

COMPOSICION QUIMICA DE GRANITOS BATOLITICOS DE LAS
SIERRAS PAMPEANAS

Por

CARLOS W. RAPELA* y LARRY HEAMAN**

RESUMEN

Se describe en esta contribución la metodología químico-analítica y los resultados obtenidos mediante la misma a los efectos de la determinación de elementos mayoritarios y trazas en cuerpos graníticos mayores de las Sierras Pampeanas.

Los óxidos mayoritarios SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 (total), MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O y P_2O_5 y los elementos traza Rb, Sr, Ba, La, Ce, Nd, V, Y, Nb y Zr fueron determinados por espectrometría de fluorescencia de rayos X en rocas granitoides de los batolitos de Achala, Capillitas y la Sierra de Velasco. Se efectuó un estudio de precisión y exactitud de las determinaciones mediante la comparación con patrones de roca internacionales.

ABSTRACT

Granitoid rocks ranging in composition from granite to tonalite from the Achala and Capillitas batholiths and the Sierra de Velasco have been analyzed for both major and trace elements.

SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , total iron as Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O and P_2O_5 were determined by X-ray fluorescence spectrometry on fused pellets (a mixture of lithium meta and tetraborate was used as flux) using calibrations based upon a range of well analyzed international standard rocks. Rb, Sr, Ba, La, Ce, Nd, V, Y, Nb y Zr were determined by X-ray fluorescence spectrometry on pressed powder discs and the working curves were constructed using the analyzed standards W-1, GSP-1, BCR-1, AGV-1, NIMS-S, NIM-P, NIM-L, SY-1 and SY-3. The calibrations were checked by analysis of the standards JG-1, G-2 and NIM-L as unknowns and the results are generally close to published values.

* C.I.G., Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Miembro de la Carrera del Investigador Científico, CONICET.

** Department of Geology, McMaster University, Hamilton Ontario Canadá.

INTRODUCCION

El trabajo que se describe a continuación es parte de un plan de investigación de largo alcance del CIG tendiente a lograr una caracterización geoquímica y petrológica de los cuerpos granitoides pampeanos, de los cuales solo existen informaciones aisladas. Especial importancia se atribuye a las determinaciones de elementos traza del grupo de las tierras raras y elementos afines cuyos niveles de abundancia en los granitoides pampeanos se desconoce.

Se espera que el estudio comparado de tendencias evolutivas y estudios estadísticos de detalle que se elaborarán con los datos químicos que aquí se presentan, conjuntamente con los ya elaborados en otras regiones de las Sierras (Rapela, 1976a, 1976b, Merodio y Rapela, 1977 y Rapela y Shaw, 1979) contribuirán a un mejor conocimiento de los ciclos plutónicos graníticos de las Sierras Pampeanas.

Este trabajo tiene por objeto exponer los análisis químicos y describir la metodología analítica utilizada en muestras pertenecientes a las unidades graníticas mayores de las Sierras Pampeanas. Los óxidos mayoritarios SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 (T), MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 y diversos elementos traza (Rb, Sr, Ba, La, Ce, Nd, V, Y y Zr) fueron determinados en 22 muestras del Batolito de Achala, 20 muestras del Batolito de Capillitas y 21 muestras de la Sierra de Velasco (Formaciones Antinaco y Paimán).

Las muestras de las distintas unidades fueron obtenidas en parte a través de diferentes instituciones oficiales, de investigadores en forma particular y en parte también, muestreadas en forma personal por el primero de los autores. Se quiere agradecer en forma explícita al Servicio Geológico Nacional y a los Drs. Roberto Caminos y Federico Roellig que permitieron la utilización del muestreo original del Dr. Félix González Bonorino en las Hojas Geológica Capillitas, Andalgalá y Villa Alberdi. Se agradece también a los Drs. Carlos Gordillo, Enrique Lináres, Alejandro Toselli y Juan Alpizcueta por su interés y la generosa cesión de muestras para este estudio. La ubicación geográfica de las muestras analizadas se expone en el Apéndice.

Los análisis químicos fueron llevados a cabo por los autores en el Department of Geology de la McMaster University, Canadá durante el transcurso de una beca externa otorgada por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas al primero de los autores.

METODOLOGIA ANALITICA

El análisis de elementos mayoritarios y traza se realizó por espectrometría de fluorescencia de rayo X, utilizando un equipo Phillips modelo 1450 de 3kW de potencia.

