

**DESCRIPCION GEOQUIMICA DE 30 MUESTRAS DE
GRANITOIDES Y ROCAS METAMORFICAS DE ALTO
GRADO DE LAS HOJAS DE OLOMBRADA, NAVAS DE ORO,
CANTALEJO, SEPULVEDA, RIAZA, TAMAJON Y COLMENAR
VIEJO**

Fernando Bea y Pilar G. Montero, Departamento de Mineralogía y
Petrología, Campus Fuentenueva, Univ. de Granada, 18002 Granada.

INTRODUCCION

La descripción que sigue hace referencia sólamente a los datos geoquímicos obtenidos en nuestro laboratorio sobre las muestras enviadas por INYSA, no a las relaciones de campo ni petrografía, que para los autores de esta descripción son desconocidas. La descripción de las muestras enviada por INYPSA no siempre concuerda con los resultados analíticos.

Los análisis se han realizado en la Universidad de Granada, utilizando Fluorescencia de Rayos X para elementos mayores, con una precisión relativa en torno a $\pm 1\%$ para una concentración de analito del 1%, y utilizando ICP-MS para los elementos traza y tierras raras, con una precisión relativa de $\pm 2.5\%$ relativo para una concentración de analito de 10 ppm.

Las muestras llegaron a nuestro laboratorio como cantos de tamaño grava gruesa, en ocasiones mezclados con algo de tierra (eliminada en el laboratorio), y no excesivamente frescas. Este hecho puede alterar significativamente los contenidos de Na₂O y CaO, y por tanto el índice de saturación en aluminio (ISA = mol Al₂O₃/[CaO+Na₂O+K₂O]) que es un parámetro primario para la clasificación tipológica.

La descripción se ha efectuado Hoja por Hoja. Dentro de cada Hoja las muestras se han agrupado de acuerdo con la descripción suministrada por INYPSA, señalando las discrepancias cuando estas se producen. INYPSA queda libre de modificar esta descripción de acuerdo con el formato que le parezca más oportuno.

Sobre estas muestras se han efectuado (1) diagramas de variación frente a la sílice de todos los elementos mayores, (2) diagrama Na₂O-K₂O, (3) diagrama tipológico de Debon and Le Fort (1982), (4) diagramas de tierras raras normalizados a condrito, utilizando como valores de normalización los de (Anders and Ebihara, 1982). En hoja aparte se indican los símbolos utilizados en los diagramas.

HOJA DE NAVAS DE ORO (17-17)

Sólamente se entregó una muestra, de referencia 17-17/9043, que en el documento de entrega viene descrita como "granitos". La composición de elementos mayores corresponde a la de una adamellita o monzogranito moderadamente peralumínico ($ISA = 1.13$), calcoalcalino, con K_2O sólo ligeramente superior a Na_2O . En cuanto a elementos trazas, destacan elevadas concentraciones de Li, Cs, y moderadas de Sr. Las tierras raras poseen concentraciones moderadamente elevadas, y definen un espectro condriticó caracterizado por una cierta pendiente negativa desde La a Sm, con una pequeña anomalía negativa del Eu ($Eu/Eu^* = 0.61$), y un espectro casi plano desde Gd hasta Lu, con $La_N/Lu_N = 8.67$. El quimismo de la roca sugiere una roca granítica formada por anatexia de ortoneises o metagrauwackas, con un considerable grado de evolución magmática.

HOJA DE OLAMBRADA (18-16)

Sólamente se entregó una muestra, de referencia 18-16/9801, que en el documento de entrega viene descrita como "neises glandulares en clásica facies Ollo de Sapo". Sin embargo, ni el aspecto de la muestra antes de ser molida ni los resultados analíticos se corresponden con dicha descripción. La muestra tiene una composición de leucogranito peralumínico, muy rico en sílice y relativamente rico en álcalis, con un cierto grado de enriquecimiento en Na_2O , y bajas concentraciones de TiO_2 , FeO , y MgO . Su composición de elementos traza destaca por la abundancia de Rb, Be, Sn y elevada razón U/Th. El diagrama normalizado de tierras raras muestra un espectro casi plano ($La_N/Lu_N = 1.28$) a nivel $\approx 10X$ condrito con una fuerte anomalía negativa del Eu ($Eu/Eu^*=0.05$), y una pequeña anomalía secundaria del Nd. Todas estas características geoquímicas corresponden a las de un diferenciado leucocrático generado por cristalización fraccional de un magma granítico peraluminoso.

HOJA DE CANTALEJO (18-17)

Se entregaron tres muestras, de referencias , 18-17/9040, 18-17/9041, y 18-17/9042, que en el documento de entrega vienen descritas como "neises

glandulares en clásica facies Hoyo de Sapo, leucogranitos, y granitos", respectivamente. La muestra 48-17/9040 tiene un quimismo de elementos mayores que corresponde a una roca metapelítica, con concentraciones muy bajas de FeO total, CaO y Na₂O, pero elevadas de K₂O y Al₂O₃, con un índice de saturación en aluminio muy elevado (ISA = 1.94). Las concentraciones de elementos traza no presentan ninguna característica destacable. El diagrama de tierras raras muestra un espectro normalizado con moderada pendiente negativa desde La hasta Sm, pequeña anomalía negativa del Eu (Eu/Eu* = 0.51) y espectro plano desde Gd hasta Lu a nivel ≈ 10x condrito. Este es exactamente el espectro característico de las rocas pelíticas post-arcaicas así como de las metamorfitas y granitos de anatexia derivados a partir de ellas.

La muestra 18-17/9041 tiene una composición de elementos mayores correspondiente a un leucogranito bastante peraluminoso, muy rico en K₂O y pobre en Na₂O, y destacablemente con muy bajos contenidos de P₂O₅. En cuanto a elementos traza, se caracteriza por muy bajas concentraciones de Sr y Ba, que pueden indicar una fuerte fraccionación por feldespatos. Destacan los contenidos moderadamente elevados de Cu y Zn, que probablemente indiquen la presencia de sulfuros. Tiene contenidos bajos de tierras raras, aunque menos bajo de lo que cabría esperar en un leucogranito peraluminoso. El espectro condritico muestra una cierta fraccionación de tierras raras ligera a pesadas (La_N/Lu_N = 2.1) con una marcada anomalía negativa del Eu (Eu/Eu* = 0.04). El quimismo de esta roca es compatible con un segregado leucocrático producido por fraccionación de feldespatos (esencialmente plagioclasa), con muy escasa fraccionación de monacita, a partir de un magma granítico peraluminoso.

La muestra 18-17/9042 corresponde a una granodiorita o adamellita moderadamente peraluminosa, calcoalcalina, con Na₂O sólo ligeramente inferior a K₂O. Tiene concentraciones moderadamente elevadas de Li, Rb, Ba, Sr, V, y Zn, compatible con una mineralogía dominada por feldespato alcalino, plagioclasa y biotita. Las concentraciones de tierras raras son relativamente elevadas, con un espectro caracterizado por moderada fraccionación de La a Sm, pequeña anomalía negativa del Eu (Eu/Eu* = 0.5), y espectro relativamente plano para las tierras raras pesadas. Su quimismo es muy similar al de la muestra 17-17/9043, y por tanto, puede tener un origen similar.

de estas tres muestras sugiere con que podrían estar relacionadas entre sí por un proceso de fraccionación.

Los leucogranitos de grano fino, 19-21/9055 y 19-21/9059 corresponden a rocas muy silíceas ricas en K₂O y relativamente ricas en REE pero bajos en Sr.

HOJA DE COLMENAR VIEJO (19-21)

De esta hoja se entregaron 9 muestras. 19-21/9050 descrita como "leuconeises"; 19-21/9051 descrita como "neises glandulares en clásica facies Ollo de Sapo"; 19-21/9052, 19-21/9053 y 19-21/9054 descritos como "granito tipo Colmenar"; 19-21/9055 y 19-21/9059 descritos como "leucogranitos de granofino"; 19-21/9056 descrito como "granito tipo El Pendoleo"; y 19-21/9056 y 19-21/9057 descritos como "granito tipo el Hoyo".

La muestra 19-21/9050 "leuconeises" tiene una composición que no corresponde a esa denominación, sino que es extraordinariamente similar a la de las muestras descritas como "neis glandular (metavulcanita) de grano fino. Neis del Cardoso" de la hoja 20-18. Como ellas, es moderadamente silícea, muy peraluminosa pero simultáneamente tiene contenidos relativamente altos de CaO y Sr. Los contenidos de REE son moderadamente elevados, con La_N/Lu_N = 11.45 y Eu/Eu* = 0.47.

La muestra 19-21/9051 descrita como "neises glandulares en clásica facies Ollo de Sapo" es idéntica a las muestras con la misma denominación de la Hoja de Cantalejo (18-17), aplicándosele por tanto la misma descripción que a ellas.

Las tres muestras descritas como granito tipo Colmenar son silíceas, moderadamente aluminosas, ricas en K₂O, y tienen una composición de elementos mayores y trazas muy común entre los granitos de dos micas de la zona centro-ibérica. La muestra 19-21/9052 es algo menos silícea que las otras dos, que son muy parecidas entre sí. Dicha muestra tiene también mayores contenidos de REE, con La_N/Lu_N = 9.37, frente a La_N/Lu_N = 4.59 y 4.33 para 19-21/9053 y 19-21/9054 respectivamente. La anomalía negativa del Eu también se incrementa desde Eu/Eu* = 0.26 hasta 0.19. El quimismo

20-18/9804 descritas como "neises glandulares. Neis de Berzosa", 20-18/9805 descrita como "leucogranitos (hercínicos) de dos micas foliados", y 20-18/9806 y 20-18/9807 descritos como "neis glandular (metavulcanita) de grano fino. Neis del Cardoso".

La muestra 20-18/9801 tiene una composición de metapelita, con altos contenidos de Al_2O_3 , FeO , TiO_2 , MgO , y K_2O , y bajos contenidos de CaO y Na_2O . Respecto de los elementos traza, tiene contenidos elevados de aquellos elementos que se encuentran contenidos preferencialmente en la biotita, tal como Li, Rb, Ba, V, Cr, Z, o en minerales accesorios que se encuentran incluidos en la biotita (monacita, xenotima, circón), tal como Y, Th, U y REE. Su espectro de REE se caracteriza por una elevada fraccionación de LREE a HREE ($\text{La}_N/\text{Lu}_N = 37.41$) y pequeña anomalía negativa de Eu ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.61$).

La muestra 20-18/9102, descrita como paraneis estromático tiene una composición silícica y peraluminosa, pero que no permite identificarlo inequívocamente como una roca paraderivada. Si fuese así, el protolito debería de haber sido de composición arcósica, con escaso componente pelítico. Su composición de elementos traza y tierras raras es notablemente similar a la de las muestras analizadas descritas como granitos.

Las dos muestras descritas como "neis de Berzona" 20-18/9803 y 20-18/9804, sí tienen una composición compatible con un origen paraderivado, probablemente a partir de un protolito con fuerte componente metapelítico. Son moderadamente silícicas, muy peraluminosas, con bajos contenidos de CaO y Na_2O y elevados contenidos de Al_2O_3 , FeO , MgO , TiO_2 , y K_2O . Ambas muestras, a pesar de ser muy similares entre sí en cuanto a elementos mayores, presentan notables diferencias en elementos traza. La muestra 20-18/9803 es más pobre en Sr, Ba, y tierras raras con un espectro de REE muy fraccionado ($\text{La}_N/\text{Lu}_N = 37.41$, frente a $\text{La}_N/\text{Lu}_N = 13.26$ para la muestra 20-18/9804) y con una anomalía negativa del Eu menos intensa ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.61$ y 0.45 respectivamente).

La muestra 20-18/9805, descrita como "leucogranitos (hercínico) de dos micas foliados" tiene una composición fuertemente silícica y peraluminosa, con contenidos de Na_2O muy bajos para lo que es habitual en rocas que responden a esa descripción. En cuanto a elementos traza destacan los elevados contenidos de Rb, moderados contenidos de REE,

más elevados de lo que cabría esperar en un leucogranito, con $\text{La}_N/\text{Lu}_N = 4.63$ y fuerte anomalía negativa del Eu ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.27$).

