	Esquisto con recubrimientos de oxo-hidróx. de Fe y Mn acompañados de dendritas de pirolusita. Pirlita?
32a	C.Arzua	alterada	Idem anterior
33	Arzua (**)	fresca	Esquisto cuarcítico con recubrimientos de oxo-hidróx. de Fe - Mn.
34	Ribadiso	ligera	Esquisto filítico con recubrimientos de oxo-hidróxidos de Fe.
35	Portodemouros	fresca	Esquisto muy negro con núcleos de cuarzo.
36	Vila	ligera	Esquisto de grano fino.
36a	Vila	ligera	Esquisto de grano fino.
37	Campoduro	ligera	Esquisto filítico.
38	Carballás	fresca	Filita verdosa.
40	Pte.Carreiras	alterada	Esquisto micáceo.
41	Gonzar	ligera	Esquisto con biotita-moscovita-feldespatos.
41a	Gonzar	alterada	Esquisto con bastante moscovita.
42	S.Vicente	ligera	Esquisto con niveles de cuarzo, sulfuros? y recubrimientos de oxo-hidróxidos de Fe.
43a	Labacolla	fresca	Esquisto con biotita-clorita.
43b	Labacolla	fresca	Esquisto con biotita y bastante clorita.
43c	Labacolla	fresca	Esquisto con biotita-clorita.
44	Loxo(2Km)	alterada	Esquisto micáceo.
44a	Loxo(2Km)	fresca	Esquisto micáceo y clorita.
45	Loxo	fresca	Esquisto rico en cuarzo.
46	Prevedíños	ligera	Parecida a M-45, con recubrimientos de oxo-hidróxidos de Fe.
47	Pte.S.Xusto	ligera	Esquisto clorítico.
48	Ribadiso	ligera	Esquisto casi filítico con clorita.
49	(***)	fresca	Esquisto clorítico.
49a	(***)	alterada	Esquisto gneísico con mucha biotita.
50	Fillazós	fresca	Esquisto con cuarzo y feldespatos.
50a	Fillazós	ligera	Esquisto con cuarzo y feldespatos.
50b	Fillazós	alterada	Esquisto verde.
50c	Fillazós	ligera	Esquisto con cuarzo y feldespatos.
51	Laracha	ligera	Esquisto con recubrimientos de oxo-hidróxidos de Fe y Mn.
51a	Laracha	alterada	Esquisto con recubrimientos de oxo-hidróxidos de Fe.
52	Galo	fresca	Esquisto con clorita y niveles de cuarzo.
52a	Galo	alterada	Casi un gneis. Concreciones de oxo-hidróxidos de Fe.
53	Anido	fresca	Esquisto con niveles de cuarzo.
53a	Anido	fresca	Esquisto con niveles de cuarzo.
54	Anido	+alterada	Esquisto clorítico con oxo-hidróxidos de Fe y Mn.

(x) = Km de la Autopista Santiago-A Coruña.

C. = Cantera. (*) = N-550, Km 34,5 (**) = a 6Km. (***) = Lañas de Arriba.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los diagramas de rayos X se identifican un gran número de minerales. Micas, cloritas, feldespatos y cuarzo, especialmente los dos primeros, son los componentes mayoritarios, aunque pueden faltar o estar prácticamente ausentes en algunas muestras. Junto a estos minerales se reconoce la presencia de cantidades variables y más o menos significativas de oxihidróxidos de Fe, pirita, pirolusita, calcita, calcita rica en magnesio, grafito, anfíboles (tremolita y hornblenda), sillimanita, andalucita y caolinita. En la Tabla 2 se resumen los minerales identificados junto con el contenido aproximado de cada uno de ellos que, aunque no puede considerarse exacto para cada mineral, sí puede utilizarse como un valor estimativo, válido para efectuar comparaciones entre las muestras analizadas.

Se observa, en primer lugar, que todas ellas presentan al menos dos de los minerales principales, de los que el cuarzo es siempre el menos abundante (< 20%), lo que justifica la mayor facilidad de alteración de estas rocas del "Complejo de Ordenes" frente a las pizarras, filitas y esquistos de la zona de Lugo o las intercaladas en el área conocida como "Complejo Antiguo" o "Fosa Blastomilonítica".

Utilizando las relaciones entre los componentes principales no se puede establecer una sectorización con límites fiables. Las diferencias pueden ser muy importantes en distancias cortas (fig. nº 2,3) y, lo que es más grave, son mucho mayores en un mismo punto de muestreo (fig. 4,5,6). Así, aunque parece que puede delimitarse un área rica en clorita en la zona de transición entre Ordes y las Mariñas, hay otros lugares en los que se han recogido desde muestras constituidas casi en su totalidad por clorita, a otras en las que este mineral no se encuentra representado. El ejemplo más significativo, es el punto de muestreo nº 50 (tabla 2 y Fig.7), donde el porcentaje de clorita oscila desde un 0 a 80%.

Del mismo modo, no puede efectuarse una sectorización a partir del contenido de los otros minerales mayoritarios, ya que las diferencias en un mismo sitio llegan a ser mayores que las existentes entre las distintas áreas del Complejo (fig. 8). Si en cada punto se considera únicamente el material seleccionado como el más frecuente y se define la roca por los minerales que, bien solos, bien asociados, representan más del 50%

Tabla nº 2 . - Distribución semicuantitativa de los minerales dominantes.

Muestra	Micas	Feldesp.	Cloritas	Cuarzo	Otros	Naturaleza mineralógica
1	73,5	10	7,5	9		Micácea
2	63	20,5	3,5	13	oxi-hidro. de Fe ?	Micácea
3	45	10,5	34	10,5		A.Mica-Clorita
4	64,5	10	17,5	8		Micácea
5	68	7,5	17,5	7		Micácea
6	49	11,5	33	6,5		A.Mica-Clorita
7	48,5	11,5	25,5	14,5	oxi-hidro. Fe?Hornblenda?	Mica-Clorita
7a	T	25	52	22		Clorítica
8	49,5	4	35	11,5	Caolinita ?	A.Mica-Clorita
8a	76	4	12	8	Caolinita?	Micácea
9	53,5	14	18	14,5	Oxi-hidróxidos de Fe ?	Micácea
10	40,5	7,5	43,5	8,5	oxi-hidróxidos de Fe? Hb?	A.Clorita-Mica
11	41	9,5	39,5	10	calcita magnésica	A.Mica-Clorita
12	33	13	46,5	7,5	oxi-hidro. de Fe ?	A.Clorita-Mica
13	30	14,5	45,5	10	Calcita	A.Clorita-Mica
14	38,5	11	42	8,5		A.Clorita-Mica
15	38,5	8,5	42,5	10,5	Andalucita.Grafito	A.Clorita-Mica
16	28,5	14	43	14		A.Clorita-Mica
17	34	10,5	45	10,5	Oxi-Hidro. de Fe ?	A.Clorita-Mica
17a	40	10	40	10		A.Clorita-Mica
18		22	69	8	Tremolita	Anfibólica
19	70,5	7	15,5	7		Micácea
20	60,5	10	20	9,5	Caolinita?	Micácea
20a	80		11	9	Caolinita ?	Micácea
21	26	20	37	17	Oxi-Hidro. de Fe?	A.Clorita-Mica
21a	66	7	19	8	Sillimanita	Micácea
22	18	19	50	13	Calcita	Clorítica
22a	33	12	39	16		A.Clorita-Mica
22b	76	T	11.	13	Pirita?	Micácea
22c	33	20	43	3	Calcita	A.Clorita-Mica
22d	71		21	8		Micácea
23	10	19	54	16	Calcita	Clorítica
24	22	16	50	12	Oxi-Hidro. de Fe?	A.Clorita-Mica
24a	39	13	35	13	Oxi-Hidro. de Fe?	A.Mica-Clorita
25	79	5	10	6	Oxi-Hidro. de Fe?Caolinita?	Micácea
26	56,5	27,5		16	Caolinita?	Micácea
27	52	14	28,5	5,5	Oxi-Hidro de Fe?	Micácea
27a	74	17		9		Micácea
28	51	9	30	10	Pirita? Oxi-Hidrx.deFe? .	A.Mica-Clorita
29	20	13	55	12	Oxi-Hidro de Fe?	Clorítica
30	37,5	8	46,5	8		A.Clorita-Mica
31	55,5	7,5	28	9		A.Mica-Clorita
32	61,5	3	27	8,5	Pirita?Oxi-Hidrx. de Fe?	Micácea
32a	57,5	8	20,5	14	Oxi-Hidro. de Fe?	Micácea
33	73	4,5	13	9,5	Oxi-Hidro. de Fe?	Micácea
34	35	11	45,5	8,5	Oxi-Hidróxidos de Fe?	A.Clorita-Mica
35	38	13	35	14		A.Mica-Clorita
36	33	17	39	11		A.Clorita-Mica
36a	47	9	33	11		A.Mica-Clorita
37	35	3,5	49	12,5		A.Clorita-Mica
38	43	8,5	41	7,5		A.Mica-Clorita
40	70	8,5	15,5	6		Micácea