La determinación de los óxidos mayoritarios fueron practicados en perlas elaboradas mediante fusión alcalina de las muestras con mezclas de meta y tetraborato de litio. Condiciones: tubo de cromo, 50 kV, 50 mA, 14 canales. Se utilizó un "drift monitor" para la corrección progresiva del conteo por segundo. Los datos finales se obtuvieron mediante un programa de computación que incluye los standards GSP-1, W-1, BCR-1, NIM-N SY-1 y NIM-G para la construcción de las curvas de calibrado. En el Cuadro 4 se resume el estudio de precisión y exactitud realizado para estas determinaciones.

Los elementos traza fueron determinados directamente sobre el polvo de roca prensado. Rb, Sr, Zr, Y y Nb con tubo de W; condiciones 50kV, 50mA, 7 canales. El programa de computación incluye la comparación con los standards NIM-G, GSP-1, NIM-S, SY-1, BCR-1, W-1 y NIM-L mediante ecuaciones de recta y polinómicas. Ba, Ce, La, Nd y V fueron determinados bajo las mismas condiciones operativas ampliando el número de canales a 10 y con curvas de calibrado realizada con los standards NIM-D, W-1, BCR-1, SY-3, GSP-1, NIM-S y G-2. El análisis de precisión y exactitud se resume asimismo en el cuadro 4.

En los Cuadros 1, 2 y 3 se presentan las composiciones químicas de muestras de los

batolitos de Achala, Capillitas y la Sierra de Velasco realizadas con las técnicas descriptas más arriba.

BIBLIOGRAFIA

- ABBEY, S. (1977) Studies in "standard samples" for use in the general analysis of silicate rocks and minerals, Part 5: 1977 edition of *Usable Values*, Geol. Surv. Can. Pap. 77-34.
- MERODIO, J.C. y RAPELA, C.W. (1977) Distribución estadística de elementos mayoritarios en rocas granitoides y metamórficas asociadas. *Obra del Centenario Museo de La Plata*, Tomo IV, p.225-242.
- RAPELA, C.W. (1976a) El basamento metamórfico de la región de Cafayate. Aspectos petrológicos y geoquímicos. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* 31, 203-222.
- (1976b) Las rocas granitoides de la región de Cafayate. Aspectos petrológicos y geoquímicos. *Rev. Asoc. Geol. Arg.* 31, 160-278.
- RAPELA, C.W. y SHAW, D.M. (1979) Trace and major element models of granitoid genesis in the Pampean Ranges, Argentina. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 43, p. 1117-1129.

APENDICE

Ubicación geográfica de las muestras analizadas

Batolito de Achala

- CO-6 Tanti Viejo, Córdoba.
- CO-21 San José del Mallín, Tanti, Córdoba.
- CO-25 Arroyo Las Mojarras, 3 km al sur de Biale Massé, Córdoba.
- CO-26 Km 26, Camino Pampa de Achala, Córdoba.
- CO-27 Icho Cruz, Córdoba.
- CO-28 km 108, Camino Pampa de Achala, Córdoba.
- CO-36 Frente a Biale Massé, en cnte Rn 38, Córdoba.
- CO-37 Tanti Ruta 20, Córdoba.
- CO-43 El Mirador, Tanti, Córdoba.
- CO-45 Río Yuspe, Sobre RN 20 (arriba de Los Gigantes), Córdoba.
- CO-55 Río Guasta, RN 20, Km 804, Córdoba.
- CO-62 Perforación profunda de la CONEA en Los Gigantes, Córdoba.
- CO-63 Idem CO-62 pero a mayor profundidad.
- CO-64 Nuevo camino de las Altas Cumbres (Pampa de Achala), Sección A, entre Mina Clavero y La Posta, km 12,6, Córdoba.
- CO-65 Idem CO-64, Km 16,6.
- CO-66 Idem CO-64, Km 20,3.
- CO-67 Idem CO-64, Km 20,9.
- CO-68 Idem CO-64, Km 21,2.
- CO-69 Idem CO-64, Km 24,6.
- CO-70 Idem CO-64, Sección B, entre La Posta y Sección A a 5,7 km Camino Viejo.
- CO-71 Idem CO-70.
- CO-72 Idem CO-70, a 1,1 km Camino Viejo.