Las dos muestras descritas como "neis glandular (metavulcanita) de grano fino. Neis del Cardoso" son moderadamente silícas, y fuertemente peraluminosas. En cuanto a elementos traza se destacan contenidos relativamente elevados de Sr, siendo las muestras más ricas en este elemento de todo el conjunto estudiado. Tienen también contenidos elevados de Ba, V, Cu, Zn y Zr. La mayor diferencia entre ambas muestras está en los contenidos en REE. La 20-18/9806 tiene aproximadamente el doble de LREE que la 20-18/9807, atenuándose la diferencia para la HREE. Esta última muestra se caracteriza también por el pequeño valor de la anomalía del Eu.

REFERENCIAS

- Anders E. and Ebihara, M. (1982) Solar-system abundances of the elements. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 46, 2363-2380.
- Debon F. and Le Fort P. (1982) A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Trans. Roy. Soc. Edinburg: Earth Sci.*, 73, 135-149.

TABLA DE SIMBOLOS

- HOJA 17-17 Aspa
- HOJA 18-16 Estrella negra
- HOJA 18-17 Asteriscos
- HOJA 19-17 Cruces
- HOJA 19-21 Círculos negros
- HOJA 20-17 Cuadrados blancos
- HOJA 20-18 Círculos blancos

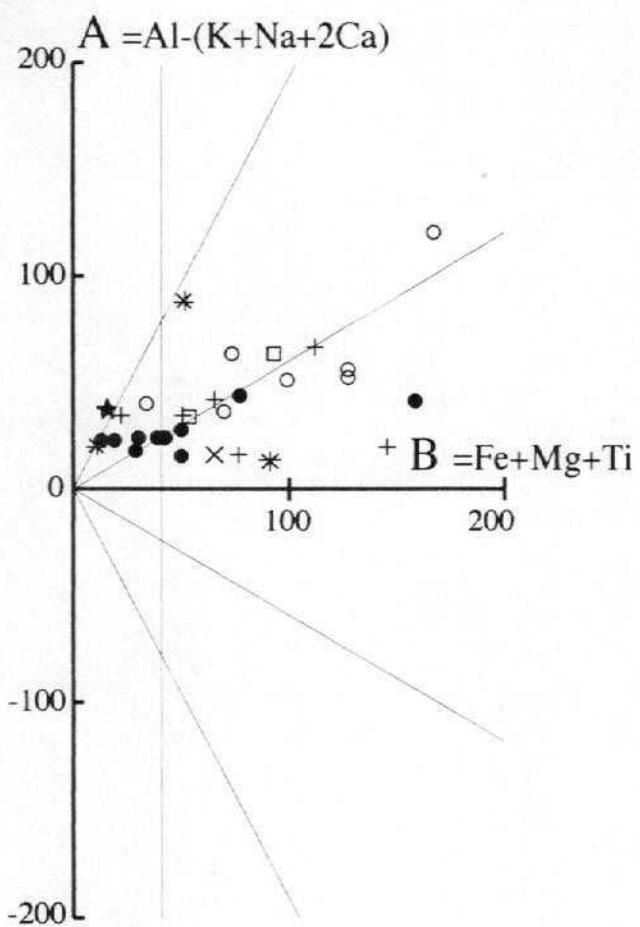
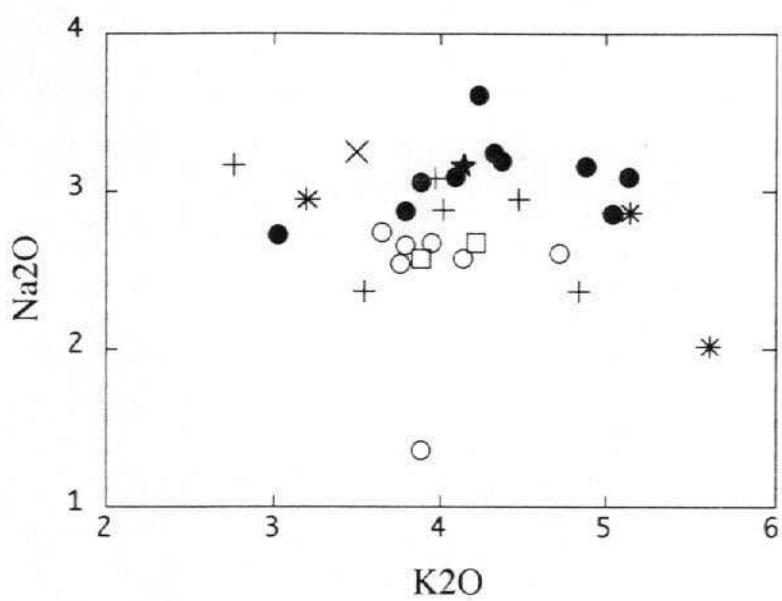
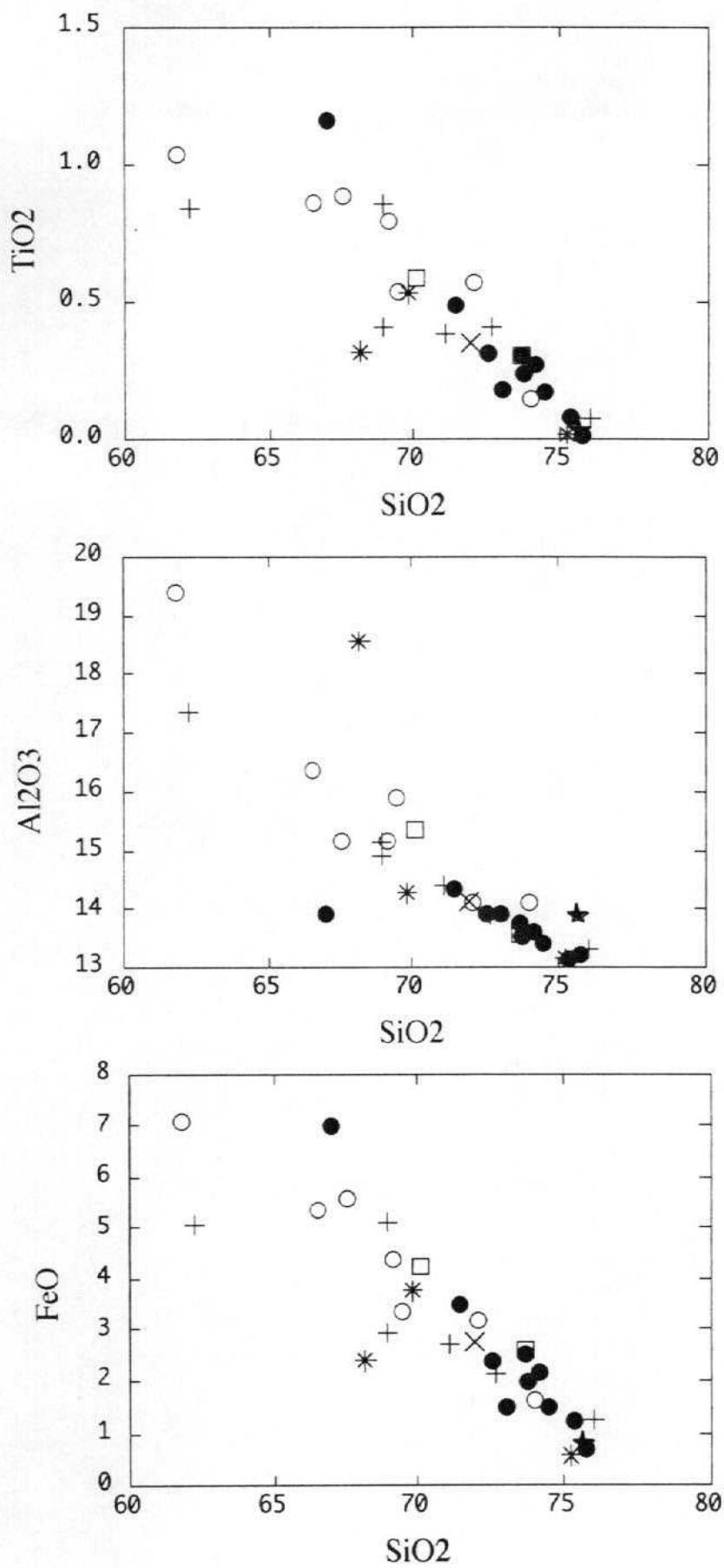
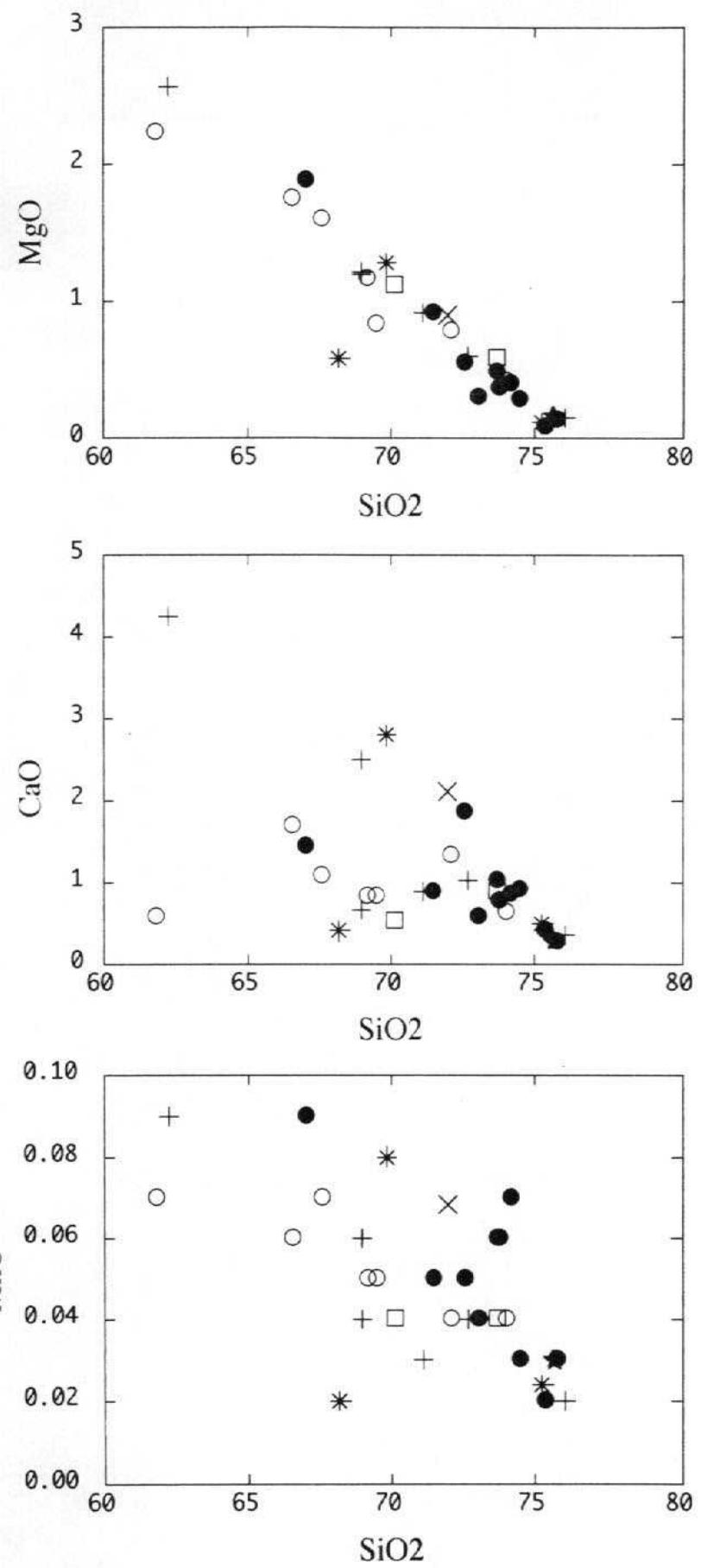
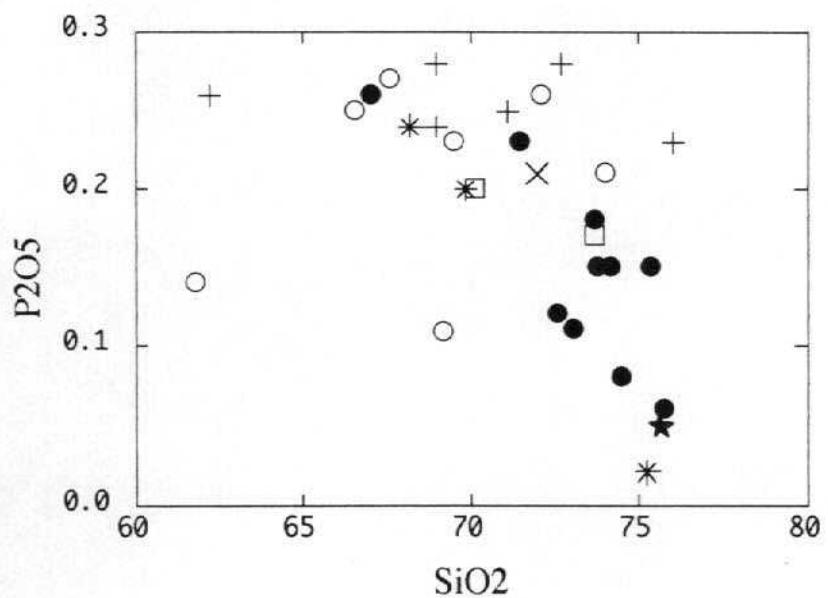
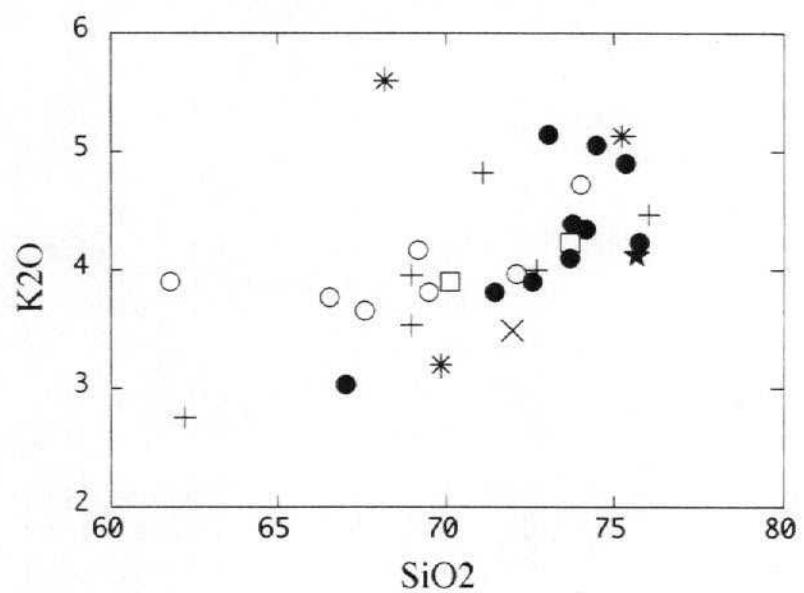
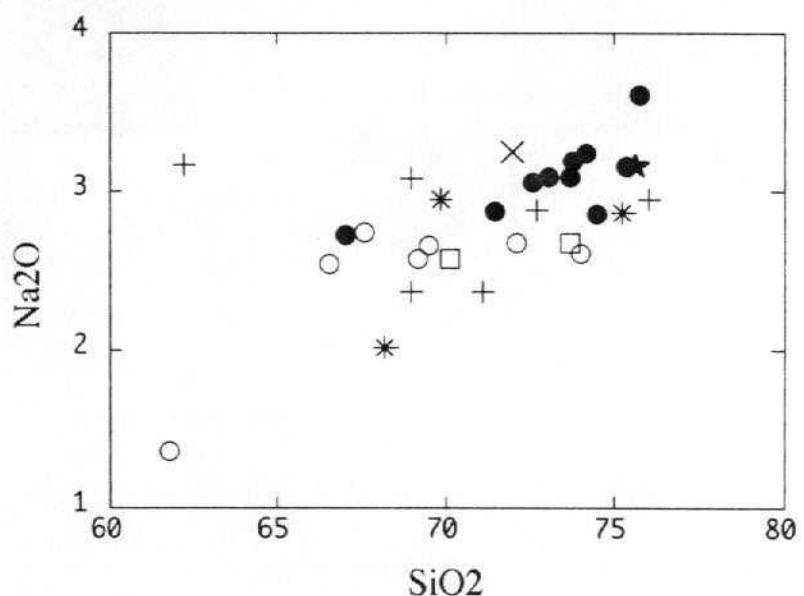