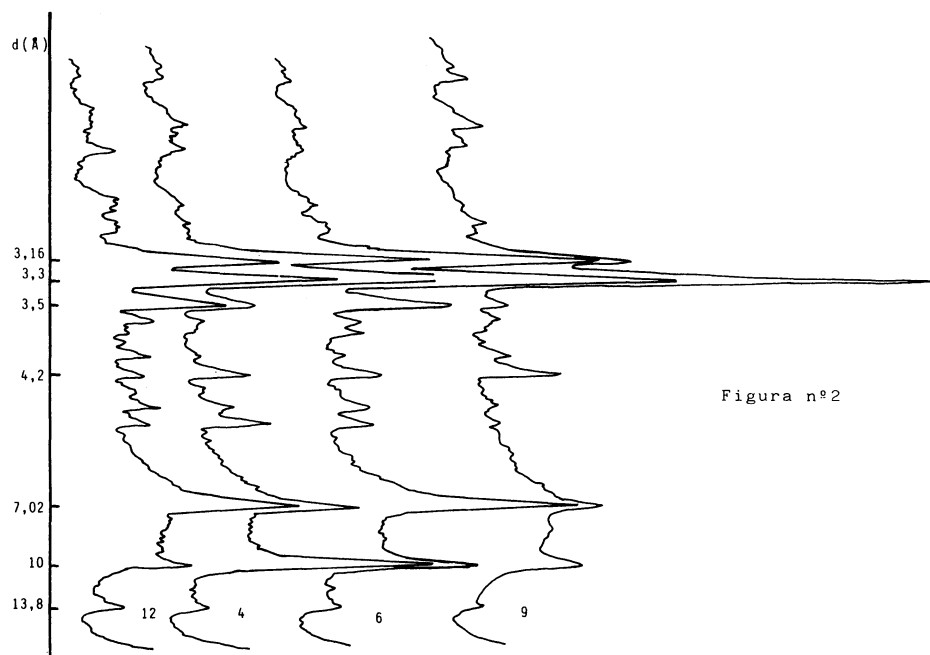
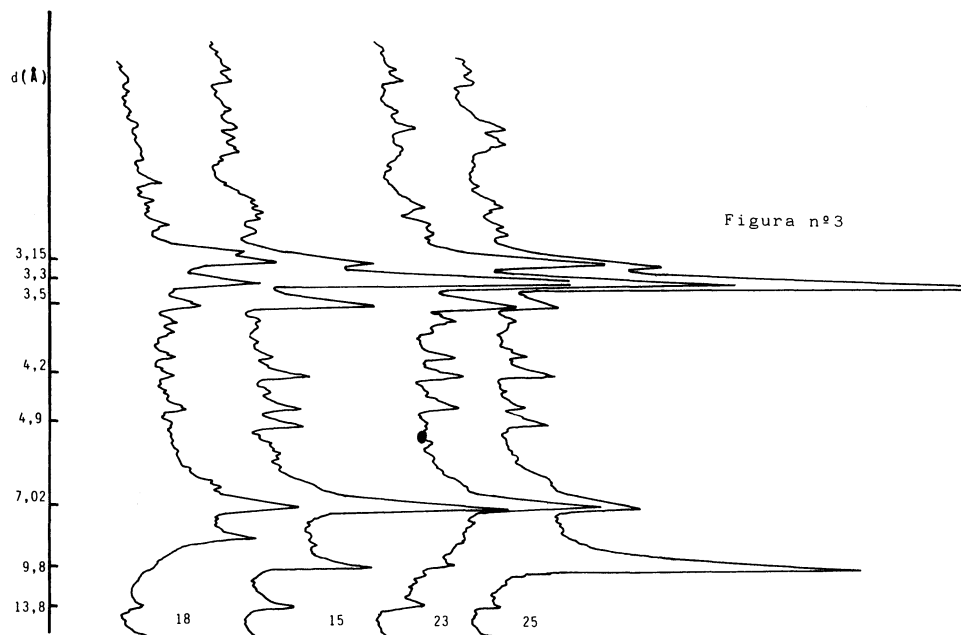
Tabla nº 2 .- Continuación .

Muestra	Micas	Feldesp.	Cloritas	Cuarzo	Otros	Naturaleza mineralógica
41	62,5	8	20,5	9		Micácea
41a	92			8	Caolinita ?	Micácea
42	38,5	13	40	8,5	Oxi-Hidróx. Fe?	A.Clorita-Mica
43a	66	14	12	8		Micácea
43b	78	6	11	5		Micácea
43c	73	13	8	6		Micácea
44	90	5		5		Micácea
44a	52	14,5	21,5	12		A.Mica-Clorita
45	71	13	6,5	9,5		Micácea
46	82	7,5	4	5,5	Oxi-Hidróx. de Fe?	Micácea
47	46,5	11,5	36	6		A.Mica-Clorita
48	40,5	8	44	7,5		A.Clorita-Mica
49	17,5	18	55	9,5		Clorítica
49a	75	4	14	7		Micácea
50	83	7,5	2,5	7		Micácea
50a	85	8		7	Caolinita?	Micácea
50b		19	80			Clorítica
50c	87	6	2	5		Micácea
51	59,5	13,5	16	11		Micácea
51a	74	10	9	7		Micácea
52	27	9	52	12		A.Clorita-Mica
52a	35	15	37	13		A.Clorita-Mica
53	57	15,5	16	11,5		Micácea
53a	19,5		58	22,5		Clorítica
54	41,5	10,5	27	21	Oxi-Hidróx. de Fe?	A.Mica-Clorita