Batolito de Capillitas

- TU-6 Filo de la Cumbre de Las Lajas, frente a Villavil, Tucumán.

- TU-7 Filo de la Cumbre de Las Lajas entrada Qda. La Chilca, Tucumán.
- TU-9 Quebrada del Potrero, El Salto, Tucumán.
- TU-17 Quebrada de Villavil, El Carrizal, Tucumán.
- TU-19 Idem TU-17.
- CA-34 Sierra de Aconquija, granito El Zarzo.
- CA-35 Sierra de Capillitas, Qda. de Belén, sobre el eje del Dique, al N de Belén, Catamarca.
- CA-36 Sierra de Capillitas. Cuesta de Mina Capillitas, Catamarca.
- CA-37 Sierra de Capillitas, Las Vizcachas, Catamarca.
- CA-39 Idem CA-37.
- CA-40 Sierra de Capillitas, Falda del Cerro Negro en Río Blanco, Catamarca.
- CA-41 Puntilla de Villavil, Catamarca.
- CA-42 Sierra de Capillitas, Rodeo de las Yeguas, 2 km al S de las Juntas, Catamarca.
- CA-44 Sierra de Capillitas, El Candado, Catamarca.
- CA-45 Baños de Villavil, Catamarca.
- CA-46 Punta NE de la Sierra de Capillitas, Catamarca.
- CA-47 Sierra de Capillitas, Algarrobal, Qda. del Cura, Catamarca.
- CA-49 200 mt. arriba de Capillitas, subiendo a Intuyún, Catamarca.
- CA-50 Sierra de La Ovejera, a 2,5 km de Cortadera, Catamarca.
- CA-51 Confluencia del A. del Tigre y Amanao, Catamarca.

Sierra de Velasco

- LR-94 Sierra de Velasco, Río La Cañada, Dt. Sañogasta, La Rioja.
- LR-96 Sierra de Velasco, Qda. Seca Maicán, Dto San Blas de Los Sauces, La Rioja.
- LR-97 Dique Los Sauces, La Rioja.
- LR-98 Río La Estancia, Dto Sañogasta, La Rioja.
- LR-100 Estancia arriba, Dto Sañogasta, La Rioja.
- LR-101 Quebrada de Tuyuvil al N, Los sauces, La Rioja.
- LR-102 Sierra de Ismiango, La Rioja.
- LR-103 Idem LR-102, lado Río Grande, La Rioja.
- LR-104 Sierra del río La Angostura, Pinchas, Dto Castro Barros, La Rioja.
- LR-105 Río Seco, W del Cerro Cantadero, La Rioja (Dto. Castro Barros).
- LR-106 La Cumbre de Viniján, Aminga, Dto Castro Barros, La Rioja.
- LR-107 Quebrada de Huasi Potrero Maicán Dto. San B, de Los Sauces, La Rioja.
- LR-108 Quebrada de Polanducto, Huaco, Dto San B. de Los Sauces, La Rioja.
- LR-109 W del Bolsón de Paluque, Dto San B. de Los Sauces, La Rioja.
- LR-110 Filo del Indio, Antinaco, Dto San B. de Los Sauces, La Rioja.
- LR-111 Filo de la Alumbreira, Antinaco, Dto San B. de Los Sauces, La Rioja.
- LR-112 Quebrada Cañada del Salvador, tramo superior, Dto. San B. de Los Sauces, La Rioja.
- LR-114 Dique Los Sauces, La Rioja.
- LR-116 Quebrada El Alumbre, C° La Cruz, Dto San. B. de Los Sauces, La Rioja.
- LR-117 Quebrada Blanca. El Cantadero. Dto San B. de Los Sauces, La Rioja.