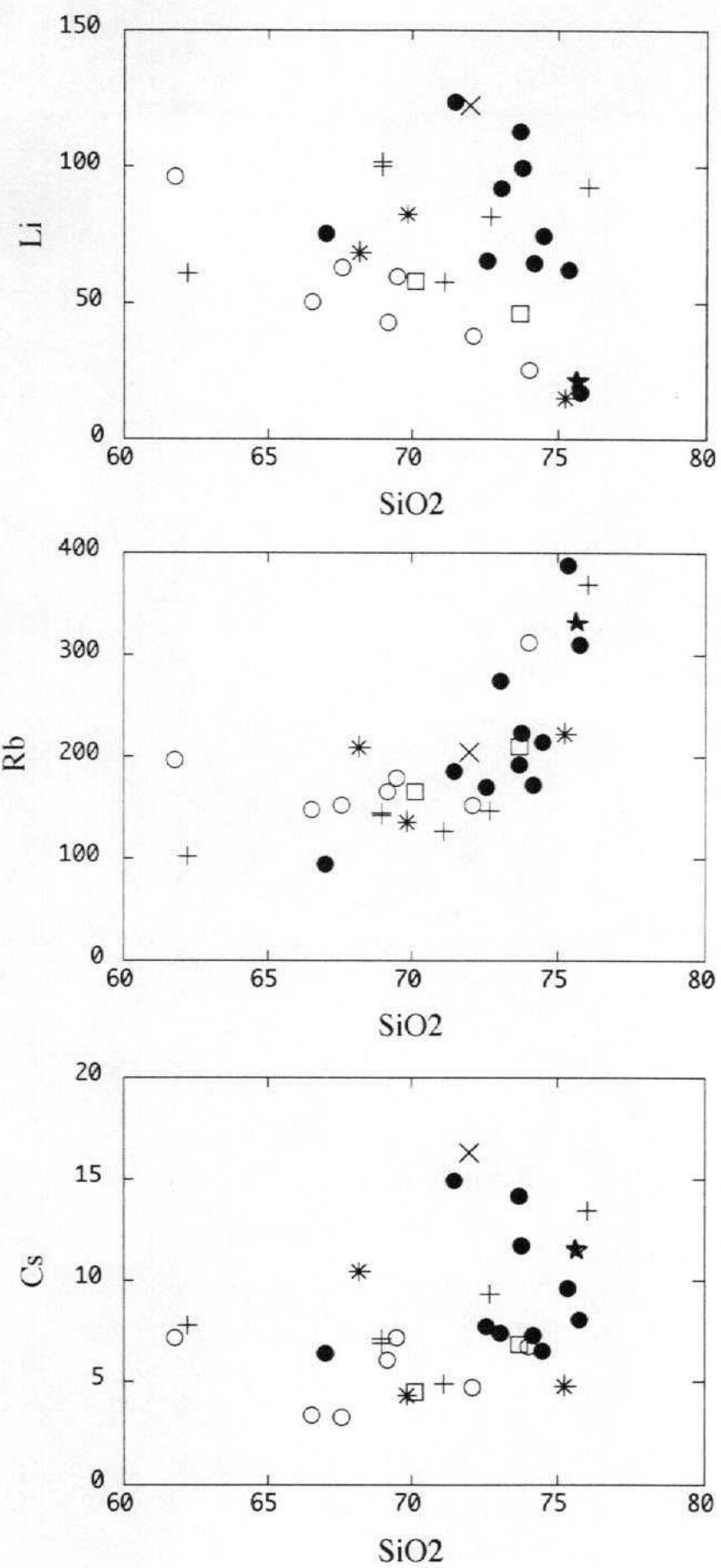
Diagrama Tipológico de Debon & Le Fort (1982)

