

# ESTUDIO MINERALÓGICO DE SUELOS DESARROLLADOS SOBRE ARENAS Y ARCOSAS EN LA PROVINCIA DE VALLADOLID

GARCÍA RODRÍGUEZ, M. P.\*

## SUMMARY

In this paper we study the mineralogy of the sand fraction in four profiles (one arenosol, one gleysol and two luvisols) developed over Neogene and Quaternary sediments of arkosics and sands. The most abundant minerals in the heavy fraction are: tourmaline, zircon, garnet, epidote, biotite and ilmenite. Light fraction is mainly formed by quartz.

This mineralogy forms a contrast with the one of other soils in the South of the province of Valladolid, located in the West part of this zone, richer in minerals of metamorphic origin.

The alteration is influenced by the soil moisture regime.

## RESUMEN

En este trabajo se estudia la mineralogía de la fracción arena en cuatro perfiles (un arenosol, un gleysol y dos luvisoles) desarrollados sobre sedimentos de arcosas y arenas del Neógeno y Cuaternario. Los minerales más abundantes en la fracción densa son: turmalina, circón, granate, epidota, biotita e ilmenita. La fracción ligera está constituida fundamentalmente por cuarzo.

Esta mineralogía contrasta con la de otros suelos del Sur de Valladolid, situados al Oeste de esta zona, más ricos en minerales de origen metamórfico.

La alteración está influenciada por la humedad edáfica.

\* Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca, C.S.I.C.  
Anu. Cent. Edafol. Biol. Apl. Salamanca. Vol. XIII (1988).

## INTRODUCCIÓN

Los perfiles analizados se sitúan en la provincia de Valladolid, entre el río Trabancos y los páramos calizos que se inician en las proximidades de Olmedo. Las características de la zona, así como los métodos utilizados en los análisis químicos y mineralógicos, están recogidos en trabajos anteriores (GARCÍA-RODRÍGUEZ *et al.*, 1985; GARCÍA-RODRÍGUEZ, 1986).

Según las Hojas de Valladolid y Salamanca del Mapa Geológico de España 1:200.000 (ARRIBAS y JIMÉNEZ, 1970-72) los perfiles se desarrollan sobre arenas y arcillas del Mioceno y rañas pliocuaternarias. Según las Hojas de Olmedo y Valladolid del Mapa Geológico de España 1:50.000 (C.G.S., S.A.-I.M.I.N.S.A., 1982) los materiales sobre los que se encuentran estos suelos son: arcosas fangosas del Astaraciense (Facies Villalba de Adaja, Unidad Pedraja del Portillo: perfil de Olmedo) y terrazas altas del río Duero con influencia de arenas eólicas (perfil de Boecillo).

En los suelos de esta zona predominan las fracciones arena y arcilla, por lo que su estudio es imprescindible para precisar el origen y evolución de los perfiles.

### ESTUDIO MINERALÓGICO DE LA FRACCIÓN ARENA

En este estudio se recogen los análisis de los cuatro perfiles más representativos del área: Olmedo, Boecillo, Carpio I y Nueva Villa de las Torres I.

#### Olmedo

Luvisol órtico-gleico desarrollado sobre arenas y arcillas del Mioceno.

La textura es arenosa en los extremos del perfil; areno-arcillosa en la zona central. El mayor porcentaje corresponde a la arena gruesa, aumentando ésta en el horizonte inferior en el que constituye casi toda la muestra.

En las arenas el porcentaje de densos es muy pequeño en todas las fracciones, algo más elevado en el tamaño fino. La asociación fundamental de minerales pesados es: turmalina, circón, epidota-zoisita e ilmenita, con abundantes granates en el horizonte superior y biotitas en el inferior.

La variación más característica en este suelo es la disminución en el número de biotitas al ascender en el perfil; las alteritas, por el contrario, son frecuentes en todo el suelo, aunque en relación al número de láminas sin degradar son más numerosas en el primer horizonte. Es un suelo pobre en minerales de origen metamórfico, destacando la presencia de andalucita (posee numerosas inclusiones carbonosas y en el horizonte superior se encuentran algunos granos ligeramente alterados a mica). La relación circón+turmalina/minerales metamórficos varía a lo largo del perfil, dependiendo de los tamaños, aunque con valores más altos en los horizontes tercero y quinto; la relación circón+turmalina/epidota-zoisita también es variable, con el valor más alto en el segundo horizonte; la relación respecto a granate+distena favorece al numerador en los últimos horizontes (tabla 4). Considerando estos cocientes no se pueden establecer diferencias claras en este suelo. En los últimos horizontes hay menos variación, destacando la presencia de anfíboles (posiblemente hornblendas) y las abundantes láminas de biotita (con numerosas inclusiones de circón y algunas de sagenita).