=====

A. Asociación . ; Oxi-Hidróx = Oxi-hidróxidos ; Hb = Hornblenda ; T= Trazas

?= Identificación dudosa



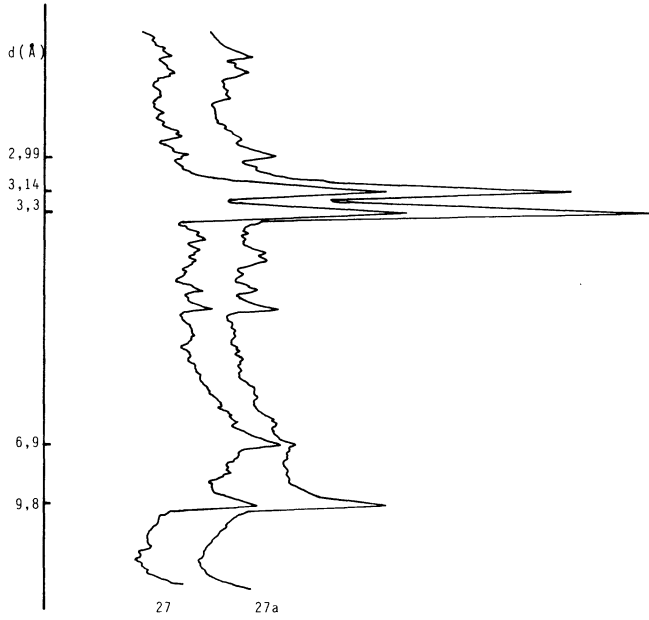


Figura nº5

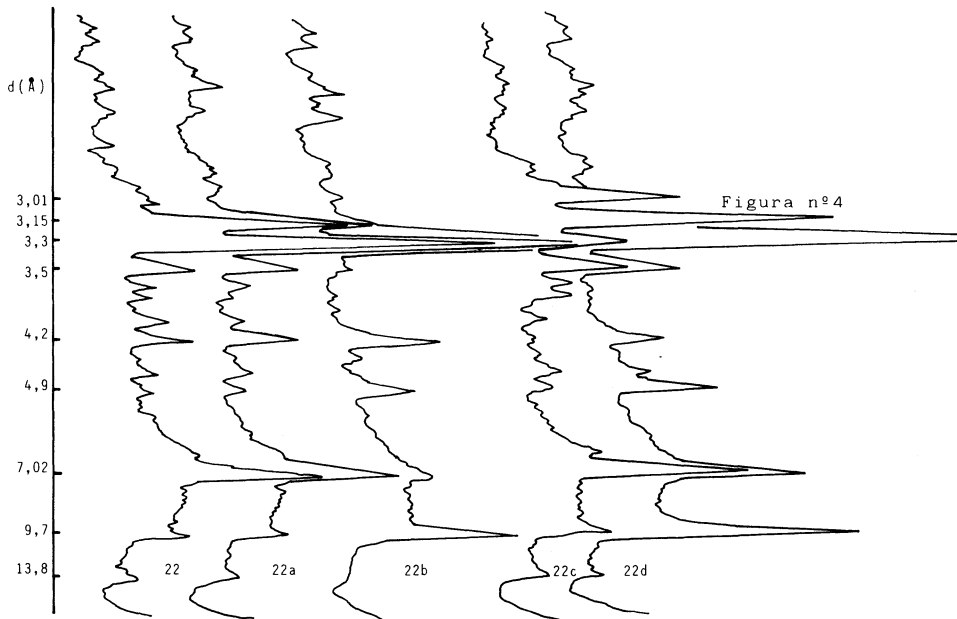
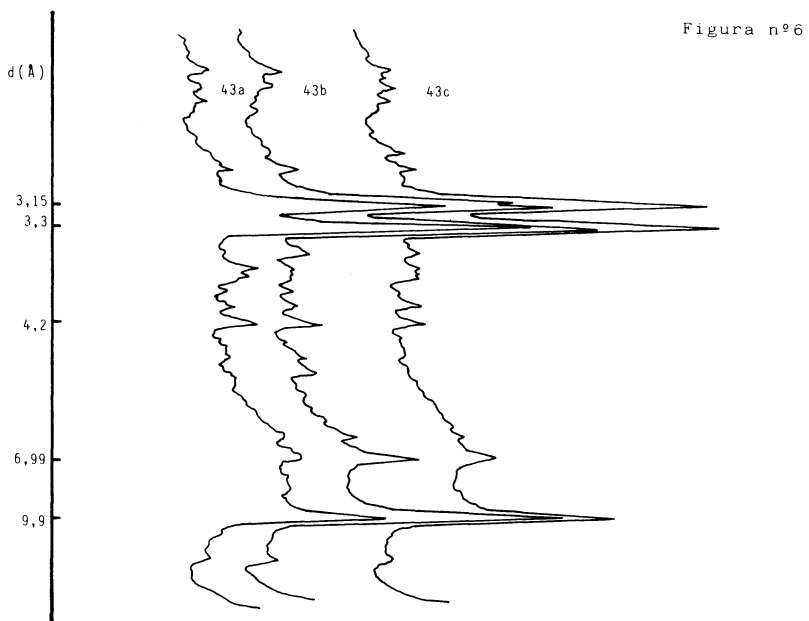
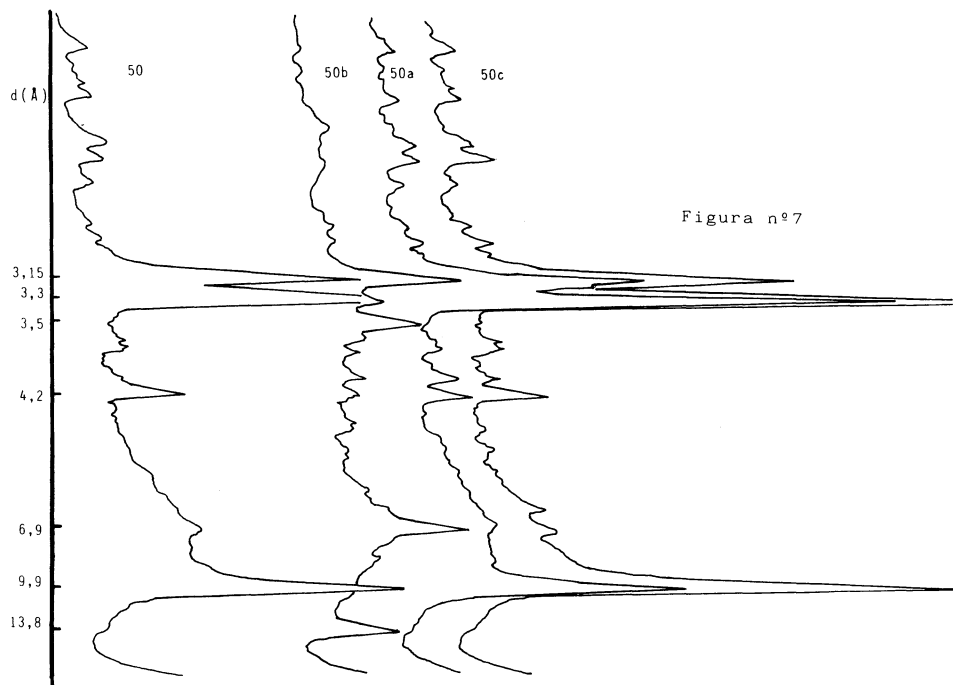
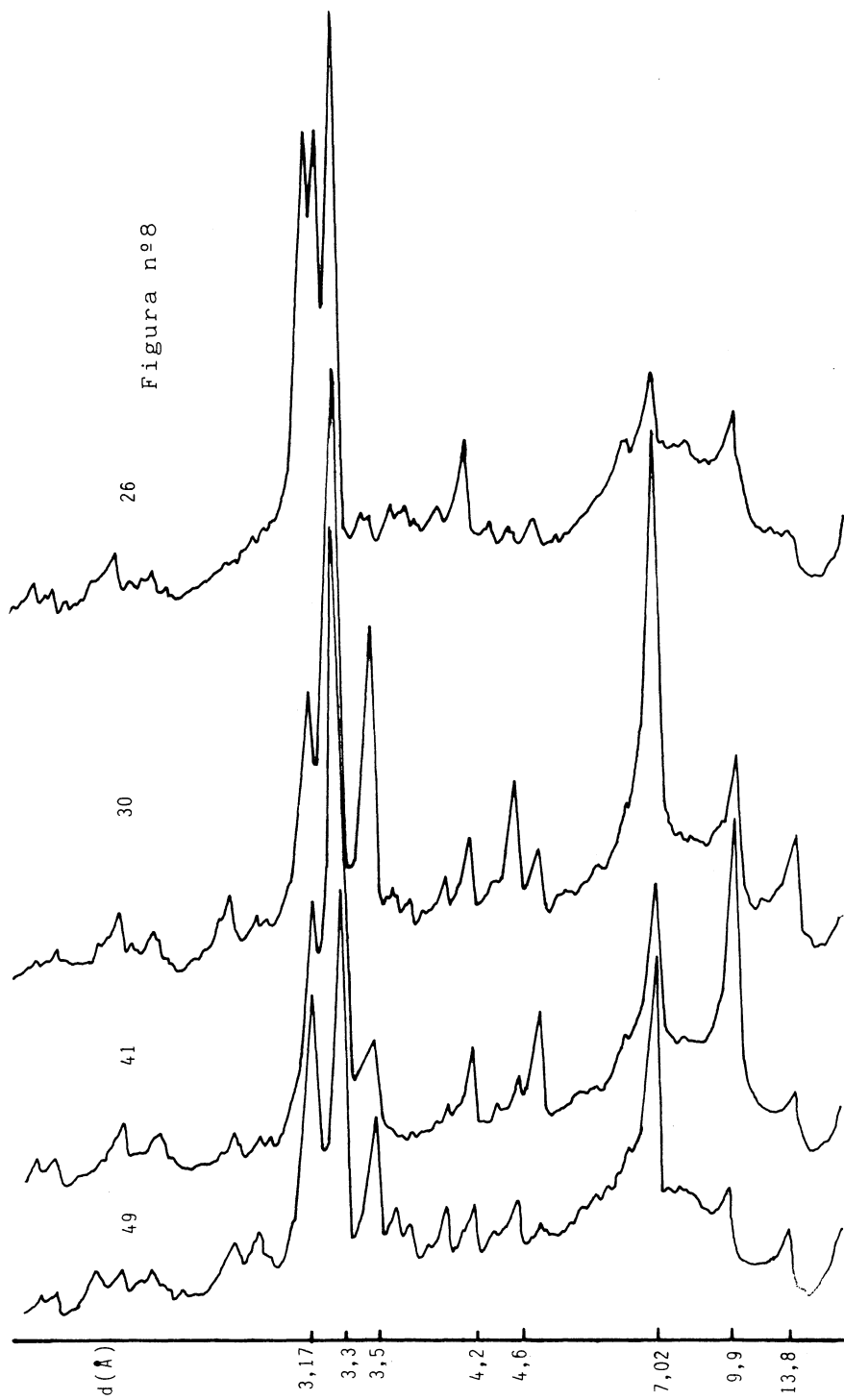