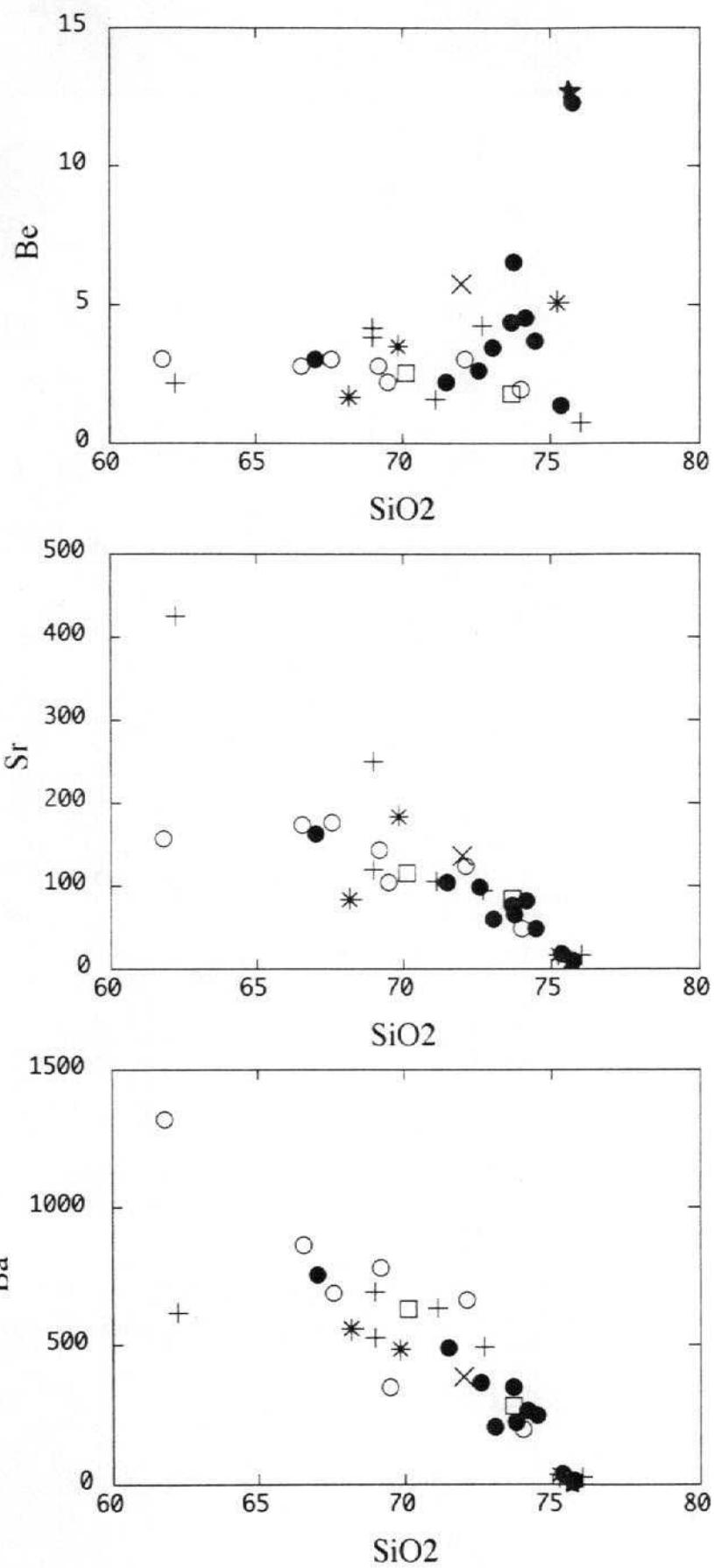


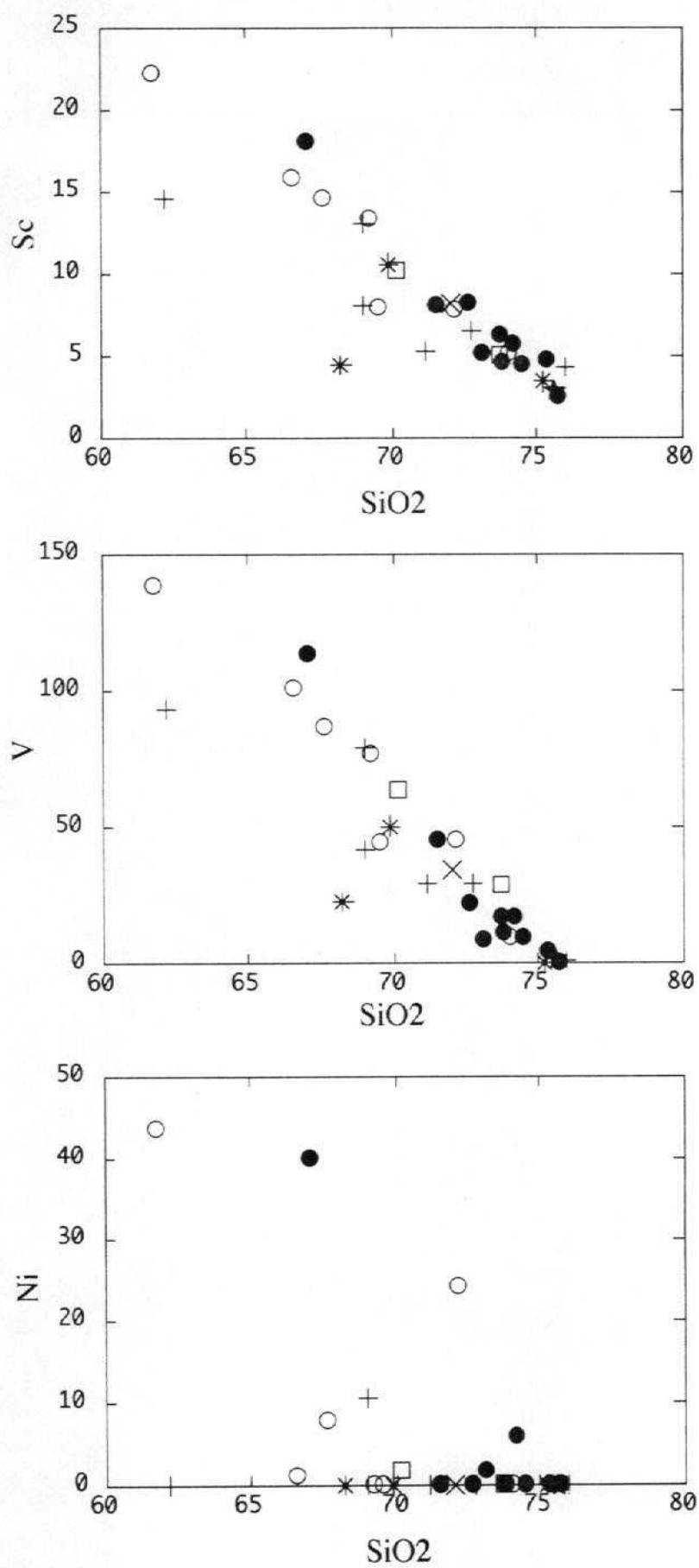


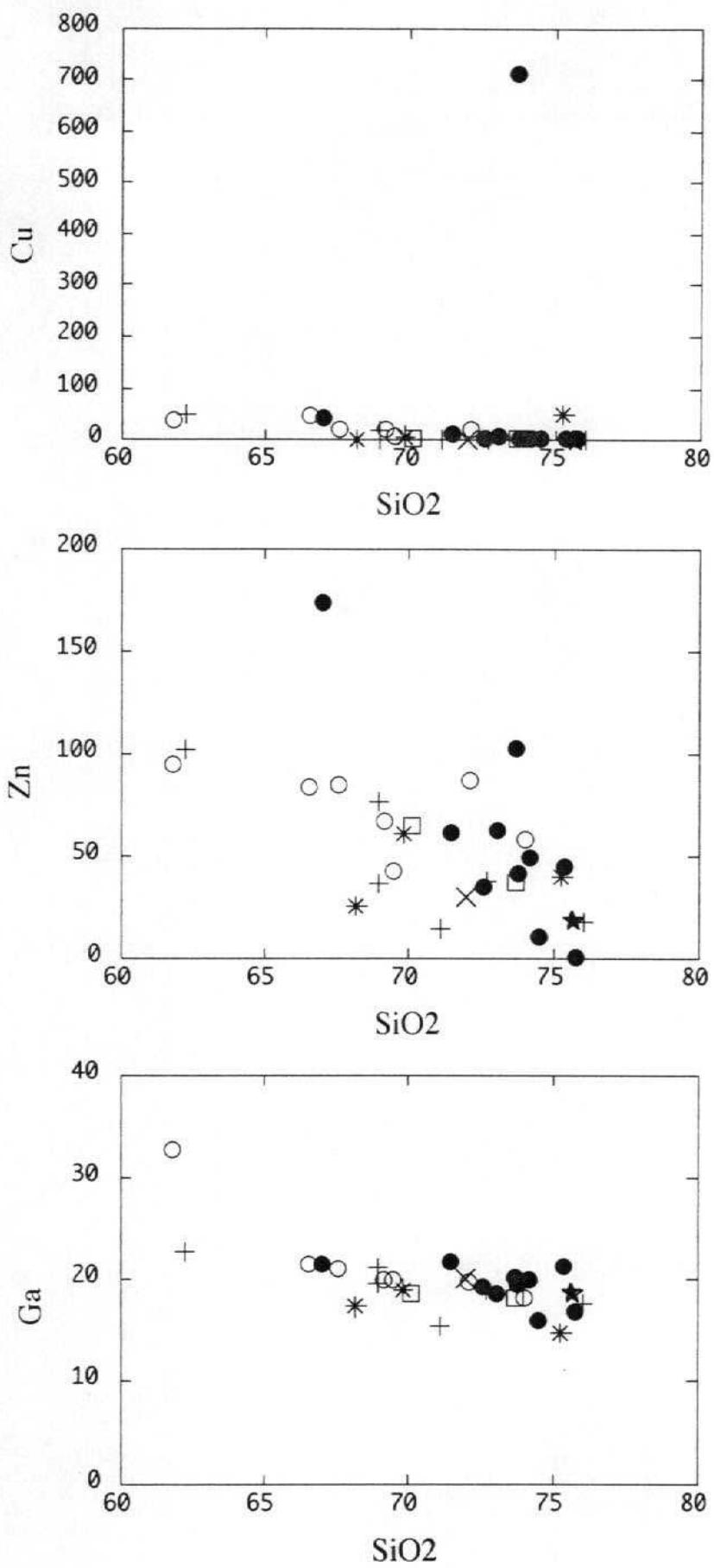


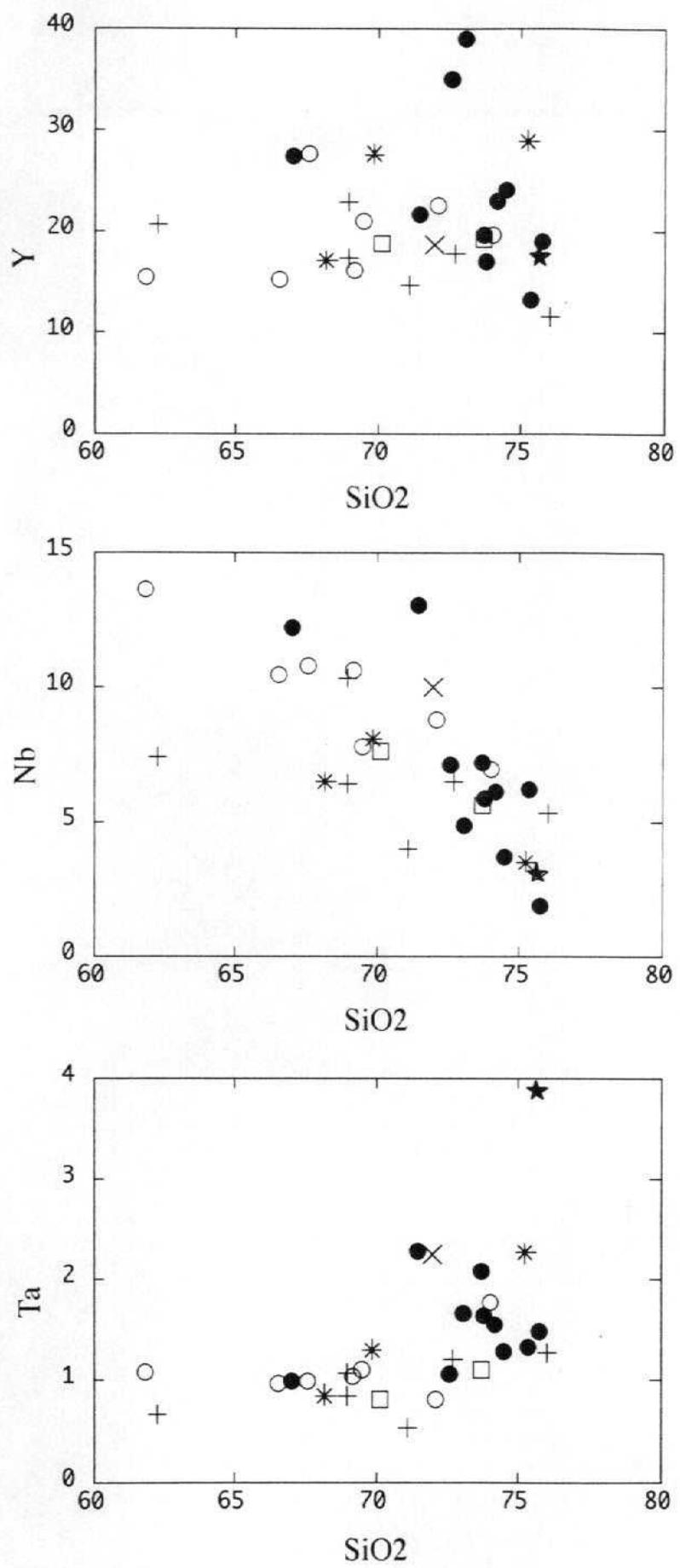