En la fracción ligera la característica fundamental es la existencia de algunos carbonatos en los horizontes inferiores y la presencia de algunos feldespatos alterados a illita en la parte superior del perfil. El mineral más abundante es el cuarzo, con un aumento en el porcentaje de feldespatos potásicos en el tamaño mayor.

En conjunto, se tiene un suelo pobre en minerales de origen metamórfico, con aumento de la alteración en la parte superior del perfil y un último horizonte rico en biotitas. En la fracción ligera destaca la presencia de carbonatos (carbonato cálcico) y feldespatos alterados; los granos están mejor conservados en los horizontes inferiores.

### Boecillo

Arenosol cámbico desarrollado sobre una terraza del río Duero constituida por gravas cuarcíticas y de caliza con matriz limo arenosa e influencia de las arenas eólicas que se sitúan en las proximidades formando un manto de granos de cuarzo redondeados y bien seleccionados.

La textura es arenosa en la parte superior del perfil y arcillosa en los horizontes profundos; hay un predominio de arenas gruesas en todo el suelo.

La arcilla más abundante (SÁNCHEZ-CAMAZANO *et al.*, 1985) es la illita, aunque en el último horizonte es frecuente la esmectita. En los horizontes superiores se encuentra caolinita e interstratificados vermicullita-clorita.

En la fracción arena se encuentran pocos minerales densos, aumentando su porcentaje en el cuarto horizonte. La asociación fundamental es: turmalina, circón, granate, estaurolita e ilmenita.

Es un suelo caracterizado por la presencia de numerosas turmalinas (desde prismas hemimorfos a fragmentos subredondeados, la mayoría pardas, algunas bicolor o azules) en todo el perfil, por la abundancia de granates (almandinos) en los horizontes superiores y por el alto porcentaje de estaurolita en relación a otros minerales de origen metamórfico.

El cociente circón+turmalina/minerales metamórficos es más alto en el último horizonte, mientras que circón+turmalina/epidota-zoisita varía con los diferentes tamaños. Los opacos naturales (la mayoría ilmenita) disminuyen en profundidad, al contrario que los alterados que no se encuentran apenas en el primer horizonte; no aparecen óxidos de hierro.

En la fracción ligera se tiene una altísima proporción de cuarzo en todo el suelo. La proporción de micas aumenta ligeramente en el último horizonte en el que, además, se encuentran mejor conservadas, con algunas láminas hexagonales. En la parte central del perfil se encuentran también algunos feldespatos alterados. Los cocientes feldespato/cuarzo, feldespato potásico/cuarzo y feldespato calcosódico/cuarzo (tabla 4) tienen valores muy bajos para todos los horizontes y tamaños.

Los cristales se encuentran mejor conservados en la parte inferior del perfil.

En conjunto, los dos horizontes superiores tienen una mineralogía similar; asimismo los centrales tienen semejanzas entre sí (más estaurolita y fibrolitas), caracterizándose todo el suelo por la abundancia de turmalinas y, en la fracción ligera, cuarzos.

## Carpio I

Gleysol éútrico desarrollado sobre arenas y arcillas del Mioceno.

La textura es arenosa en la parte superior del perfil; areno-arcillosa en el centro y areno-limo-arcillosa en la parte inferior.

En la fracción arena el mayor porcentaje de minerales densos se encuentra en el tamaño fino, aunque nunca alcanzan el 4 %. La asociación fundamental es: turmalina, circón, granate, epidota, ilmenita y opacos de alteración; el grupo epidota-zoisita es sólo numeroso en el horizonte superior.

A través del perfil hay algunos cambios importantes en relación a la mineralogía: en los primeros horizontes los granates (alamandinos) y epidotas (la mayoría verdes) son muy numerosos; también la distena (con inclusiones carbonosas) es muy abundante en la parte superior del perfil, mientras que en la inferior hay un dominio más marcado de circón (que además abajo se encuentra mejor conservado, cristales prismáticos con bordes sin gastar) y turmalina (prismas pardos, alguno bicolor). Así, la relación circón+turmalina/epidota-zoisita tiene un valor bajo en el primer horizonte (tabla 4), con aumento en el segundo y, más acusado, en los dos últimos. La relación circón+turmalina/granate+distena también es más alta en los horizontes inferiores y la circón+turmalina/minerales metamórficos aumenta desde el segundo hacia abajo. Hay pocas micas en la fracción densa de todos los horizontes, algo más abundante la moscovita (algunas láminas alterándose a sericita) en la parte inferior, aunque con variaciones pequeñas. Las alteritas tienen el máximo en el horizonte superior.