Figura nº4





(Tabla 2) parece definirse un área central en la que predominan las muestras ricas en clorita (cloríticas o asociaciones clorita-mica y mica-clorita) mientras que el resto del Complejo se definiría como micacítico (Fig. 9)

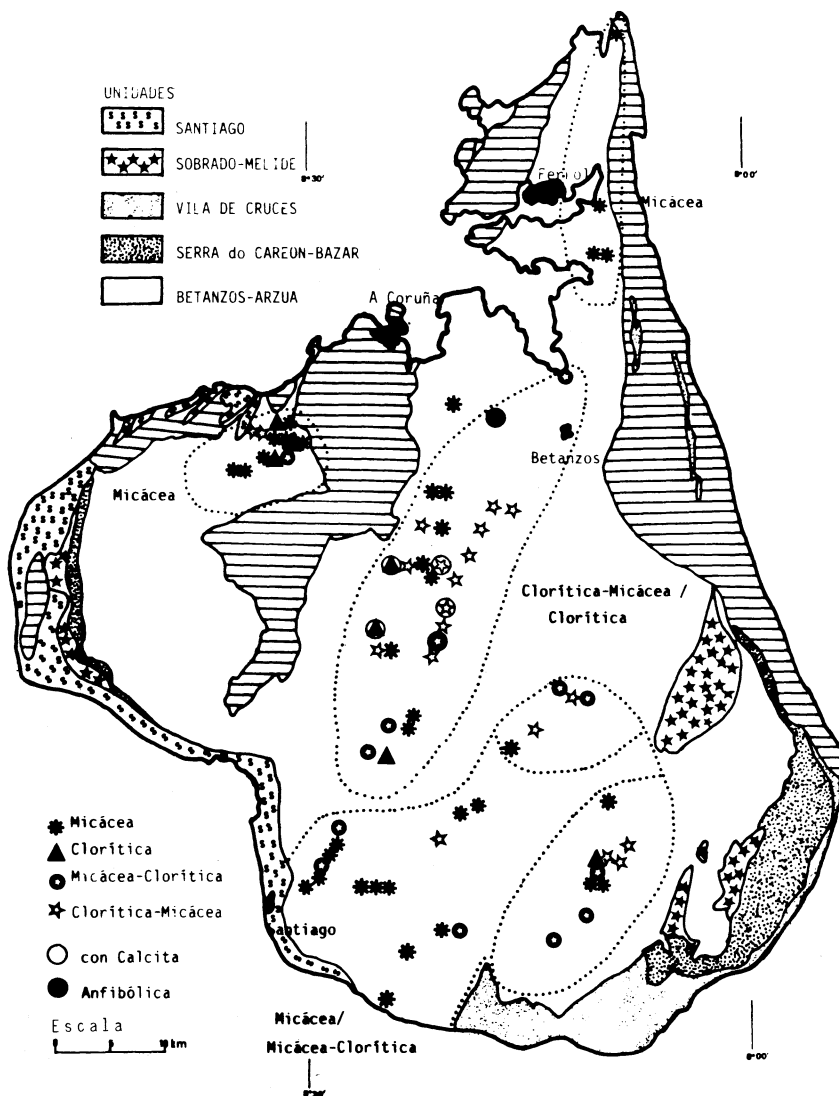


Fig. nº9.- Zonas de predominio de los materiales mayoritarios, a partir del análisis semicuantitativo de la D. de RX.