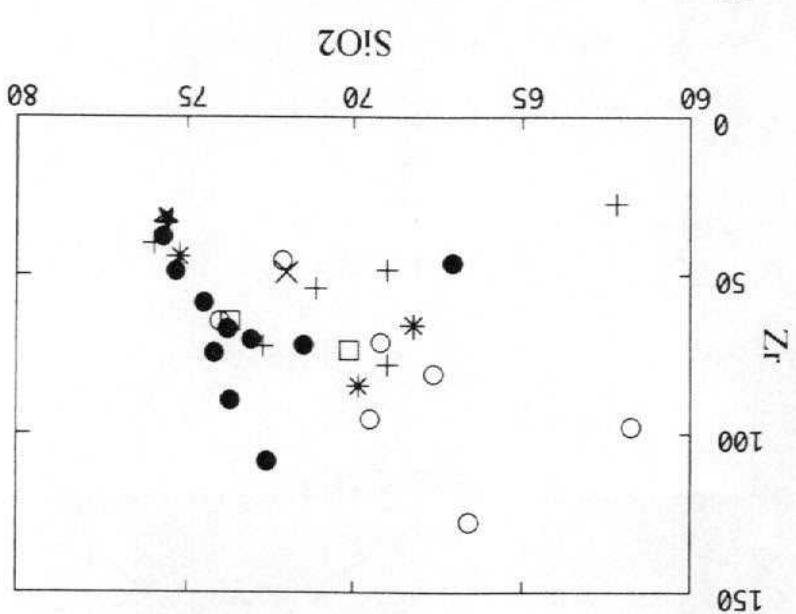
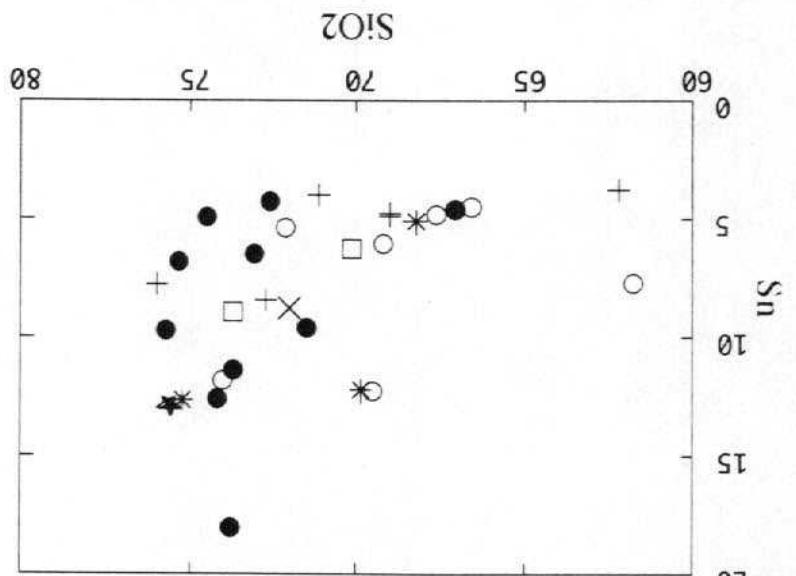
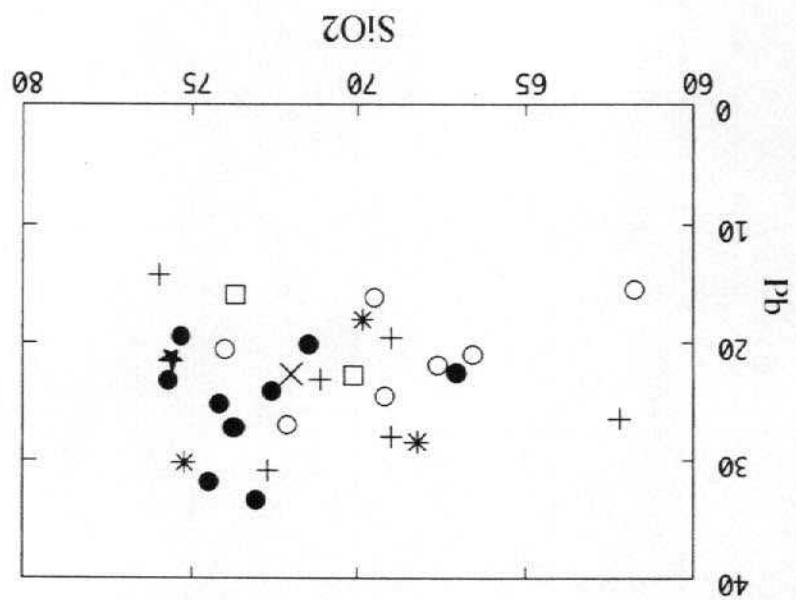


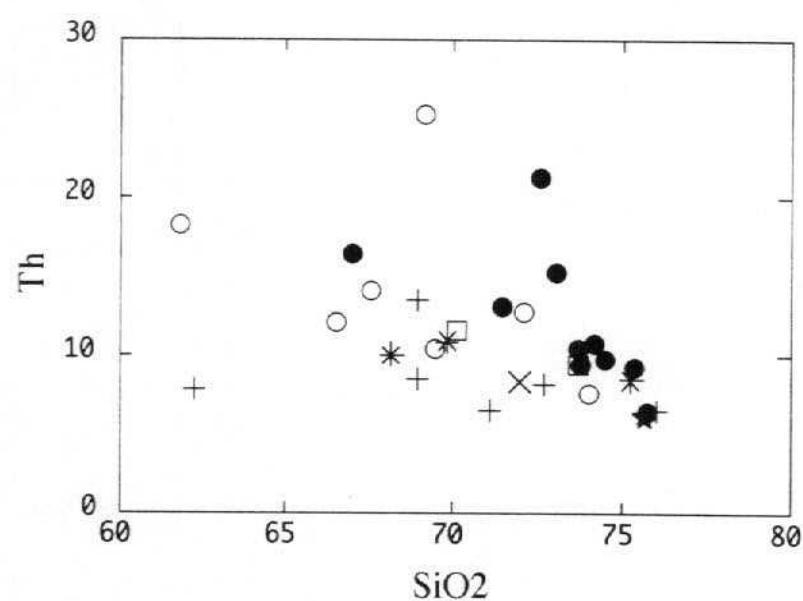
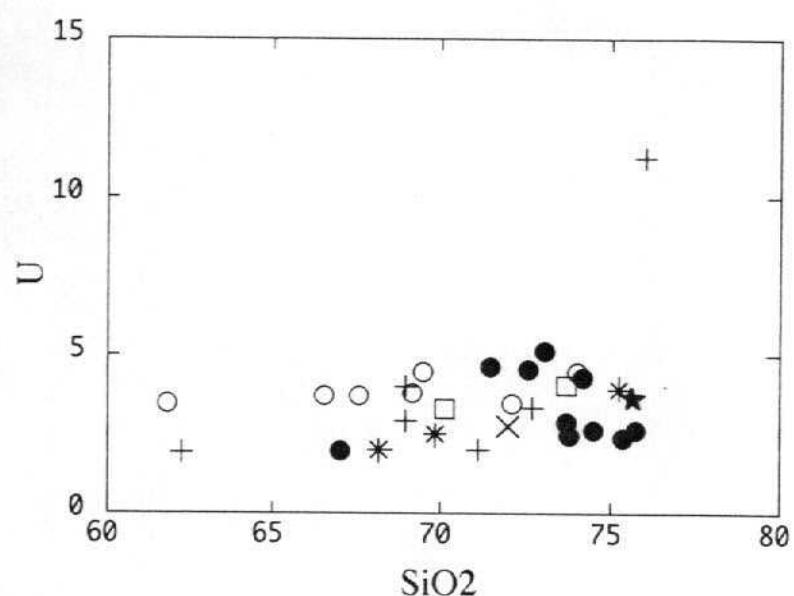