En los opacos naturales destaca el alto número de ilmenitas en todo el suelo, mientras que en los opacos de alteración hay que señalar la presencia de óxidos de hierro en los horizontes superiores, poco abundantes en el último y ausentes en el tercer horizonte.

En la fracción ligera hay siempre un acusado dominio de cuarzo, más numeroso en la fracción 0.5-0.2 mm. Entre las plagioclasas, poco numerosas en todos los horizontes y fracciones, se encuentran algunos cristales maclados (macla polisintética). Las micas, poco frecuentes, son más abundantes en el último horizonte en el que se encuentran mejor conservadas, apareciendo algunas láminas pseudo hexagonales. La esfericidad de los cuarzos disminuye con la profundidad.

En conjunto, es un suelo pobre en micas, caracterizado por las numerosísimas ilmenitas. En los horizontes superiores destaca la presencia de granates y epidotas, adquiriendo más importancia en profundidad los circones y turmalinas. En ligeros, son frecuentes los cuarzos, con mayor porcentaje de feldespatos potásicos que calcosódicos.

## Nueva Villa de las Torres I

Luvisol gleico desarrollado sobre arenas y arcillas del Mioceno.

La textura es arenosa en la parte superior del perfil; areno-arcillosa en el resto. El porcentaje de arenas finas disminuye con la profundidad.

En la fracción arena los minerales pesados son escasos, más abundantes en el tamaño mayor a 0.2 mm. pero sin alcanzar nunca el 5 %. La asociación fundamental es: turmalina, circón, granate, ilmenita y opacos de alteración.

Las turmalinas (se encuentran cristales pardos, verdes, azules y bicolor) son más abundantes en el último horizonte, mientras que los circones (desde cristales prismáticos a ovoides, más frecuentes éstos en los horizontes superiores) son frecuentes en la fracción fina de todo el perfil. Los minerales de origen metamórfico no son muy abundantes, aunque están presentes en todo el suelo (tablas 3 y 4). Las micas (las biotitas se caracterizan por las inclusiones de circón con halos metamórficos) son más numerosas en los últimos horizontes aunque no son nunca muy abundantes; las alteritas son más frecuentes en los horizontes primero y tercero; en relación al número de láminas frescas, la alteración es más intensa en los horizontes superiores.

Los opacos son muy numerosos; casi todo ilmenitas, algo más abundantes las magnetitas en la parte inferior. Sin embargo, en relación a los opacos de alteración, hay una diferencia marcada entre los horizontes superiores e inferiores: en los últimos son más abundantes los minerales alterados de hierro. La relación opacos naturales/opacos de alteración disminuye con la profundidad en la fracción fina. Esto, junto con el aumento en el número de opacos en los dos últimos horizontes y la mayor riqueza en magnetitas en la parte inferior del perfil, marca claramente la diferencia entre los horizontes superiores e inferiores.

En la fracción ligera hay un predominio de cuarzo, pero su porcentaje varía ligeramente con los distintos tamaños y horizontes. Los feldespatos se caracterizan por estar bien conservados, mejor en los tamaños mayores; las micas están mejor conservadas en los horizontes inferiores en los que se encuentran láminas doradas, pseudo hexagonales, de biotita. En general, los cristales están mejor conservados en el último horizonte, en el que disminuye la esfericidad y aumenta la angulosidad.

#### CONCLUSIONES

— Suelos neutros hasta ligeramente ácidos en algún horizonte, extremadamente pobres en materia orgánica, con acusados contrastes texturales entre horizontes debidos principalmente a la edafogénesis en las facies arcósicas y a la naturaleza de los sedimentos en las facies de arenas; en estas facies la evolución del perfil cambia notablemente allí donde las arenas alcanzan poco espesor y descansan sobre sedimentos arcillosos dando lugar a la formación de horizontes gleicos.

— La fracción arena es muy pobre en minerales con densidad superior a 2.87. Estas arenas están constituidas fundamentalmente por granos de cuarzo subredondeados y subangulosos; se encuentran también cristales maclados de feldespatos. En la fracción densa la asociación fundamental es: turmalina, circón, granate e ilmenita, con cantidades elevadas en algunos horizontes, de epidotas, biotitas y opacos de alteración.

