

## FORMACIÓN MOSQUITOS: ¿UN CASO DE HIDROTHERMALISMO? MOSQUITOS FORMATION: AN HYDROTHERMALISM EVENT?

**María Teresa Derrégibus**

Facultad de Ingeniería

Julio Herrera y Reissig 565 Montevideo - Uruguay

Teléfono: 711 08 71 int 105, Fax: 710 74 37, e-mail: dregibus@fing.edu.uy

### RESUMEN

El estudio geoquímico de la Formación Mosquitos indicaría el desarrollo de un proceso de hidrotermalismo sobre los granitos tipo S ya descritos. Se presentan en este trabajo algunos datos que permiten apoyar esa hipótesis.

Palabras clave: Formación Mosquitos, hidrotermalismo, geoquímica, granitos S

### ABSTRACT

The geochemical study of Mosquitos Formation suggests the development of a hydrothermalism alteration process on the granite-type S of this formation. Some information to validate this hypothesis is presented in this paper.

Keywords: Mosquitos Formation, hydrothermalism, geochemistry, S-granites

### ANTECEDENTES

La Formación Mosquitos fue descrita por la primera vez por Campal *et al* (1988) y su cartografía está presentada en la Síntesis Geológica de la Cuenca del Santa Lucía (De Souza *et al*, 1991).

En dichos trabajos, se plantea la hipótesis genética y la caracterización de dicho cuerpo como un granito tipo S. Queda también planteada la posibilidad, que su generación sea el producto de la intrusión de más de un cuerpo granítico de ese tipo (Oyhantçabal & Muzio, 1991).

La descripción de estas rocas los presenta como granitos con un alto contenido en cuarzo, muscovíticos y a dos micas, con feldespatos y la presencia en algunos casos de apatito, circón, turmalina, epidoto y, eventualmente, granate. Se describen filones de cuarcitas con cuarzo de 2 generaciones y filones pegmatíticos con feldespato en avanzado estado de caolinización.

### INTRODUCCION

En el marco de los trabajos de profundización sobre los granitos del departamento de Canelones, se comenzó el estudio petrológico, geoquímico y estructural de la Formación Mosquitos en un relevamiento más detallado que permitiera ahondar en su conocimiento.

Del punto de vista geoquímico, el objetivo inicial de este trabajo era el de confirmar la caracterización de los granitos como de tipo S, confirmar el carácter peraluminoso y comprobar la homogeneidad o no del punto de vista de la distribución de los elementos químicos en la Formación en cuestión.

Se encontró la dificultad de la presencia de pocos afloramientos de roca fresca. Se tomaron 5 muestras: cuatro de roca fresca (muestras N° 1 a 4) y una de un filón cuarcítico presente en un afloramiento alterado con presencia de abundante caolinita (muestra N° 5). La localización de los puntos de muestreo se presenta en la Figura N° 1, tomada de la cartografía de la Síntesis antes mencionada.

El trabajo de campo de detalle mostró indicios de la presencia de fenómenos de hidrotermalismo: la caolinización, la silicificación, presencia de minerales secundarios como epidoto, turmalina, etc (Oyhantçabal, *com.pers.*).

### RESULTADOS EXPERIMENTALES Y TRATAMIENTO DE DATOS

Los resultados del análisis químico de elementos mayores, H<sub>2</sub>O(-), H<sub>2</sub>O(+) y pérdida por

calcinación se presentan en la Tabla I. Los valores de Pérdida por calcinación tabulados representan la concentración de otros volátiles, sin considerar el agua que está cuantificada separadamente.

Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Geoquímica de la Facultad de Ciencias, siguiendo los esquemas de trabajo presentados por Derrégibus (1990 a y b). En esas condiciones, se hace la determinación del hierro total presente en la roca, sin hacer la discriminación entre hierro ferroso o hierro férrico.

Para el cálculo de la norma es necesario tener la discriminación de los porcentajes de cada uno de los óxidos de hierro. Para realizar dicha discriminación, se utilizaron los criterios de Le Maître (1976), tomados de Sial & Mac Reath (1984), en donde se establece que para rocas plutónicas el índice de oxidación (Ox):

$$Ox = (\%FeO) / (\%FeO + \%Fe_2O_3)$$

se puede calcular por la expresión:

$$Ox = 0.88 - 0.0016(\%SiO_2) - 0.027$$

$$(\%Na_2O + \%K_2O)$$

Dichos cálculos están presentados también en la Tabla I. Sus resultados fueron utilizados para obtener para cada muestra los porcentajes respectivos de FeO y de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, a partir de la medida del hierro total en cada una de ellas.

También se presenta en la Tabla I, el Índice de Diferenciación de Larsen:

$$ID = (0.33\%SiO_2 + \%K_2O) -$$

$$(\%CaO + \%MgO + \%FeO)$$

La Tabla II presenta las concentraciones de los elementos en porcentajes moleculares y el cálculo de la norma.

Se presenta también en dicha Tabla, el cálculo de la relación de los porcentajes moleculares de (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) / (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O + CaO) que permite determinar el carácter peraluminoso.

En la Tabla III, se presentan las concentraciones expresadas en milicaciones y los parámetros R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> de de la Roche.