CUADRO 1. COMPOSICION QUIMICA DEL BATOLITO DE ACHALA

%	CO-62	CO-63	CO-64	CO-65	CO-66	CO-67	CO-68	CO-69	CO-70	CO-71	CO-72	CO-6	CO-21	CO-25	CO-26	CO-27	CO-28	CO-37	CO-43	CO-45	CO-55	CO-36
SiO ₂	69,13	71,07	72,56	73,23	70,63	69,18	72,40	70,64	68,39	71,18	70,64	72,06	70,92	72,78	68,97	73,03	71,90	74,47	69,53	69,85	68,12	80,44
TiO ₂	0,29	0,27	0,15	0,05	0,17	0,24	0,14	0,27	0,20	0,32	0,43	0,16	0,25	0,20	0,31	0,07	0,20	0,24	0,30	0,31	0,59	0,03
Al ₂ O ₃	14,53	14,18	14,41	13,65	14,29	14,34	14,43	14,61	14,19	14,78	14,17	13,87	14,79	14,15	14,80	14,67	14,14	13,92	14,15	15,17	14,74	11,33
Fe ₂ O ₃	2,16	2,13	1,48	0,74	1,35	1,75	1,38	2,02	1,67	1,97	2,84	1,05	1,81	1,52	2,15	0,81	1,65	1,65	1,91	2,45	4,79	0,75
MnO	0,05	0,08	0,09	0,05	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,06	0,05	0,01	0,07	0,03	0,04	0,02	0,09	0,05	0,03	0,04	0,11	0,15
MgO	0,46	0,44	0,32	0,14	0,36	0,38	0,24	0,41	0,46	0,38	0,33	0,27	0,42	0,30	0,46	0,18	0,37	0,36	0,44	0,44	2,00	0,04
CaO	0,92	1,12	0,82	0,69	0,92	1,16	0,84	1,17	1,06	1,21	1,56	0,67	1,05	1,04	0,99	0,73	0,84	0,92	0,99	0,78	1,69	0,67
Na ₂ O	4,82	3,07	4,01	3,96	3,15	3,63	3,88	3,64	3,76	3,38	3,19	3,07	2,94	5,43	2,82	3,36	3,61	2,81	2,25	2,33	3,80	4,55
K ₂ O	5,58	4,71	4,54	4,20	4,81	5,04	5,22	4,94	5,35	4,98	5,22	5,29	5,08	4,84	5,21	4,55	4,35	4,10	6,35	5,94	3,64	0,64
P ₂ O ₅	0,33	0,32	0,24	0,27	0,14	0,33	0,26	0,21	0,30	0,30	0,15	0,26	0,26	0,11	0,32	0,09	0,28	0,17	0,27	0,26	0,20	0,09
Tot.	98,27	97,38	98,60	96,98	95,88	96,11	98,85	97,94	95,43	98,55	98,59	96,71	97,59	100,40	96,07	97,51	97,45	98,68	96,22	97,56	99,68	98,70

(ppm)

Rb	538	468	416	454	417	436	436	402	405	418	275	354	473	303	401	261	538	356	391	459	157	121
Sr	74	77	47	34	94	85	43	106	82	93	154	76	82	122	89	49	72	77	99	77	177	25
Ba	178	157	48	10	119	146	54	254	126	154	667	201	182	122	<10	<10	114	135	250	147	608	<10
Y	25	28	22	25	21	23	28	23	29	27	39	22	27	21	31	32	31	14	32	31	24	18
La	24	24	9	9	13	17	14	35	18	20	34	22	25	19	25	8	16	22	32	24	21	8
Ce	48	52	15	7	25	34	13	108	36	43	98	38	48	43	46	10	26	45	98	47	37	8
Nd	31	33	13	7	16	24	14	42	22	26	40	22	29	24	25	10	17	26	42	32	25	8
Zr	187	182	101	61	129	172	99	219	153	181	411	130	159	173	202	69	129	143	226	147	220	70
V	33	23	12	1	15	24	10	26	23	27	36	16	29	25	30	6	20	32	26	31	83	3
Nb	49	41	42	28	36	40	45	44	29	32	34	29	30	27	36	19	51	39	28	28	57	77