— Existen algunos contrastes entre horizontes, más notables en el perfil desarrollado sobre terrazas: variaciones entre los horizontes A y los inferiores; estas diferencias afectan fundamentalmente al contenido en granates, epidotas (más numerosos en los horizontes superiores), estaurolitas y micas (más frecuentes en los inferiores). Pero las diferencias nunca son muy marcadas.

— En general, estos suelos son ricos en minerales resistentes (circón, turmalina) y biotitas; en relación a otros suelos del Sur de Valladolid (GARCÍA-RODRÍGUEZ, 1986) poseen un porcentaje menor de minerales de origen metamórfico (especialmente distenas, apenas presentes en estos perfiles, muy numerosas al Oeste de la zona) lo que indica una posible diferencia en el origen de los sedimentos. Estos materiales provienen de rocas ígneas y metamórficas, aunque la influencia de éstas parece menor en el área estudiada que en el Suroeste de la provincia.

— La alteración física es más intensa al ascender en el perfil; así, la esfericidad y redondez son más elevadas en los horizontes superiores. En los inferiores se encuentran cristales mejor conservados; este hecho se observa tanto en minerales de la fracción densa (circón, turmalina, granates) como en los de la ligera (cuarzo, feldspatos, biotitas).

La alteración química está influenciada por otros factores, fundamentalmente por la humedad edáfica: los perfiles que poseen horizontes con gleización se caracterizan por la abundante presencia de óxidos de hierro.

También se observa la alteración en la disminución, hacia arriba, del número de minerales inestables (anfíboles) y en el mayor porcentaje de micas degradadas.

#### BIBLIOGRAFIA

- ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E. (1970). *Mapa Geológico de España*, escala 1:200.000. Hoja n.º 29, *Valladolid*. IGME. 1.ª edic. Madrid.
- ARRIBAS, A. y JIMÉNEZ, E. (1972). *Mapa Geológico de España*, escala 1:200.000. Hoja n.º 37, *Salamanca*. IGME. 1.ª edic. Madrid.
- C.G.S., S.A. - I.M.I.N.S.A. (1982). *Mapa Geológico de España*, escala 1:50.000. Hoja n.º 372 (16-15), *Valladolid*. 2.ª ser. 1.ª edic. 66 pp. IGME. Madrid.
- C.G.S., S.A. - I.M.I.N.S.A. (1982). *Mapa Geológico de España*, escala 1:50.000. Hoja n.º 428 (16-17), *Olmedo*. 2.ª ser. 1.ª edic. 56 pp. IGME. Madrid.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, A. *et al.* (1985). *Estudio edáfico de la provincia de Valladolid*. C.E.B.A.S.-C.S.I.C. Salamanca; 206 pp.
- GARCÍA-RODRÍGUEZ, M. P. (1986). *Contribución de la mineralogía de la fracción arena al estudio de la edafogénesis en una zona semiárida de la provincia de Valladolid, situada al Sur del río Duero*. Tesis Doctoral. Universidad de Salamanca; 586 pp.
- SÁNCHEZ-CAMAZANO, M.; VICENTE, M. A. y SÁNCHEZ-MARTÍN, M. J. (1985). *Mineralogía de arcillas*, 26 pp. en *Memoria del Programa Investigación Integrada sobre la mejora de la producción vegetal y animal en zonas representativas de la Cuenca del Duero*. Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca (Mecanografiado).