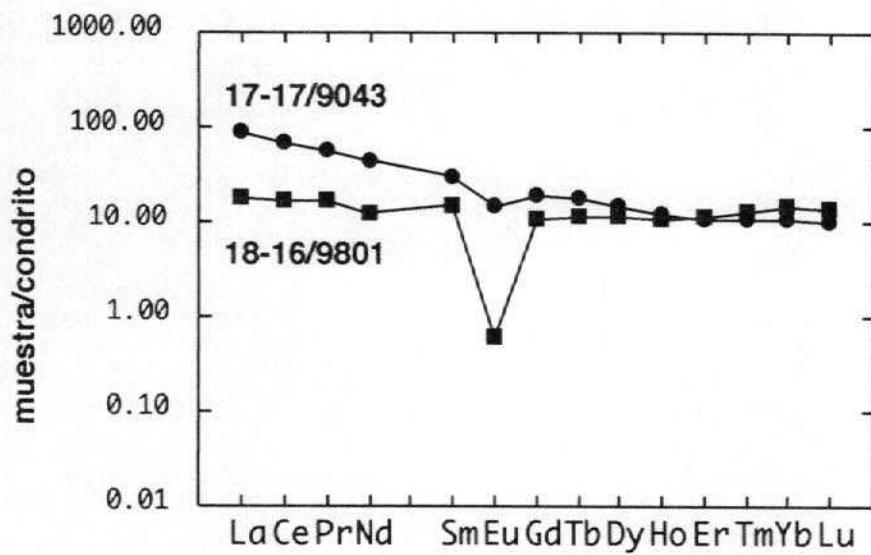




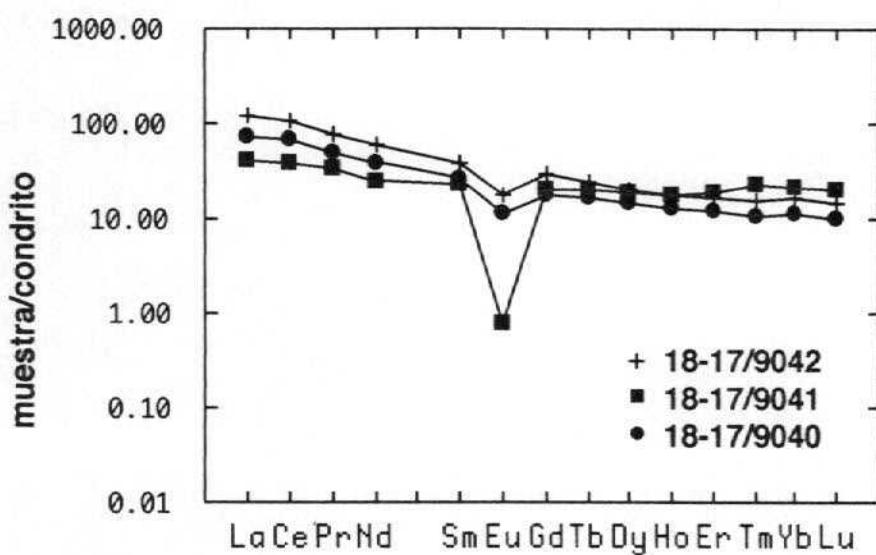


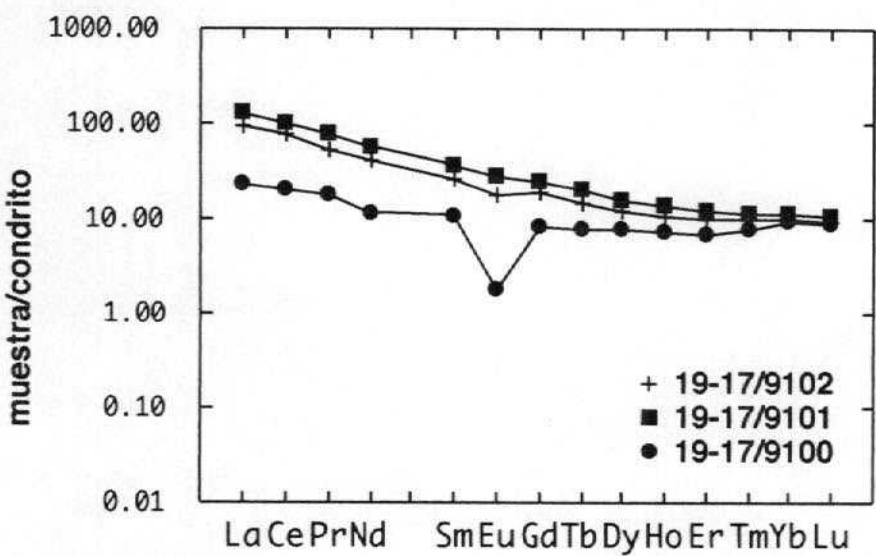


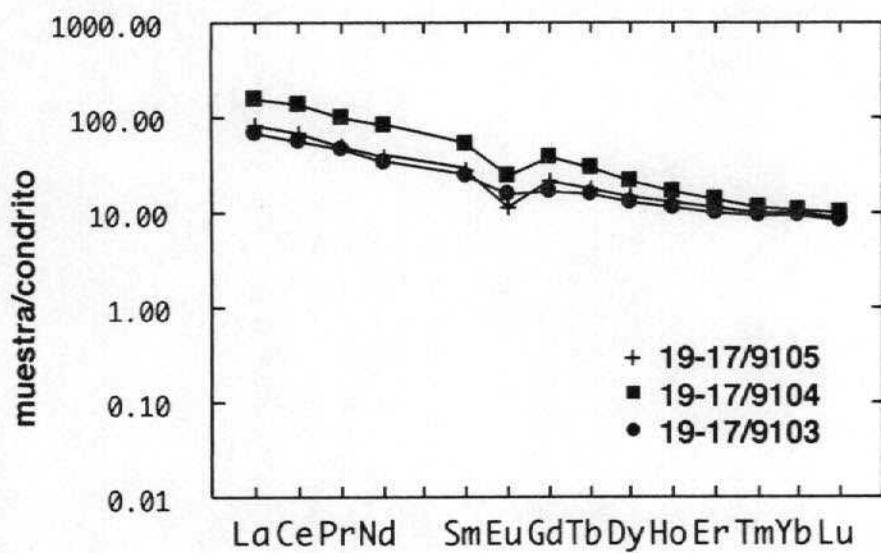




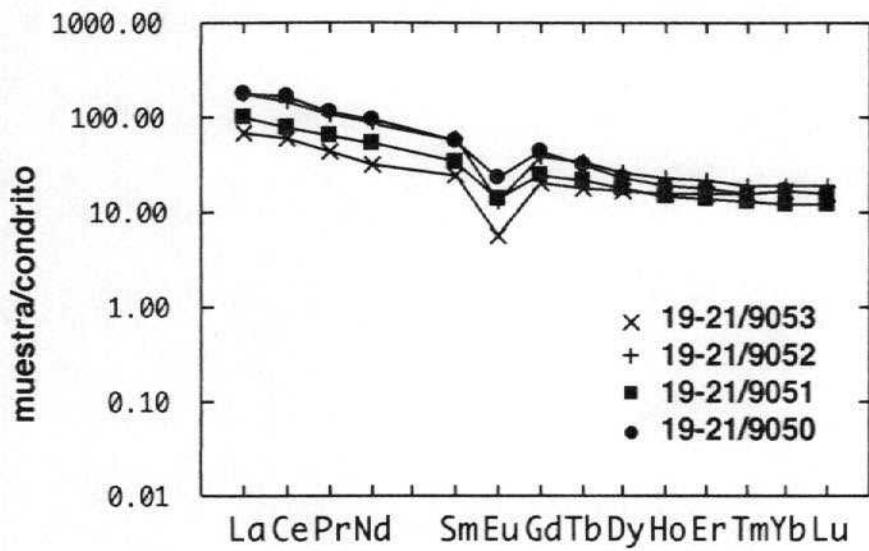
REE 1

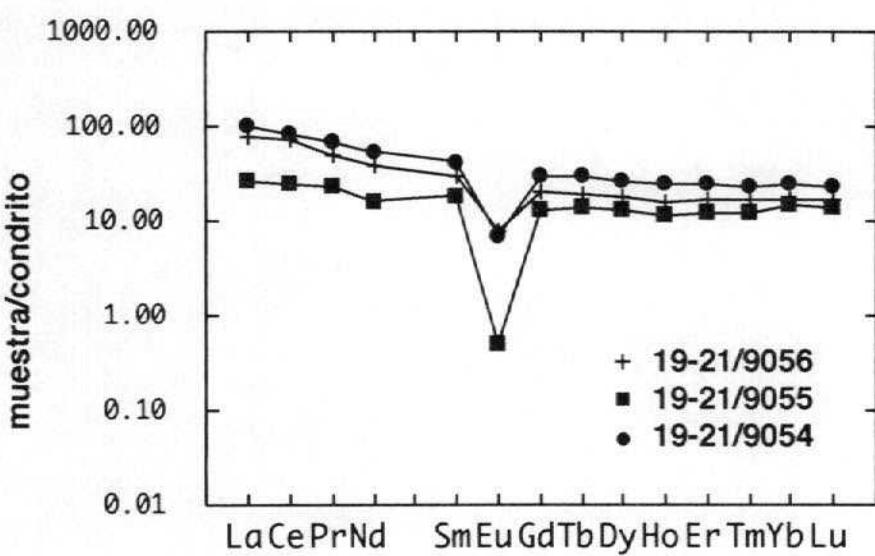




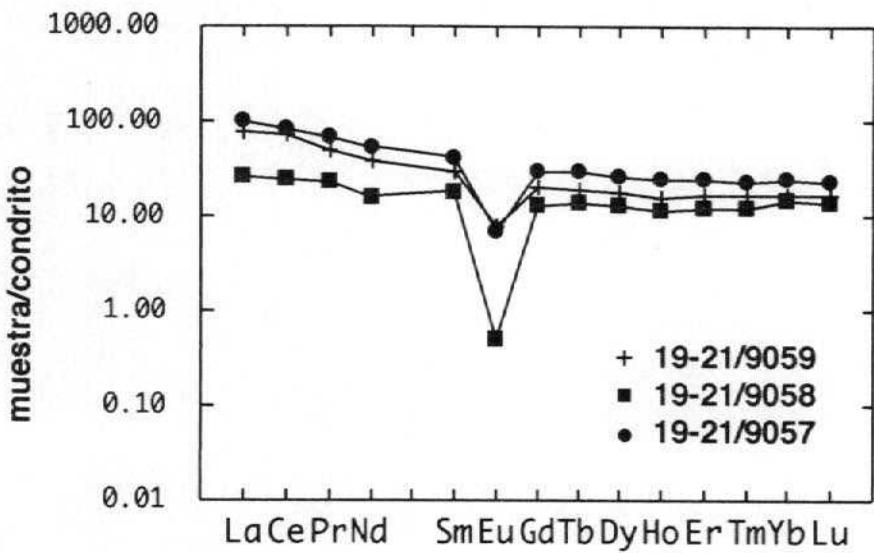


pet 4

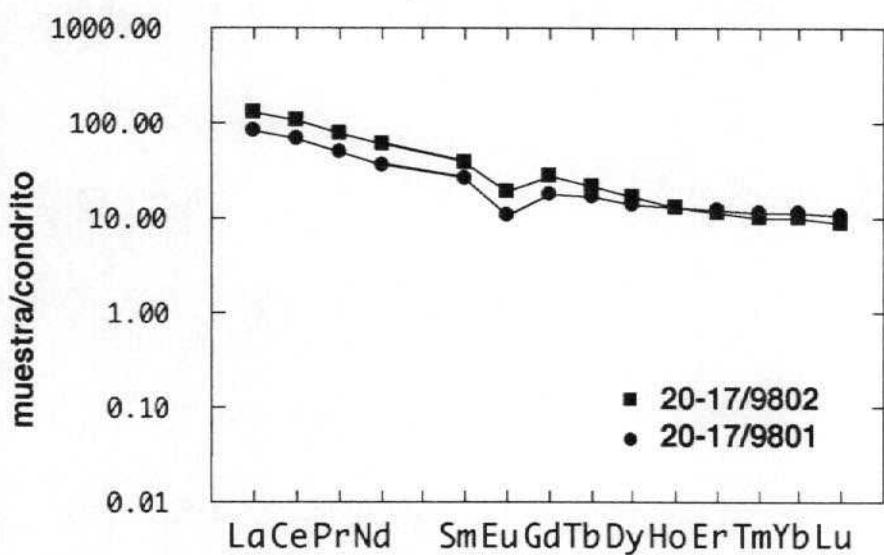


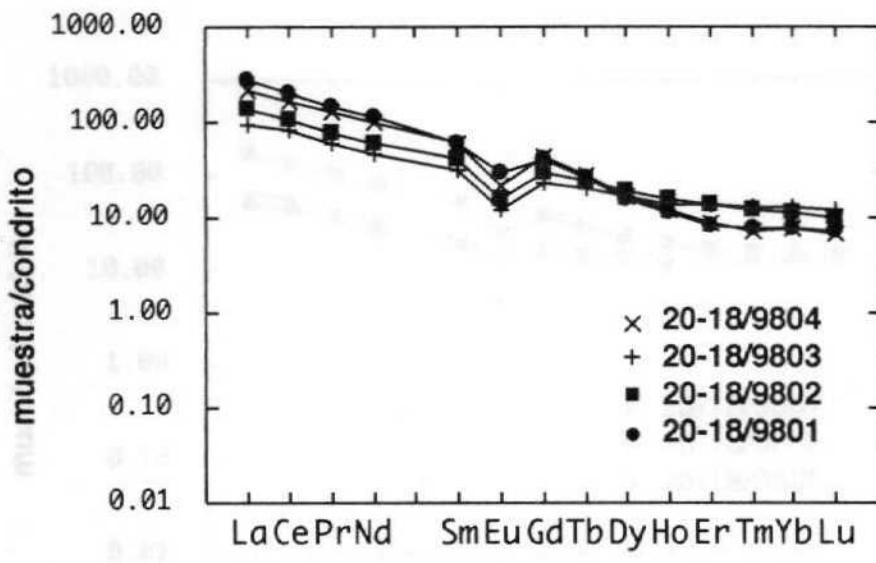


RREE



REE 7





REE 9

Referencias	Li	Rb	Cs	Be	Sr	Ba	Sc	V	Cr	Ni	Cu	Zn
A17-17/9043	122.70	204.39	16.32	5.74	136.57	384.92	8.23	34.02	0.00	0.00	0.00	30.06
A18-16/9801	21.37	331.60	11.54	12.69	9.14	3.89	2.89	1.64	0.00	0.00	0.00	19.13
A18-17/9040	68.52	209.31	10.45	1.70	84.18	555.43	4.47	22.56	0.00	0.00	0.00	25.77
A18-17/9041	15.20	222.49	4.82	5.10	16.80	31.22	3.43	0.31	0.00	0.00	49.07	40.35
A18-17/9042	82.47	135.99	4.32	3.53	183.76	480.91	10.60	50.24	0.00	0.00	6.46	61.08
A19-17/9100	92.41	368.22	13.48	0.74	17.17	25.53	4.31	1.29	0.00	0.00	0.00	18.41
A19-17/9101	61.06	102.31	7.76	2.16	423.75	614.14	14.58	93.38	0.00	0.00	48.42	102.29
A19-17/9102	100.03	143.58	6.90	3.80	250.49	521.32	8.04	41.54	0.00	0.00	0.50	36.85
A19-17/9103	57.49	125.73	4.93	1.57	105.81	630.18	5.29	28.80	0.00	0.00	0.00	14.48
A19-17/9104	101.73	141.38	7.07	4.15	120.31	691.42	13.11	79.38	21.45	10.55	16.68	76.21
A19-17/9105	81.57	145.82	9.30	4.26	95.44	490.06	6.50	29.61	0.00	0.00	2.45	37.73
A19-21/9050	75.06	94.34	6.37	3.01	161.36	749.37	17.98	113.21	43.72	39.84	42.53	173.02
A19-21/9051	123.21	183.46	14.85	2.18	102.61	486.56	8.09	44.95	0.00	0.00	8.01	60.85
A19-21/9052	65.37	169.45	7.68	2.62	97.69	354.73	8.20	21.37	0.00	0.00	0.00	34.24
A19-21/9053	74.22	213.39	6.43	3.66	46.74	239.19	4.49	9.08	0.00	0.00	0.00	9.89
A19-21/9054	91.83	272.49	7.37	3.38	57.71	200.11	5.11	8.51	0.00	1.74	6.80	62.63
A19-21/9055	16.81	307.88	7.98	12.21	8.13	6.21	2.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A19-21/9056	64.19	171.73	7.25	4.50	82.11	255.66	5.77	16.79	5.55	5.79	0.00	49.10
A19-21/9057	98.70	221.96	11.66	6.47	62.98	220.91	4.65	11.26	0.00	0.00	2.59	40.78
A19-21/9058	112.73	191.54	14.07	4.33	74.40	340.73	6.22	16.91	0.00	0.00	711.77	102.25
A19-21/9059	61.55	385.99	9.57	1.34	16.68	37.23	4.79	3.93	0.00	0.00	0.00	44.17
A20-17/9801	45.74	207.81	6.76	1.77	82.64	271.38	5.07	28.71	0.00	0.00	0.00	37.24
A20-17/9802	57.85	164.52	4.43	2.52	115.14	627.54	10.11	63.71	10.84	1.74	0.67	64.19
A20-18/9801	95.72	195.45	7.07	2.99	155.93	1313.99	22.18	138.30	80.19	43.48	35.90	94.34
A20-18/9802	37.61	150.02	4.66	3.02	122.03	655.39	7.85	45.32	0.00	24.14	17.27	86.17
A20-18/9803	59.32	177.93	7.11	2.19	103.64	343.17	7.94	44.40	0.00	0.00	3.88	42.81
A20-18/9804	42.77	164.39	5.98	2.76	141.12	770.38	13.25	76.53	16.64	0.00	16.19	66.99
A20-18/9805	25.26	311.04	6.68	1.88	48.51	190.62	5.20	9.36	0.00	0.00	0.00	57.35
A20-18/9806	62.47	150.04	3.21	3.00	174.57	679.20	14.57	86.77	23.71	7.92	18.97	84.25
A20-18/9807	49.88	146.20	3.33	2.79	171.21	860.13	15.87	100.75	40.84	1.09	42.79	83.13