Los datos del análisis total junto con otros de la misma zona presentados por Nonn (15) , Parga Pondal (2) , Warnaaars (16), Macias et al.(18) e IGME (17) se encuentran en la tabla 3. Se observa que se trata de rocas ricas en sílice (51-76 %) y alúmina (8-33%) con un importante contenido en Fe (2-11%) . El porcentaje de elementos alcalinos es algo inferior al existente en las rocas graníticas, con la mayoría de los valores de Na entre 2-3 % y los del K entre 1-2 % . Los alcalinotérreos se presentan con contenidos generalmente inferiores al 2 % pero hay algunas excepciones. Los porcentajes más altos de K, Na y Ca coinciden , aproximadamente , con los valores más elevados de feldespatos y, en algunos casos, es la presencia de calcita la que eleva el contenido de este último elemento.

Si estos valores se representan en un diagrama de Chesworth(21), (fig. 10) las rocas aparecen con una composición relativamente próxima al sistema residual, siendo bastante abundantes los contenidos superiores al 90% de S.R. ($Al_2O_3 + SiO_2 + Fe_2O_3$ en moles). Esto indica que se trata, bien de materiales con una escasa tendencia a la meteorización o bien que nos encontramos con rocas en las que la diferencia de la composición inicial frente a la de la roca alterada o a la de los productos de neoformación, no van a ser muy importantes .

Si atendemos a los elementos más fácilmente movilizables, el índice más frecuentemente utilizado es el definido por Parker (22) , según el cual, los valores existentes corresponden a materiales con contenido en elementos movilizables de bajos a medios (índice entre 40-60), aunque existen algunas muestras con valores muy alejados del comportamiento mayoritario (Tabla nº 4 y Fig. 11) .

En cuanto a las relaciones en el sistema residual ($SiO_2-Al_2O_3-Fe_2O_3$) (Fig. 12) , nos indican que se trata de rocas silíceas con predominio del aluminio sobre el Fe, pero con fuertes variaciones en el contenido de Al, relacionadas bien con la presencia de aluminosilicatos del tipo de la andalucita (zona de O Pino - muestras nº 30 a 34) o con un mayor grado de intemperización en el que filosilicatos del grupo de la caolinita y marginalmente gibbsita, son los minerales secundarios de mayor importancia.

Al igual que sucedía con los datos mineralógicos, los datos químicos, hasta ahora obtenidos, no permiten realizar una sectorización fiable en

Tabla nº 3 .- Composición química de las muestras en % .

Nº	% SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	MnO	H ₂ O
1	64,9	15,5	7,6	2,7	1,4	0,7	2,3	0,10	4,6
2	71,1	14,3	5,7	3,0	1,1	0,4	1,6	0,10	2,3
3	66,9	15,1	7,5	3,1	0,7	0,4	1,9	0,10	4,0
4	65,0	17,1	7,4	2,4	1,9	0,4	2,1	0,10	3,4
5	62,2	17,7	8,3	2,6	2,8	0,7	2,4	0,16	2,9
6	65,8	17,1	7,3	3,1	1,4	0,2	1,8	0,03	3,1
7	75,2	10,6	5,1	1,7	0,7	0,2	1,8	0,06	4,5
7a	71,3	13,5	4,8	2,6	2,0	0,3	1,6	0,10	3,6
8	70,6	14,3	5,3	0,7	1,4	0,1	1,5	0,06	5,8
8a	65,2	18,1	6,2	2,0	1,9	0,3	1,8	0,06	4,2
9	71,5	13,9	5,1	2,7	0,5	0,7	1,5	0,10	3,8
10	62,2	18,1	8,2	1,7	2,1	0,3	2,3	0,10	4,7
11	63,5	17,7	7,9	2,3	2,0	0,1	2,3	0,13	3,9
12	59,4	20,3	8,2	3,4	1,8	0,0	2,1	0,06	4,5
13	64,7	15,9	7,4	2,5	1,2	1,1	2,3	0,10	4,5
14	61,4	18,1	8,2	2,9	1,7	0,6	2,4	0,19	4,3
15	65,2	15,9	6,8	2,1	1,9	0,5	2,0	0,16	5,1
16	67,8	15,3	6,4	2,8	1,2	0,1	1,5	0,10	4,7
17	65,4	16,2	7,7	2,2	2,0	0,1	1,7	0,13	4,3
17a	66,0	16,6	7,5	2,3	1,5	0,1	2,1	0,13	3,5
18	62,0	13,9	11,6	3,4	0,3	3,5	2,2	0,26	2,8
19	63,8	16,6	8,1	3,4	0,5	1,4	2,2	0,16	3,5
20	68,3	14,3	6,0	2,3	0,5	1,0	1,9	0,13	5,3
20a	67,3	14,8	5,5	0,7	0,9	0,2	1,9	0,10	8,3
21	70,9	12,5	5,3	3,1	0,4	0,9	1,7	0,13	4,9
21a	64,3	15,7	7,6	2,4	1,0	0,8	1,9	0,16	6,0
22	70,2	13,5	5,0	3,2	0,5	1,6	1,8	0,23	3,7
22a	75,8	11,0	4,5	2,7	0,5	0,2	1,9	0,16	3,0
22b	72,2	15,5	2,6	0,1	3,8	3,5	1,1	0,13	4,0
22c	57,8	15,7	5,5	4,5	0,5	5,5	1,9	0,19	8,2

Tabla nº 3 (Continuación)

Nº	% SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	MnO	H ₂ O
22d	64,9	15,7	7,4	2,1	2,8	0,3	2,2	0,13	4,2
23	69,8	13,5	6,0	3,4	0,3	1,7	1,8	0,13	3,2
24	69,7	14,7	5,9	2,6	0,5	0,1	1,8	0,10	4,3
24a	68,0	15,7	6,2	1,5	1,3	0,1	1,6	0,10	5,2
25	70,0	14,8	6,3	2,1	1,9	0,6	1,9	0,16	2,0
26	69,7	14,3	4,0	2,9	3,1	0,2	0,9	0,06	4,6
27	62,9	13,6	10,0	2,8	0,4	3,0	2,5	0,32	4,2
27a	74,0	12,0	4,8	2,9	0,4	2,1	1,5	0,13	1,9
28	66,0	15,3	6,6	2,1	1,9	0,8	2,2	0,13	4,8
29	64,5	15,3	6,7	2,5	0,4	0,1	3,4	0,10	6,8
30	47,6	32,9	7,0	2,9	0,5	0,2	3,5	0,06	5,1
31	51,9	31,4	6,1	1,5	1,3	0,2	2,1	0,13	5,1
32	56,3	28,5	5,7	1,4	1,2	0,2	1,9	0,10	4,5
32a	57,8	27,0	5,1	1,6	1,0	0,3	1,6	0,06	5,4
33	50,9	32,4	6,2	0,9	2,4	0,2	1,1	0,03	5,3
34	48,0	33,2	7,7	3,5	0,7	0,1	2,3	0,10	4,1
35	72,7	11,8	5,2	3,3	0,6	0,5	1,8	0,10	3,7
36	70,2	13,5	5,3	3,8	0,5	0,6	2,1	0,06	3,8
36a	72,3	12,3	5,0	1,5	1,0	0,2	2,2	0,03	5,2
37	67,1	14,7	7,1	0,1	1,5	0,1	2,4	0,10	6,6
38	67,9	14,7	6,1	3,5	0,5	0,4	2,3	0,06	4,3
40	60,0	17,1	8,9	3,4	1,4	0,9	2,5	0,19	5,4
41	68,1	13,7	7,1	2,1	1,2	0,4	2,2	0,10	4,8
41a	65,9	19,8	3,4	0,1	4,6	0,0	0,9	-	5,0
42	61,6	16,2	8,3	2,5	1,5	0,3	3,3	0,13	6,0
43a	68,0	14,8	7,2	5,2	0,5	0,2	2,2	0,26	1,4
43b	65,8	15,5	7,5	3,6	1,0	1,7	2,5	0,13	2,1
43c	68,9	13,9	6,7	3,8	0,5	2,1	2,2	0,16	1,5
44	65,9	17,7	7,6	2,8	1,5	1,1	1,3	0,16	1,7
44a	64,6	17,7	7,1	2,9	0,7	1,0	2,4	0,16	3,2
45	73,4	12,3	5,5	2,9	0,6	0,9	2,0	0,06	2,1
46	71,5	13,5	6,0	2,9	0,7	0,9	2,1	0,06	1,7