TABLA 1. MORFOLOGÍA Y CLASIFICACIÓN

N° PERFIL	LOCALIDAD	GEOLOGÍA	ALTITUD	TOPOGRAFÍA	DRENAJE	VEGETACIÓN	TIPO DE SUELO	HORIZONTE	COLOR	TEXTURA	ESTRUCTURA	CUTANES
XII OLMEDO	OLMEDO (VALLADOLID)	ARENAS Y ARCILLAS (Mioceno)	780 m.	LLANO	Ext.: MALO Int.: MALO	CEREALES <i>C. guyanensis</i> <i>Papaver rhoeas</i>	LUVISOL ÓRTICO-GLEICO	Ap	10YR 7/3	ARENOSA	SUBANGULAR	NO
								Btg	2.5YR 4/6	ARCILLO- ARENOSA	SUBANGULAR	SI
								2Bt	2.5YR 4/4	ARCILLO- ARENOSA	SUBANGULAR	SI
								2Bk	7.5YR 6/6	ARENO- ARCILLOSA	SUBANGULAR	NO
								3Ct	—	ARENOSA	—	NO
XIII BOECILLO	BOECILLO (VALLADOLID)	RAÑAS (Plioceno)	720 m.	LLANO	Ext.: REG. Int.: BUENO	MONTE DE PINAR	ARENOSOL	A	10YR 6/4	ARENOSA	SUBANGULAR	NO
							CAMBICO	Aul2	10YR 5/3	ARENOSA	—	NO
								Ct	10YR 8/3	ARENOSA	—	NO
								2C2	5YR 5/8	ARENO- ARCILLOSA	—	SI
								2Cg	5Y5/4-5YR5/6	ARCILLOSA SUBANGULAR	SI	
XXV CARPIO	CARPIO (VALLADOLID)	ARENAS Y ARCILLAS (Mioceno)	760 m.	LLANO	Ext.: MALO Int.: MALO	CEREALES <i>Juncus</i> sp. <i>Carthagenus</i>	GLEYSOL	Ap	10YR 6/3	ARENOSA	SUBANGULAR	NO
							ÉUTRICO	Bcs	10YR 6/3	ARENOSA	SUBANGULAR	NO
								Cgl	2.5Y 6/4	ARENOSA	SUBANGULAR	NO
								Cg	2.5Y 6/4	ARENOSA	SUBANGULAR	NO
XXX NUEVA VILLA DE LAS TORRES I	NUEVA VILLA DE LAS TORRES (VALLADOLID)	ARENAS Y ARCILLAS (Mioceno)	745 m.	LLANO	Ext.: MALO Int.: MALO	PASTIZAL <i>Juncus</i> sp.	LUVISOL	A	10YR 5/4	ARENOSA	SUBANGULAR	NO
							GLEICO	Btg	10YR 4/3	ARE.-ARC.	—	SI
								Cg	2.5Y 6/4	ARE.-ARC.	—	NO
								2Cg	2.5Y 7/6	ARENOSA	—	NO

TABLA 2. DATOS ANALÍTICOS

PERFIL	HORIZ.	ARENA		LIMO	ARCILLA	pH	CARBON.	M.O.	N	C/N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	GRAVAS
		GRUES.	FINA								asim	asim	asim	
<b>OLMEDO</b>														
Ap (0-30)		55.0	27.5	8.1	9.4	6.3	-	0.5	0.03	9.7	1.3	8.7	38.3	42.3
Btg (30-60)		46.7	7.5	2.6	43.2	6.1	-	0.4	0.03	8.1	1.3	23.3	507.0	17.5
2Bt (60-110)		61.8	4.0	1.6	32.6	6.4	-	0.3	0.03	5.0	1.0	20.8	507.0	56.2
2Bk (110-160)		63.6	5.3	1.3	29.8	7.3	8.05	0.2	0.02	5.7	8.0	20.8	1387.0	54.4
3C1 (+ 160)		82.8	3.4	0.6	13.2	7.7	0.7	0.03	0.01	1.8	2.8	12.0	627.0	28.6
<b>BOECILLO</b>														
Ap (0-20)		64.7	27.5	2.2	5.6	7.0	-	1.5	0.06	13.5	1.8	13.8	50.0	45.4
Au12 (20-40)		73.6	18.2	3.4	4.8	7.0	T	0.3	0.02	7.2	1.3	8.2	35.0	69.3
Cl (40-80)		90.3	3.8	2.5	3.4	7.7	-	0.7	0.05	7.1	0.8	3.7	56.7	50.2
2C2 (80-100)		71.8	3.4	0.8	24.0	6.4	-	0.2	0.02	7.4	0.8	26.7	210.0	27.8
2Cg (+ 100)		13.6	16.1	24.6	45.7	6.4	-	0.1	0.03	1.1	0.8	41.7	467.0	-
<b>CARPIO I</b>														
Ap (0-27)		65.0	20.3	6.9	7.8	6.3	-	0.4	0.03	6.8	4.8	4.2	64.0	18.2
Bcs (30-60)		73.8	11.7	5.7	8.8	7.7	-	0.2	0.02	4.5	1.0	7.0	57.0	22.5
Cg1 (60-100)		69.8	5.0	1.7	23.5	7.4	-	0.1	0.02	3.7	0.8	10.0	200.0	24.1
Cg (100-140)		45.1	12.4	15.8	26.7	6.2	-	0.1	0.02	2.2	0.8	13.3	263.0	10.6
<b>NUEVA VILLA DE LAS TORRES I</b>														
A (0-20)		64.4	21.1	8.3	6.2	6.3	-	0.6	0.04	10.0	0.8	5.3	120.0	18.9
Btg (20-50)		55.2	17.7	8.4	18.7	6.9	-	0.3	0.03	5.8	0.8	9.1	140.0	28.5
Cg (50-100)		66.8	8.4	5.6	19.2	7.2	-	0.2	0.02	6.8	0.8	10.5	193.0	32.8
2Cg (+ 100)		77.8	6.4	5.0	10.8	7.6	-	0.1	0.02	2.1	0.8	3.5	120.0	26.4