Referencia	Q	Cor	Ort	Ab	An	Hy	Il	Mag	Ap	ITT %An en pl	ISA
17-17/9043	32.84	1.68	20.77	27.69	9.21	6.19	0.67	0.45	0.50	81.31	24.96
18-16/9801	40.85	3.90	24.85	27.22	1.13	1.72	0.06	0.13	0.12	92.93	3.99
18-17/9040	32.99	9.16	33.65	17.38	0.48	4.77	0.62	0.39	0.58	84.01	2.66
18-17/9041	38.32	2.11	31.06	24.79	2.36	1.18	0.04	0.09	0.05	94.17	8.68
18-17/9042	31.20	1.40	19.06	25.15	12.67	8.42	1.02	0.61	0.48	75.40	33.51
19-17/9100	41.07	3.56	26.73	25.17	0.29	2.27	0.15	0.21	0.55	92.97	1.13
19-17/9101	18.27	2.09	16.54	27.12	19.67	13.24	1.62	0.83	0.62	61.93	42.03
19-17/9102	28.09	1.64	23.81	26.51	10.97	7.13	0.79	0.48	0.58	78.41	29.27
19-17/9103	35.36	4.35	29.16	20.48	2.84	6.02	0.74	0.44	0.60	85.00	12.19
19-17/9104	36.89	6.98	21.24	20.42	1.52	9.77	1.66	0.84	0.68	78.55	6.94
19-17/9105	37.95	3.66	24.17	24.94	3.35	3.75	0.79	0.71	0.68	87.06	11.83
19-21/9050	30.80	4.22	18.15	23.25	5.57	14.01	2.23	1.14	0.62	72.20	19.34
19-21/9051	36.23	4.50	22.72	24.64	2.91	6.73	0.92	0.79	0.55	83.59	10.55
19-21/9052	34.44	1.61	23.29	26.15	8.56	4.68	0.60	0.38	0.29	83.89	24.65
19-21/9053	36.01	1.81	30.16	24.33	4.14	2.80	0.33	0.24	0.19	90.50	14.55
19-21/9054	33.81	2.49	31.03	26.71	2.26	2.76	0.33	0.34	0.27	91.56	7.79
19-21/9055	38.31	2.37	25.50	30.99	1.07	1.46	0.02	0.14	0.14	94.81	3.33
19-21/9056	35.80	2.42	25.80	27.47	3.26	3.98	0.52	0.38	0.36	89.08	10.62
19-21/9057	36.09	2.48	26.29	27.33	2.99	3.57	0.44	0.45	0.36	89.71	9.85
19-21/9058	36.66	2.88	24.36	26.18	3.92	4.39	0.57	0.60	0.43	87.21	13.01
19-21/9059	37.62	2.32	29.29	26.98	1.12	1.87	0.15	0.27	0.36	93.89	3.99
20-17/9801	38.69	3.45	25.26	22.80	3.35	4.97	0.58	0.50	0.41	86.75	12.81
20-17/9802	36.23	6.53	23.25	21.96	1.29	8.32	1.12	0.82	0.48	81.44	5.56
20-18/9801	31.53	12.51	23.48	11.70	2.06	14.98	2.00	1.40	0.34	66.71	14.98
20-18/9802	36.92	3.69	23.51	22.72	5.00	5.79	1.09	0.67	0.62	83.14	18.03
20-18/9803	36.14	6.60	22.93	22.95	2.73	6.29	1.03	0.77	0.56	82.02	10.63
20-18/9804	33.37	5.27	24.86	22.01	3.45	8.40	1.52	0.86	0.26	80.23	13.57
20-18/9805	38.91	4.10	28.31	22.33	1.88	3.43	0.27	0.26	0.50	89.55	7.77
20-18/9806	31.62	5.42	21.79	23.40	3.69	9.91	1.69	1.81	0.65	76.82	13.63
20-18/9807	28.98	5.68	22.40	21.59	6.81	11.43	1.65	0.86	0.60	72.97	23.98

ISA=mol Al₂O₃/CaO+Na₂O+K₂O

Referencia	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	La _N /Lu _N	Eu/Eu*
A17-17/9043	21.08	41.97	5.13	19.61	4.44	0.82	3.82	0.63	3.52	0.65	1.71	0.27	1.74	0.26	8.77	0.61
A18-16/9801	4.12	10.43	1.53	5.36	2.11	0.03	2.14	0.40	2.82	0.59	1.82	0.32	2.25	0.34	1.28	0.05
A18-17/9040	16.99	40.27	4.62	17.04	3.94	0.61	3.42	0.58	3.54	0.69	1.87	0.27	1.74	0.25	7.24	0.51
A18-17/9041	9.84	23.93	3.00	10.76	3.49	0.04	3.89	0.68	4.59	0.99	3.03	0.56	3.39	0.49	2.11	0.04
A18-17/9042	28.05	63.01	6.98	26.33	5.79	1.00	5.67	0.87	5.01	0.96	2.66	0.39	2.55	0.37	8.09	0.53
A19-17/9100	5.23	12.16	1.65	5.06	1.58	0.10	1.60	0.28	1.91	0.40	1.11	0.19	1.50	0.21	2.58	0.20
A19-17/9101	30.26	59.44	6.90	26.11	5.16	1.58	4.90	0.68	3.75	0.73	1.97	0.28	1.83	0.27	11.98	0.96
A19-17/9102	21.62	47.02	4.96	18.33	3.82	0.98	3.60	0.52	3.04	0.60	1.62	0.24	1.56	0.24	9.60	0.81
A19-17/9103	15.54	34.89	4.19	15.65	3.62	0.89	3.16	0.53	3.08	0.60	1.61	0.23	1.45	0.21	7.85	0.81
A19-17/9104	37.10	81.73	9.45	36.81	7.56	1.39	7.38	1.02	5.10	0.90	2.14	0.28	1.72	0.24	16.34	0.57
A19-17/9105	18.80	41.74	4.54	17.08	4.00	0.65	4.15	0.61	3.61	0.69	1.80	0.25	1.56	0.22	9.24	0.49
A19-21/9050	41.74	101.96	10.42	41.50	8.33	1.28	8.42	1.07	5.63	1.05	2.88	0.38	2.62	0.39	11.45	0.47
A19-21/9051	23.26	47.13	6.03	23.60	5.03	0.77	4.65	0.73	4.22	0.82	2.24	0.31	1.97	0.29	8.37	0.49
A19-21/9052	40.35	90.88	10.01	38.59	8.65	0.70	7.69	1.14	6.49	1.24	3.46	0.48	3.05	0.46	9.37	0.26
A19-21/9053	16.30	36.13	3.90	14.38	3.67	0.32	3.91	0.62	4.04	0.83	2.53	0.39	2.61	0.38	4.59	0.26
A19-21/9054	22.86	50.12	6.28	23.75	6.16	0.39	5.94	1.00	6.43	1.30	3.97	0.58	3.77	0.56	4.33	0.19
A19-21/9055	6.06	14.53	2.14	7.23	2.54	0.03	2.54	0.46	3.14	0.62	1.89	0.31	2.30	0.34	1.91	0.03
A19-21/9056	18.08	45.47	4.61	17.25	4.30	0.42	3.99	0.68	4.34	0.88	2.57	0.40	2.65	0.40	4.76	0.31
A19-21/9057	15.01	35.92	3.99	14.71	3.71	0.34	3.25	0.54	3.18	0.62	1.78	0.29	1.98	0.30	5.28	0.30
A19-21/9058	15.19	35.71	4.41	16.81	4.18	0.35	3.71	0.62	3.72	0.71	2.06	0.32	2.20	0.34	4.73	0.27
A19-21/9059	5.02	11.05	1.57	4.76	1.44	0.08	1.57	0.29	2.10	0.44	1.25	0.21	1.47	0.21	2.55	0.17
A20-17/9801	19.31	40.36	4.47	16.42	3.81	0.60	3.40	0.57	3.44	0.70	1.88	0.28	1.80	0.26	7.79	0.51
A20-17/9802	30.04	64.80	7.26	27.29	5.74	1.02	5.52	0.76	4.00	0.73	1.77	0.24	1.60	0.22	14.23	0.56
A20-18/9801	64.52	119.16	13.53	49.66	8.76	1.68	8.13	0.93	3.81	0.61	1.32	0.19	1.25	0.18	37.41	0.61
A20-18/9802	31.86	63.58	7.15	26.95	6.02	0.87	5.91	0.85	4.57	0.85	2.14	0.29	1.79	0.26	13.26	0.45
A20-18/9803	21.85	49.87	5.59	21.02	4.72	0.67	4.47	0.68	3.95	0.76	2.12	0.31	2.06	0.30	7.78	0.44
A20-18/9804	48.84	101.78	11.93	45.18	8.94	1.17	8.23	0.99	4.11	0.65	1.36	0.18	1.20	0.17	30.13	0.42
A20-18/9805	11.74	26.81	3.12	11.02	2.77	0.26	3.09	0.50	3.31	0.68	1.89	0.30	1.94	0.27	4.63	0.27
A20-18/9806	39.55	77.68	9.39	35.63	7.43	1.35	6.97	0.99	5.37	1.00	2.53	0.36	2.33	0.33	12.79	0.57
A20-18/9807	15.56	34.43	4.03	14.99	3.14	0.72	2.67	0.42	2.51	0.55	1.65	0.27	1.90	0.29	5.60	0.76

Referencias	Ga	Y	Nb	Ta	Zr	Hf	Mo	Sn	Tl	Pb	U	Th
A17-17/9043	19.91	18.61	10.00	2.25	49.19	1.73	0.00	8.75	1.11	22.58	2.79	8.37
A18-16/9801	18.62	17.54	3.12	3.88	32.45	1.98	0.00	12.89	1.86	21.38	3.65	6.18
A18-17/9040	17.23	17.10	6.51	0.85	66.03	1.99	0.00	5.14	1.38	28.42	1.97	10.04
A18-17/9041	14.70	28.94	3.53	2.26	43.98	2.28	0.00	12.65	1.04	30.18	3.93	8.42
A18-17/9042	18.93	27.63	8.08	1.29	84.85	2.65	0.00	12.24	0.77	18.02	2.48	10.91
A19-17/9100	17.65	11.51	5.32	1.27	40.03	1.80	0.00	7.75	2.06	14.16	11.22	6.47
A19-17/9101	22.59	20.60	7.39	0.67	27.52	1.08	0.00	3.75	0.50	26.48	1.94	7.89
A19-17/9102	19.53	17.31	6.40	1.06	78.36	2.45	0.00	4.84	0.82	27.98	2.92	8.58
A19-17/9103	15.31	14.73	4.00	0.53	54.39	1.77	0.00	3.98	0.82	23.18	2.00	6.55
A19-17/9104	21.18	22.90	10.32	0.85	48.43	1.51	0.00	4.82	0.85	19.63	4.01	13.54
A19-17/9105	18.95	17.66	6.46	1.21	72.85	2.20	0.00	8.49	1.02	30.94	3.38	8.12
A19-21/9050	21.38	27.35	12.11	0.97	45.89	1.23	0.00	4.51	0.61	22.48	1.88	16.28
A19-21/9051	21.48	21.59	12.96	2.26	71.59	2.30	0.00	9.59	1.30	19.89	4.61	13.02
A19-21/9052	19.07	34.92	7.05	1.04	108.30	3.70	0.00	4.18	0.92	24.06	4.48	21.13
A19-21/9053	15.75	23.96	3.71	1.28	58.53	2.21	0.00	4.89	1.20	31.77	2.59	9.64
A19-21/9054	18.42	38.94	4.84	1.64	69.56	2.98	0.00	6.46	1.44	33.28	5.05	15.23
A19-21/9055	16.68	18.82	1.85	1.46	37.63	2.17	0.00	9.66	1.54	23.12	2.55	6.34
A19-21/9056	19.83	22.92	6.05	1.53	74.24	2.65	0.00	12.50	1.48	25.02	4.28	10.73
A19-21/9057	19.27	16.85	5.84	1.61	66.66	2.44	0.00	18.01	1.62	26.97	2.45	9.28
A19-21/9058	20.06	19.58	7.18	2.07	89.14	3.29	0.00	11.27	1.46	26.99	2.81	10.41
A19-21/9059	21.20	13.17	6.13	1.30	48.29	2.12	0.00	6.77	1.99	19.31	2.31	9.12
A20-17/9801	18.02	19.02	5.58	1.10	64.41	2.08	0.00	8.93	1.20	15.82	4.02	9.40
A20-17/9802	18.42	18.64	7.59	0.79	73.01	2.12	0.00	6.23	0.97	22.61	3.27	11.53
A20-18/9801	32.60	15.38	13.56	1.06	97.06	2.75	0.00	7.62	0.81	15.40	3.44	18.21
A20-18/9802	19.44	22.33	8.78	0.81	44.77	1.22	0.00	5.37	0.95	26.86	3.42	12.72
A20-18/9803	19.71	20.96	7.74	1.09	95.10	2.99	0.00	12.25	1.05	16.06	4.45	10.31
A20-18/9804	19.78	16.03	10.57	1.03	71.04	2.04	0.00	6.00	0.88	24.44	3.77	25.13
A20-18/9805	17.94	19.48	6.94	1.76	64.13	2.18	0.00	11.74	1.56	20.43	4.45	7.49
A20-18/9806	20.97	27.44	10.71	0.98	80.41	2.39	0.00	4.73	0.77	21.70	3.63	13.98
A20-18/9807	21.35	15.17	10.40	0.95	127.43	3.39	0.00	4.48	0.84	20.92	3.63	12.00