Tabla nº3(Continuación)

Nº	%SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	CaO	MgO	MnO	H ₂ O
47	58,2	19,5	5,8	8,4	1,5	0,4	2,4	0,03	3,6
48	65,7	15,0	7,0	3,4	1,8	0,3	2,2	0,10	4,3
49	73,2	12,0	5,0	1,9	0,5	1,3	2,1	0,03	3,7
49a	66,0	14,8	7,1	1,2	2,4	0,7	2,3	0,10	5,2
50	72,3	12,0	5,2	3,2	0,5	1,6	1,9	0,10	3,0
50a	70,0	12,5	6,5	3,3	1,1	0,2	1,1	0,13	4,0
50b	54,4	15,7	11,0	3,4	0,6	1,8	2,2	0,10	10,5
50c	71,8	11,6	6,5	3,6	0,7	1,6	2,3	0,16	1,5
51	73,3	10,8	4,8	3,2	0,5	1,3	1,8	0,06	4,1
51a	52,0	19,8	6,8	9,7	3,1	1,2	2,3	0,13	4,8
52	70,1	12,0	6,0	2,2	1,6	0,4	2,1	0,10	5,3
52a	75,4	11,2	3,7	2,9	1,1	0,2	1,8	0,06	3,3
53	68,5	13,5	5,8	3,5	1,1	0,7	2,3	0,10	4,2
53a	76,1	8,8	3,8	0,0	2,0	0,2	2,2	0,03	6,7
54	56,1	17,1	6,0	4,8	3,4	0,2	2,2	0,06	9,7
E-1(I)	64,0	15,7	8,2	2,9	1,5	0,7	2,7	0,21	2,0
E-8(I)	67,5	15,1	6,1	3,7	1,3	0,8	1,8	0,09	0,8
E-9(I)	65,0	15,7	8,0	3,5	1,5	0,7	2,1	0,06	2,1
E-10(I)	61,0	17,5	8,7	3,4	2,5	0,6	3,1	0,19	1,5
E-11(I)	62,0	17,2	7,2	3,8	2,1	0,9	2,1	0,07	3,5
E-12(I)	63,5	16,5	6,9	3,3	1,4	0,9	2,1	0,13	3,2
2 (II)	64,9	18,5	5,6	1,9	2,8	0,8	2,0	0,09	n.d.
3 (III)	64,0	15,6	6,7	1,5	1,9	1,5	2,7	0,12	2,7
4 (III)	54,8	22,5	7,0	5,2	2,4	2,1	2,7	0,04	2,5
5 (IV)	47,6	15,8	13,8	3,0	0,2	11,1	7,2	0,17	n.d.
6 (V)	65,5	15,6	6,0	3,4	2,0	3,3	2,1	n.d.	n.d.
7 (V)	64,8	15,5	5,6	3,6	2,7	2,5	2,4	n.d.	n.d.
8 (V)	63,0	17,8	5,7	3,8	2,2	0,8	1,7	n.d.	n.d.

(I) Macias et al. (1981); Ponte Pedrido (E-1); Hervés (E-8); Mera (E-9); Pravio (E-10); Faramillans (E-11); Monte Gabin (E-12).

(II) Warnaars (1967: Brea (2)

(III) Parga (1966) : Cabañas (3); Outeiro (4)

(IV) Bea (1982): "rocas verdes" de la unidad Vila de Cruces

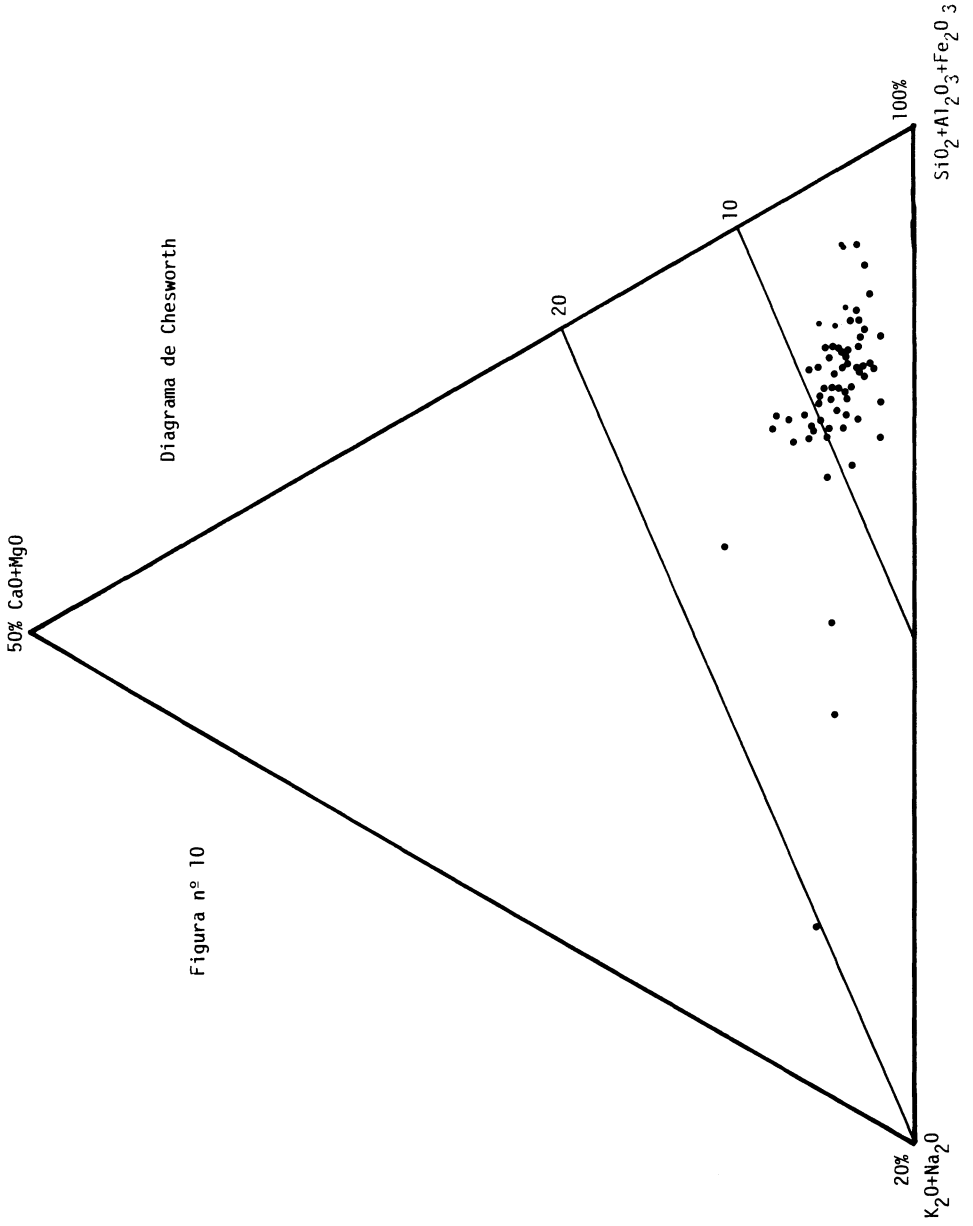
(V) Nonn (1966) : Ordenes (6), Arzua (7), Bergondo (8)