TABLA 3. MINERALOGÍA DE LA FRACCIÓN ARENA

		OLMEDO										BOECILLO																																												
Horizonte	Ap	Btg	2Bt	2Bk	3C1	A	Aul2	C1	2C2	2Cg	G* - M* - F	G* - M* - F	G* - M* - F	G* - M* - F	G* - M* - F	G* - M* - F	G* - M* - F	G* - M* - F	G* - M* - F	G* - M* - F																																				
A. gruesa (G)	30.23	39.77	49.74	47.26	61.17	15.53	36.32	35.17	46.48	33.31	1.7	0.3	1.5	1.9	0.2	1.9	1.5	0.4	0.1	0.1	0.9	4.2	1.6	1.5	1.9	0.3	0.5	4.2	2.5	3.7	3.3	0.1	0.1	2.3																						
A. media (M)	36.43	46.39	44.18	45.05	34.88	54.64	43.85	60.79	49.00	12.48	98.3	99.7	98.5	98.1	99.6	98.5	98.1	99.8	98.1	99.9	99.1	95.8	98.4	98.5	98.1	99.7	99.5	95.8	97.5	96.3	96.7	99.9	99.9	97.7																						
A. fina (F)	33.34	13.84	6.08	7.69	3.95	29.83	19.83	4.04	4.52	54.21	MINERALES d > 2.8 (% M. transparentes y opacos correspondientes)																																													
Fracc. arena											1	5	26	2	23	4	11	3	20	2	10	1	16	30	23	33	17	36	2	25	47	—	9	31																						
M. d > 2.8											—	10	—	19	—	32	—	23	—	—	11	—	17	—	—	—	—	7	—	—	8	—	—	23																						
M. d < 2.8											4	20	—	9	—	2	12	—	3	6	7	5	5	17	—	—	—	3	5	—	—	—	—	4	9																					
Turmalina											—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																					
Circón											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																				
Granate											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Rutilo											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Anafasa											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Broquita											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Titanita											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Andalucita											2	7	—	8	—	2	—	—	9	—	3	—	4	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Sillimanita											—	3	—	2	—	1	—	—	3	—	2	—	3	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Distena											—	4	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Estaurrolita											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Epidota-zois.											—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Piroxenos											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																		
Anfiboles											—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																		
Moscovita											6	1	—	4	—	2	—	—	1	6	4	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																		
Biotita											—	2	—	5	—	6	—	—	2	10	4	—	4	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																		
Opacos nat.											1	20	30	—	2	16	—	—	8	40	1	17	37	—	12	34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																		
Opacos alt.											—	2	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
Alteritas											5	54	7	1	27	16	6	33	17	1	17	20	23	6	1	12	2	1	23	8	6	18	23	1	23	7	—	3																		
Fragn. rocas											1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																			
MINERALES d < 2.8 (%)																																																								
Cuarzo	73	73	67	76	83	72	54	70	80	56	55	40	61	69	48	65	87	80	85	88	82	87	85	88	82	87	85	88	87	85	88	87	85	88	87	85	82	82																		
Feld. potás.	24	11	4	17	9	11	37	12	6	28	22	12	32	14	28	28	6	9	10	5	8	6	3	8	5	6	3	8	5	6	18	6	6	6	6	6	6	6																		
Feld. calcos.	2	9	6	3	8	7	6	4	6	6	6	2	7	5	3	5	4	5	2	4	6	2	2	2	2	2	2	2	3	3	6	6	2	2	2	2	2	2																		
Moscovita	—	3	4	1	2	3	—	2	5	1	2	7	—	2	6	2	1	3	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	3	2	1	3	2	1	3	5																		
Biotita	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																	
Carbonatos	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																	
Alteritas	1	4	2	2	2	2	1	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																		
Feld. alter.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																		
Fragn. rocas	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																		

\* No se encuentran 100 granos transparentes en la fracción densa.