Referencia	SiO₂	TiO₂	Al₂O₃	FeO*	MgO	MnO	CaO	Na₂O	K₂O	P₂O₅	LOI	Total
A17-17/9043	71.94	0.35	14.14	2.77	0.91	0.07	2.12	3.25	3.49	0.21	0.74	99.99
A18-16/9801	75.62	0.03	13.91	0.81	0.17	0.03	0.29	3.16	4.13	0.05	1.30	99.50
A18-17/9040	68.17	0.32	18.56	2.38	0.59	0.02	0.41	2.02	5.60	0.24	1.63	99.95
A18-17/9041	75.23	0.02	13.16	0.56	0.11	0.02	0.49	2.86	5.13	0.02	1.58	99.19
A18-17/9042	69.83	0.53	14.27	3.76	1.28	0.08	2.79	2.94	3.19	0.20	1.04	99.92
A19-17/9100	75.99	0.08	13.30	1.26	0.15	0.02	0.36	2.94	4.47	0.23	1.22	100.01
A19-17/9101	62.18	0.84	17.35	5.06	2.56	0.09	4.25	3.16	2.76	0.26	0.97	99.48
A19-17/9102	68.96	0.41	14.92	2.92	1.21	0.06	2.49	3.08	3.96	0.24	0.87	99.12
A19-17/9103	71.09	0.38	14.41	2.69	0.91	0.03	0.89	2.37	4.83	0.25	1.89	99.73
A19-17/9104	68.96	0.86	15.12	5.11	1.19	0.04	0.67	2.37	3.53	0.28	0.99	99.13
A19-17/9105	72.68	0.41	13.89	2.15	0.61	0.04	1.03	2.89	4.01	0.28	1.52	99.51
A19-21/9050	67.08	1.16	13.91	6.96	1.89	0.09	1.45	2.71	3.03	0.26	1.03	99.57
A19-21/9051	71.50	0.48	14.31	3.46	0.93	0.05	0.88	2.87	3.79	0.23	1.29	99.80
A19-21/9052	72.56	0.31	13.91	2.35	0.55	0.05	1.86	3.05	3.89	0.12	0.71	99.36
A19-21/9053	74.50	0.17	13.41	1.45	0.29	0.03	0.93	2.84	5.04	0.08	1.05	99.78
A19-21/9054	73.03	0.17	13.89	1.49	0.30	0.04	0.59	3.09	5.14	0.11	1.31	99.17
A19-21/9055	75.77	0.01	13.19	0.69	0.14	0.03	0.29	3.59	4.23	0.06	1.17	99.17
A19-21/9056	74.14	0.27	13.57	2.13	0.40	0.07	0.85	3.22	4.33	0.15	0.51	99.65
A19-21/9057	73.79	0.23	13.49	1.97	0.37	0.06	0.79	3.18	4.38	0.15	1.16	99.57
A19-21/9058	73.71	0.30	13.76	2.47	0.49	0.06	1.02	3.07	4.09	0.18	0.89	100.05
A19-21/9059	75.33	0.08	13.14	1.20	0.08	0.02	0.42	3.14	4.88	0.15	0.83	99.27
A20-17/9801	73.68	0.30	13.56	2.56	0.59	0.04	0.89	2.66	4.22	0.17	0.93	99.60
A20-17/9802	70.15	0.58	15.32	4.20	1.11	0.04	0.52	2.56	3.88	0.20	0.95	99.52
A20-18/9801	61.82	1.03	19.37	7.07	2.23	0.07	0.59	1.35	3.88	0.14	2.19	99.74
A20-18/9802	72.14	0.57	14.11	3.15	0.78	0.04	1.34	2.66	3.94	0.26	0.75	99.76
A20-18/9803	69.47	0.53	15.89	3.33	0.84	0.05	0.84	2.65	3.79	0.23	1.84	99.47
A20-18/9804	69.22	0.79	15.12	4.36	1.17	0.05	0.83	2.56	4.14	0.11	0.94	99.29
A20-18/9805	74.01	0.14	14.11	1.61	0.41	0.04	0.65	2.60	4.72	0.21	0.99	99.50
A20-18/9806	67.62	0.88	15.12	5.54	1.60	0.07	1.09	2.73	3.64	0.27	1.36	99.93
A20-18/9807	66.55	0.86	16.34	5.31	1.75	0.06	1.69	2.53	3.76	0.25	0.74	99.84

FeO* = todo el Fe como FeO

MUESTRA	9040	9103	9104	9801	9802	9100	9105
SiO ₂	68,17	71,09	68,96	73,68	70,15	75,99	72,68
TiO ₂	0,32	0,38	0,86	0,3	0,58	0,08	0,41
Al ₂ O ₃	18,56	14,41	15,12	13,56	15,32	13,3	13,89
FeO*	2,38	2,69	5,11	2,56	4,2	1,26	2,15
MgO	0,59	0,91	1,19	0,59	1,11	0,15	0,61
MnO	0,02	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04
CaO	0,41	0,89	0,67	0,89	0,52	0,36	1,03
Na ₂ O	2,02	2,37	2,37	2,66	2,56	2,94	2,89
K ₂ O	5,6	4,83	3,53	4,22	3,88	4,47	4,01
P ₂ O ₅	0,24	0,25	0,28	0,17	0,2	0,23	0,28
LOI	1,63	1,89	0,99	0,93	0,95	1,22	1,52
Total	99,95	99,73	99,13	99,6	99,52	100,01	99,51

Neis glandula 9040*, 9103**, 9104**, 9801***, 9802***

Leuconeis 9041*, 9100**, 9105**

* Hoja 18-17 Cantalejo

** Hoja 19-17 Sepulveda

*** Hoja 20-21 Riaza

MUESTRA	9040	9103	9104	9802	9100	9105	9801
Q	32,99	35,36	36,9	36,2	41,07	37,95	38,7
Cor	9,16	4,35	6,98	6,53	3,56	3,66	3,45
Ort	33,65	29,16	21,2	23,3	26,73	24,17	25,3
Ab	17,38	20,48	20,4	22	25,17	24,94	22,8
An	0,48	2,84	1,52	1,29	0,29	3,35	3,35
Hy	4,77	6,02	9,77	8,32	2,27	3,75	4,97
II	0,62	0,74	1,66	1,12	0,15	0,79	0,58
Mag	0,39	0,44	0,84	0,82	0,21	0,71	0,5
Ap	0,58	0,6	0,68	0,48	0,55	0,68	0,41
ITT	84,01	85	78,6	81,4	92,97	87,06	86,8
%An en pl	2,66	12,19	6,94	5,56	1,13	11,83	12,8
ISA	1,94	1,42	1,83	1,73	1,36	1,35	1,33

MUESTRA	9040	9103	9104	9301	9302	9100	9105
Li	68,52	57,49	101,73	45,74	37,61	92,41	81,57
Rb	209,31	125,73	141,38	207,81	150,02	368,22	145,82
Cs	10,45	4,93	7,07	6,76	4,66	13,48	9,3
Be	1,7	1,57	4,15	1,77	3,02	0,74	4,26
Sr	84,18	105,81	120,31	82,64	122,03	17,17	95,44
Ba	555,43	630,18	691,42	271,38	655,39	25,53	490,06
Sc	4,47	5,29	13,11	5,08	7,85	4,31	6,5
V	22,56	28,8	79,38	28,71	45,32	1,29	29,61
Cr	0	0	21,45	0	0	0	0
Ni	0	0	10,55	0	24,14	0	0
Cu	0	0	16,68	0	17,27	0	2,45
Zn	25,77	14,48	76,21	37,24	86,17	18,41	37,73

Neis glandular 9040*, 9103**, 9104**, 9801***, 9802***

Leuconeis 9041*, 9100**, 9105**

* Hoja 18-17 Cantalejo

** Hoja 19-17 Sepulveda

*** Hoja 20-21 Riaza

TIERRAS RARAS

MESTRA

Ga Y Nb Ta Zr Hf Mo Sn Ti Pb U

La Ce Pr Nd Sm Eu Gd Tb Ho Dy Er Tm Yb Lu La/Lu Eu/Eu^a

17,23	15,31	21,18	18,02	18,42	17,66	18,95	17,66	11,51	18,64	19,02	22,9	14,73	17,1		
6,51	4	10,32	5,58	7,59	5,32	6,46	0,85	0,85	1,1	0,79	64,41	48,43	54,39	66,03	
0,85	0,53	0,53	10,32	19,02	18,64	11,51	11,51	73,01	40,03	72,85	72,85	40,03	64,41	48,43	54,39
1,99	0	0	0	0	2,08	2,12	2,12	73,01	1,27	1,21	1,21	1,27	0,79	1,1	0,85
5,14	3,98	4,82	8,93	6,23	7,75	8,49	0	0	0	2,06	1,02	1,02	1,16	4,47	2,02
1,38	0,82	0,85	1,2	0,97	7,75	8,49	1,38	1,2	0,97	2,06	1,16	1,16	2,06	3,27	4,01
28,42	23,18	19,63	15,82	22,61	14,16	30,94	28,42	23,18	19,63	15,82	22,61	14,16	14,16	30,94	28,42
10,04	6,55	13,54	9,4	11,53	6,47	8,12	10,04	6,55	13,54	9,4	11,53	6,47	6,47	11,53	13,54
3,94	3,62	7,56	3,81	5,74	1,58	4	3,94	3,62	7,56	3,81	5,74	1,58	1,58	5,74	3,81
4,62	4,19	9,45	4,47	7,26	1,65	4,54	4,62	4,19	9,45	4,47	7,26	1,65	1,65	5,06	17,08
17,04	15,65	36,81	16,42	27,29	5,06	17,08	17,04	15,65	36,81	16,42	27,29	5,06	5,06	5,06	17,08
0,61	0,89	1,39	0,6	1,02	0,1	0,65	0,61	0,89	1,39	0,6	1,02	0,1	0,1	0,65	0,61
3,42	3,16	7,38	3,4	5,52	1,6	4,15	3,42	3,16	7,38	3,4	5,52	1,6	1,6	0,57	1,02
3,54	3,08	5,1	3,44	4	3,61	3,54	3,54	3,08	5,1	3,44	4	4	0,7	0,9	0,61
0,69	0,6	0,9	0,7	0,73	0,4	0,69	0,69	0,69	1,61	1,11	1,8	1,8	1,61	1,61	1,61
1,87	1,61	2,14	1,88	1,77	1,11	1,8	1,87	1,61	2,14	1,88	1,77	1,11	1,11	1,11	1,8
0,27	0,23	0,28	0,28	0,24	0,19	0,25	0,27	0,27	0,28	0,24	0,22	0,22	0,22	0,22	0,25
0,25	0,21	0,24	0,26	0,22	0,21	0,24	0,25	0,25	0,26	0,24	0,23	0,23	0,23	0,23	0,24
7,24	7,85	16,34	7,79	14,23	2,58	9,24	7,24	7,85	16,34	7,79	14,23	2,58	2,58	2,58	0,57
0,51	0,81	0,57	0,51	0,56	0,2	0,49	0,51	0,81	0,57	0,51	0,56	0,2	0,2	0,2	0,49