CUADRO 2. COMPOSICION QUIMICA DE ROCAS GRANITICAS DE LA SIERRA DE VELASCO

%	LR-97	LR-99	LR-107	LR-109	LR-110	LR-111	LR-114	LR-116	LR-94	LR-96	LR-98	LR-100	LR-101	LR-102	LR-103	LR-104	LR-105	LR-106	LR-108	LR-112	LR-117
SiO ₂	71,33	64,85	68,75	68,69	68,63	69,69	72,01	71,34	71,49	71,06	71,74	70,22	72,90	71,47	67,80	69,90	72,10	72,22	69,75	72,62	73,19
TiO ₂	0,33	0,64	0,39	0,55	0,52	0,55	0,41	0,34	0,22	0,14	0,32	0,23	0,19	0,23	0,15	0,22	0,20	0,16	0,54	-0,08	0,38
Al ₂ O ₃	14,35	15,26	14,27	13,52	13,98	14,09	13,49	14,28	14,29	15,24	12,98	14,08	13,03	13,63	16,99	14,13	13,26	14,28	13,87	14,67	13,77
Fe ₂ O ₃	2,96	4,77	3,11	5,28	4,25	4,22	3,20	2,84	1,87	1,36	2,77	2,19	1,58	2,12	1,25	1,67	2,02	1,56	3,15	0,97	3,34
MnO	0,11	0,11	0,07	0,09	0,11	0,11	0,13	0,09	0,05	0,03	0,06	0,08	0,02	0,05	0,03	0,05	0,06	0,08	0,05	0,03	0,09
MgO	0,92	1,36	0,91	1,63	1,15	1,31	1,11	0,67	0,28	0,22	0,33	0,24	0,15	0,32	0,19	0,41	0,32	0,21	0,64	0,20	0,37
CaO	1,41	4,01	1,52	3,59	1,52	1,43	1,16	1,24	0,73	0,62	1,19	0,95	0,67	0,91	0,88	0,88	1,09	0,68	0,79	0,69	1,33
Na ₂ O	2,27	2,76	1,70	1,67	1,52	1,30	1,72	2,16	3,31	1,55	2,32	3,16	2,73	2,23	3,31	3,06	2,99	2,66	2,07	2,79	3,16
K ₂ O	4,34	3,13	4,25	1,71	4,29	4,35	4,09	4,19	5,21	6,55	4,27	5,08	5,35	5,29	7,09	5,28	4,60	4,78	5,34	5,60	4,44
P ₂ O ₅	0,15	0,18	0,13	0,15	0,22	0,19	0,18	0,12	0,29	0,11	0,26	0,28	0,07	0,20	0,26	0,28	0,14	0,29	0,21	0,24	0,20
Total	98,15	97,07	95,07	96,88	96,18	97,25	97,51	97,27	97,72	96,87	96,24	96,51	96,70	96,44	97,95	95,87	96,78	96,92	96,40	97,90	100,26
(p.p.m.)																					
Rb	215	130	202	126	254	243	285	217	475	506	390	490	455	460	538	457	383	505	324	420	440
Sr	93	218	113	176	82	80	72	88	49	186	57	54	49	70	77	49	76	52	98	36	65
Ba	177	885	292	50	165	167	137	161	117	162	60	108	33	170	229	104	114	44	354	15	100
Y	27	42	33	24	42	32	29	28	26	38	33	31	55	33	29	24	36	27	45	34	72
La	20	72	22	32	16	19	23	19	24	19	36	33	38	33	19	20	35	20	94	13	31
Ce	35	118	37	58	25	33	34	29	39	34	93	46	101	56	27	30	103	30	147	15	98
Nd	20	43	17	34	24	16	26	20	25	21	33	28	36	32	19	22	45	18	55	15	37
Zr	137	219	158	239	174	167	150	140	150	169	242	165	164	190	139	134	181	122	260	86	240
V	52	81	59	105	71	67	61	58	22	14	32	22	15	26	15	22	34	16	64	10	31
Nb	21	22	22	20	27	28	24	18	37	31	48	44	39	36	28	33	41	30	23	16	48