Tabla nº 4 .- Indices de Parker (Parker , 1970)

Muestra nº	Ia	Muestra nº	Ia	Muestra nº	Ia
1	45,1	22	43,1	41	46,2
2	43,5	22a	35,7	41a	46,7
3	40,4	22b	36,4	42	58,7
4	44,9	22c	64,8	43a	68,5
5	21,8	22d	49,7	43b	63,3
6	45,5	23	43,3	43c	60,6
7	81,5	24	34,9	44	50,7
7a	46,7	24a	29,7	44a	51,6
8	23,4	25	41,8	45	48,1
8a	40,3	26	56,1	46	50,0
9	35,5	27	43,4	47	107,5
10	41,1	27a	40,3	48	62,5
11	44,7	28	43,8	49	40,0
12	52,5	29	36,8	49a	49,4
13	42,8	30	42,2	50	51,7
14	49,5	31	32,4	50a	48,0
15	42,4	32	30,0	50b	57,3
16	40,4	32a	28,7	50c	59,0
17	43,6	33	35,6	51	42,5
17a	36,1	34	54,3	51a	126,2
18	48,2	35	49,8	52	41,2
19	46,6	36	54,9	52a	42,9
20	33,3	36a	38,7	53	51,0
20a	20,4	37	31,0	53a	24,3
21	38,5	38	53,7	54	81,7
21a	38,1	40	62,6		

$$Ia = 100 \left(\frac{Ca^*}{0,7} + \frac{Mg^*}{0,9} + \frac{K^*}{0,25} + \frac{Na^*}{0,35} \right)$$

* Atomos gramo de Ca,Mg,K,Na



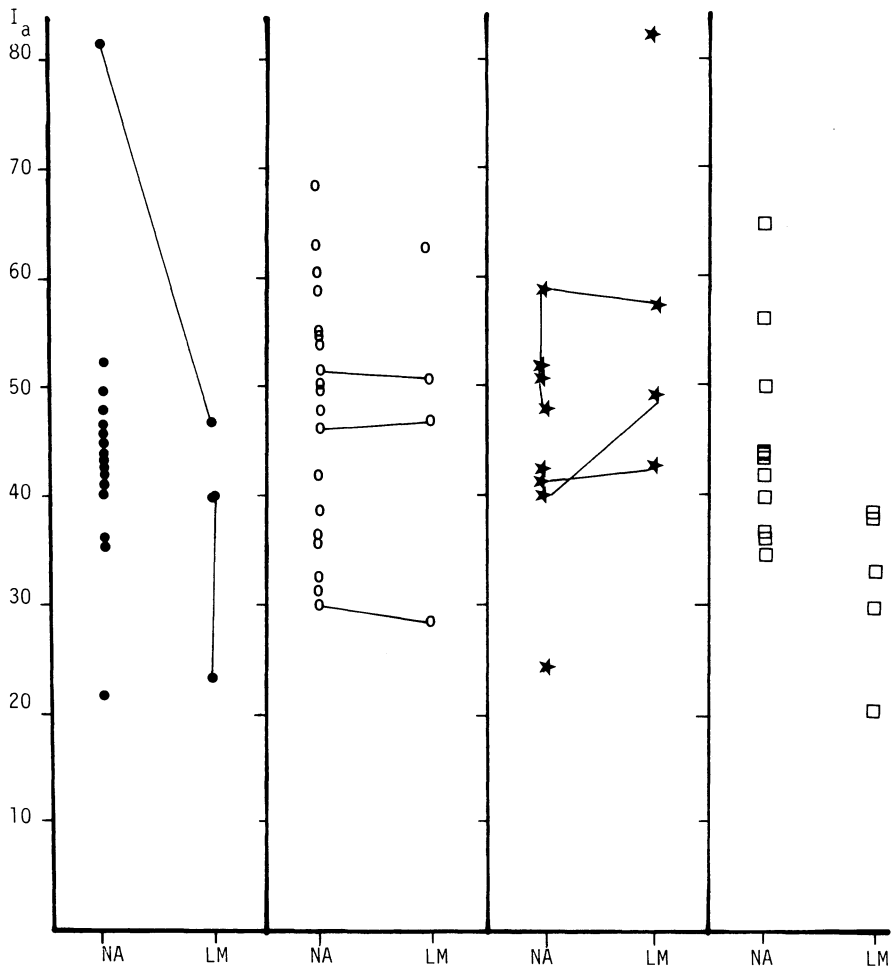
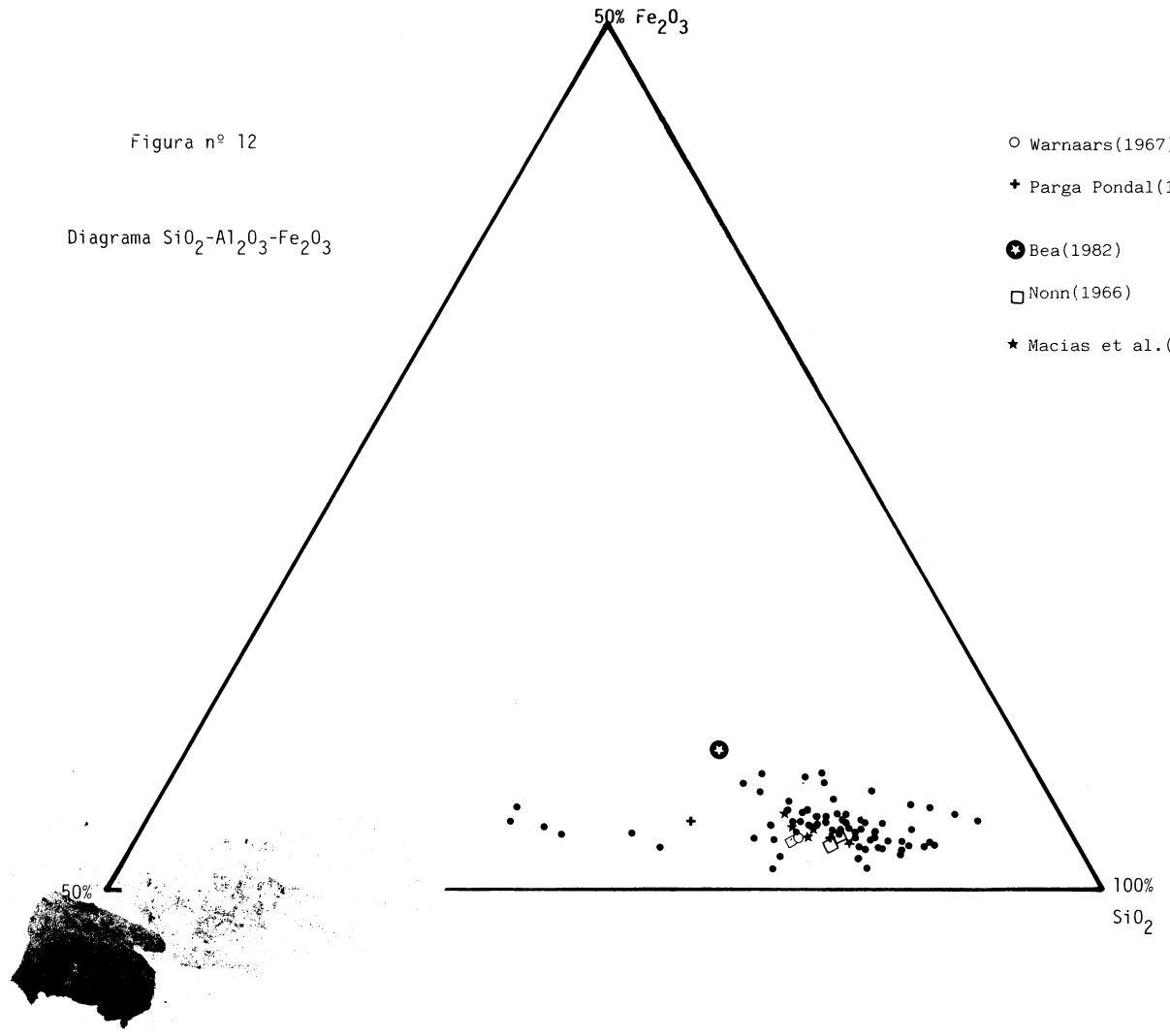