CUADRO 3. COMPOSICION QUIMICA DEL BATOLITO DE CAPILLITAS

%	TU-6	TU-7	TU-9	TU-17	TU-19	CA-34	CA-35	CA-36	CA-37	CA-39	CA-40	CA-41	CA-42	CA-44	CA-45	CA-46	CA-47	CA-49	CA-50	CA-51
SiO ₂	70,02	71,33	72,21	72,59	66,53	71,96	66,50	66,66	73,67	71,31	72,88	71,40	69,93	68,91	69,71	65,80	66,15	74,16	72,19	66,10
TiO ₂	0,18	0,21	0,13	0,49	0,79	0,16	0,72	0,58	0,11	0,27	0,08	0,03	0,11	0,39	0,10	0,78	0,77	0,09	0,34	0,63
Al ₂ O ₃	14,64	14,95	15,78	12,67	13,98	14,34	15,16	14,01	13,41	14,43	14,47	14,76	14,43	14,01	13,50	15,13	14,14	14,42	13,34	13,95
Fe ₂ O ₃	1,64	1,64	1,52	3,36	5,30	1,48	5,34	4,96	1,32	2,35	0,90	0,88	1,28	2,55	1,84	6,04	5,98	0,96	1,34	4,98
MnO	0,05	0,04	0,10	0,06	0,08	0,05	0,11	0,09	0,06	0,05	0,10	0,07	0,07	0,04	0,03	0,16	0,11	0,05	0,03	0,10
MgO	0,30	0,23	0,19	0,63	1,19	0,31	1,72	1,93	0,19	0,38	0,31	0,09	0,25	0,41	0,13	1,88	1,97	0,25	1,11	1,85
CaO	0,86	0,91	0,77	1,17	2,09	0,88	1,41	1,40	0,59	0,92	0,77	0,73	0,71	1,26	0,60	1,25	1,31	0,79	1,12	1,11
Na ₂ O	3,29	3,32	4,46	2,13	2,70	3,92	1,52	2,15	2,29	1,74	2,71	4,42	3,65	1,85	3,82	1,95	1,29	1,76	5,19	1,34
K ₂ O	4,85	4,81	3,89	3,88	4,67	4,11	4,17	3,82	4,69	5,33	4,78	3,66	4,43	6,38	4,87	4,02	3,68	3,21	1,67	4,28
P ₂ O ₅	0,45	0,48	0,39	0,23	0,27	0,41	0,19	0,24	0,24	0,35	0,31	0,49	0,35	0,23	0,25	0,25	0,21	0,30	0,14	0,18
TOTAL	96,27	97,91	99,44	97,81	97,51	97,62	96,85	95,85	96,58	97,13	97,30	96,52	95,21	96,01	94,85	97,28	95,60	95,99	96,48	94,42
(p.p.m)																				
Rb	452	444	588	242	310	420	239	197	610	354	384	1187	574	342	934	237	242	277	92	217
Sr	47	48	40	93	139	39	101	111	34	47	34	173	47	118	48	102	106	41	231	78
Ba	54	69	<10	155	511	37	358	225	12	69	12	<10	22	473	<10	256	171	66	218	264
Y	27	30	32	42	39	30	42	41	30	30	20	25	28	37	47	39	33	18	23	40
La	13	20	15	36	41	15	25	25	9	16	14	12	10	30	14	28	30	6	19	26
Ce	22	32	16	101	138	26	57	55	5	41	8	4	20	88	16	49	58	10	45	58
Nd	15	25	12	40	49	15	33	30	8	22	9	10	11	35	10	31	31	9	25	35
Zr	120	123	70	248	307	111	204	199	85	158	63	98	78	217	107	217	220	64	201	195
V	15	27	8	44	76	11	95	78	7	29	2	2	8	33	9	112	106	7	47	86
Nb	34	32	42	31	38	33	26	23	21	30	25	54	30	30	63	25	30	31	20	28

CUADRO 4. ESTUDIO DE EXACTITUD Y PRECISION

Componente	EXACTITUD			PRECISION	
	Patron utilizado	Valores obtenidos por Abbey (1977)	Este trabajo	Resultados de 5 análisis de una muestra granítica Promedio (X)	Desviación típica (S)
SiO ₂	JG-1	72,36	71,06	71,99	0,905
TiO ₂	JG-1	0,27	0,27	0,15	0,005
Al ₂ O ₃	JG-1	14,20	14,02	14,32	0,161
Fe ₂ O ₃	JG-1	2,16	2,09	1,45	0,016
MnO	JG-1	0,06	0,07	0,09	0,000
MgO	JG-1	0,76	0,77	0,28	0,035
CaO	JG-1	2,17	2,15	0,84	0,013
Na ₂ O	JG-1	3,39	3,23	4,17	0,177
K ₂ O	JG-1	3,96	3,92	4,53	0,019
P ₂ O ₅	JG-1	0,05	0,08	0,24	0,004
(p.p.m.)					
Rb	G-2	170	172	437	4,67
Sr	G-2	480	517	81	3,24
Ba	NIM-L	460	456	155	6,80
La	NIM-L	240?	263	21	2,70
Ce	NIM-L	290?	356	40	7,17
Nd	NIM-L	45?	52	26	1,82
V	NIM-L	78	72	26	1,14
Y	G-2	12	11	26	3,50
Nb	NIM-L	920	927	38	3,35
Zr	G-2	300	326	165	4,28