Fig. nº11.- Representación del Índice de Parker(I_a) frente al grado de alteración de las muestras.NA= no alterada. LM=lígera meteorización.

Figura nº 12

Diagrama $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-Fe}_2\text{O}_3$

- Warnaaars(1967)
- + Parga Pondal(1966)
- ⊕ Bea(1982)
- Nonn(1966)
- ★ Macias et al.(1981)



términos generales, pero son datos imprescindibles para seguir, en estudios posteriores, las tendencias de estos materiales en los procesos de meteorización y edafogénesis en cada tipo de ambiente .

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anthonioz, P. y Ferragne, A.(1978).-Le precambrien polimetamorphique allochtone de la Peninsule Iberique, temoin d'une nappe charriage caledonienne?. Cuad.Sem.Est.Cerámicos de Sargadelos,27,pp.24-41.
- 2.- Parga Pondal,I.(1966) - Datos geológicos y petrográficos de la provincia de La Coruña. Publi.Excma.Dip.Provincial de La Coruña y el CSIC,pp.34-76.
- 3.- Tex,E.Den(1966) - Aperçu petrologique et structural de la Galicie cristalline. Leidse Geol.Med.,36,pp.211-222.
- 4.- Calsteren,P.W.C.Van(1977) - Geochronological,geochemical and geophysical investigations in the high-grade mafic-ultramafic complex at Cabo Ortegal and other pre-existing elements in the Hercynian basament of Galicia(NW Spain). Leidse Geol.Med.,51,pp.57-61.
- 5.- Martinez Catalán,J.R.;Klein,E.;De Pablo,J.G. y Gonzalez,F. (1984) - El Complejo de Ordenes:subdivisión,descripción y discusión sobre su origen. Cuad.Lab.Xeol.de Laxe,7,pp.139-201.
- 6.- Abril,J.;Apalategui,A. y Pliego,D.(1978) - Mapa geológico de España nº 95(El Pino).E/1:50.000 (MAGNA) .IGME .
- 7.- Matte,Ph. y Capdevila,R.(1978) - Tectonique en grands plis couchés et plissements superposés d'âge hercynien dans la série Ordenes-Betanzos(Galice Occidentale). Cuad.Sem.Estud.Cerámicos de Sargadelos,27,pp.193-201.
- 8.- Peinado Moreno,M.(1975) - Mapa geológico de España nº22 (Puente deume). E/1:50.000(MAGNA).IGME.
- 9.- Hernandez,J.;Divar,J.;Diez,M.A. y Martinez,J.R.(1981) - Mapa geológico de España nº70(Ordenes). E/1:50.000(MAGNA).IGME.
- 10.- Monteserin,V.;Fernandez,F.;Lopez,M.J. y Peinado,M.(1975) - Mapa geológico de España nº21(La Coruña). E/1:50.000(MAGNA).IGME.
- 11.- Alonso,J.L. y Gonzalez,J.C.(1982) - Mapa geológico de España nº44 (Sargas-Carballo). E/1:50.000(MAGNA).IGME.
- 12.- De Pablo,J.G. y Martinez Catalán,J.R.(1981) - Mapa geológico de España nº71(Sobrado de los Monjes). E/1:50.000(MAGNA).IGME.
- 13.- Apalategui,A.;Abril,J. y Pliego,D.(1978) - Mapa geológico de España nº 96(Arzúa). E/1:50.000(MAGNA).IGME.

- 14.- Naval,A.;Iglesias,M.;Ruiz,F.;S arez,O.;Arps,E.S. y Hilgen,J.D.(1981) - Ma
pa geológico de España n 46(Guitiriz). E/1:50.000(MAGNA).IGME.
- 15.- Nonn,H.(1966) - Les regions coti res de la Galicie(Espagne). Tesis Fac.de
Lettres de l'Universit  de Strasbourg.
- 16.- Warnaaars,F.W.(1967) - Petrography of a peridotite-amphibolite and gabbro-
bearing polyorogenic terrain NW of Santiago de Compostela(Spain). Tesis.Univ.
de Leiden,208pp..
- 17.- Bea,F.(1982) - Mapa geológico de España n 8(Lugo). E/1:200.000.IGME.
- 18.- Macías,F.;García,C.;Gimenez,M. y Villar,M.C.(1981) - El factor material
de partida de los suelos de Las Mariñas.2.Alteración de los esquistos en me-
dios bien drenados.Acta Científica Compostelana,XVII,pp.265-292.
- 19.- Gorbunov,N.I.;Tikhnov,S.A. y Gorbunov,Z.N.(1972) - Quantitative determina-
tion of clay minerals in soils. An.Real.Soc.Esp.Fis. y Quim.,5,pp.357-367.
- 20.- Guitian Rivera,F.(1980) - Estudio de las materias primas cerámicas galle-
gas. Tesis.Univ.Santiago de Compostela.
- 21.- Chesworth,W.(1973) - The parent rock effect in the genesis of soil.Geoder-
ma,10,pp.215-225.
- 22.- Parker,A.(1970) - An index of weathering for silicate rocks. Geol.Magaz.,
pp.501-504.