## PRIMERAS CONCLUSIONES

Los bajos valores de los porcentajes de H<sub>2</sub>O(-) en todos los casos confirman que todas las muestras son de roca fresca (el valor máximo aceptable para una roca fresca es del 2%).

Todas las muestras caen en el campo de los granitos en un diagrama R1-R2. Tal como era de esperar, la elevada proporción de sílice coloca los puntos representativos prácticamente fuera del campo de aplicabilidad del mismo, resultando para este caso que esos diagramas no son de utilidad.

El carácter peraluminoso de los granitos está dado por el hecho de que la relación:

$$(\%Al_2O_3) / (\%Na_2O + \%K_2O + \%CaO) > 1$$

lo que sucede en todos los casos como se muestra en la Tabla II.

Por otro lado, si se estudian las normas presentadas en la misma Tabla, se observa para todas las muestras la presencia de corindón normativo, otro índice de peraluminosidad.

Ambos permiten avalar el planteo de que la Formación Mosquitos está constituida por un granito de tipo S.

Los elevados valores de SiO<sub>2</sub> en el análisis químico y de cuarzo en la norma, podrían estar indicando un proceso de silicificación.

## LA HIPOTESIS DEL HIDROTHERMALISMO.

Tal como se planteó anteriormente, las observaciones de campo dan indicios claros de fenómenos de hidrotermalismo en varios de los diferentes afloramientos visitados.

Se buscaron entonces algunos parámetros geoquímicos que permitieran apoyar la hipótesis de un fenómeno de ese tipo.

Dichos parámetros deben acentuar todos o algunos de los factores que muestren el cambio de la composición química del granito, por interacción con fluidos que llegaron a su contacto posteriormente a su implantación.

Concretamente, parámetros que indiquen procesos de silicificación o de sericitización o en forma aún más simple: que muestren pérdidas de Na, de K o de ambos a la vez.

Según Nardi (1988), resulta también útil la determinación de pérdida por calcinación, cuyo valor es un indicio de la presencia de volátiles, vinculados a la alteración por hidrotermalismo.

## DISCUSION

La observación de los valores de pérdida por calcinación confirma la presencia de volátiles aunque sus valores no son concluyentes.

Se buscó representar en diagramas las variaciones mencionadas en el capítulo anterior, lo que se presenta en las Figuras N° 2, 3 y 4 (en los diagramas no se representa la muestra 5 correspondiente al filón cuarcítico).

El diagrama SiO<sub>2</sub> vs Alcalinos (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O), en la Figura N° 2, muestra una clara diferenciación de las muestras por la pérdida de álcalis ante un pequeño aumento de la silicificación; ambos parámetros están variando en el sentido de apoyar la hipótesis de

hidrotermalismo.

Lemière (1987) plantea una adaptación de los criterios de de la Roche para estudiar los procesos de hidrotermalismo; esto está presentado en las Figuras N° 3 y 4 (el significado de los valores de abscisas y ordenadas en cada uno de ellos está detallado en la Tabla III).

Estos dos últimos diagramas muestran las mismas tendencias que el primero sin aparecer procesos tan claramente identificados como los que plantea ese autor.

De conjunto, se observa una tendencia indicando un proceso de hidrotermalismo con el posible siguiente orden de alteración creciente: muestras N° 3, 1, 2, 4 (sin descartar que la propia muestra 3 esté también hidrotermalizada, esto debido a su elevado tenor en sílice).

Observada la localización de las muestras, lo deducido por la geoquímica se ve confirmado con la descripción en el terreno ya que la muestra N° 3 corresponde a la cantera del km. 25 de la ruta 101 (material catalogado como fresco). La muestra N° 2, entretanto, corresponde a roca fresca del mismo afloramiento en que se encuentra el filón cuarcítico analizado (muestra N° 5), vinculado a áreas caolinitizadas. Finalmente, la muestra N° 4 pertenece a una cantera de material alterado, en el camino a Suárez, junto a Duperial y la muestra N° 1 fue tomada en la ruta 11.

### CONCLUSIONES PRIMARIAS

Habiendo tratado un pequeño número de muestras de esta Formación, ya hay algunas conclusiones a sacar.

En función de los valores de peraluminosidad sigue apareciendo como válido el criterio de definir este granito como de tipo S.

Si hay un fenómeno de hidrotermalismo, los criterios para determinar el carácter peraluminoso, R1 y R2, el índice de oxidación y el de diferenciación sólo serían válidos para la muestra N° 3.

Aceptando la hipótesis, es otra la interpretación que debe hacerse del Índice de Diferenciación de Larsen: no se puede detectar la diferenciación debido a los procesos de hidrotermalismo superpuestos. Pero no puede concluirse que no hay diferenciación.

Debe continuarse este estudio trabajando sobre un mayor número de muestras que permitan completar el estudio de los diferentes afloramientos.

Aparecen indicados tanto en Lemière

(1987) como en Nardi (1988), otros criterios de distribución de elementos químicos durante el hidrotermalismo que no han podido ser deducidos (o rechazados) en este caso.

También aparece como necesario el estudio de la distribución de los elementos traza que en el caso de la Formación Mosquitos no sólo ayudarían a dilucidar la hipótesis planteada sino que podrían presentar otro interés debido a una posible concentración en la Formación de elementos químicos de importancia económica.

Nota: Este trabajo fue realizado en el Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias como parte del Proyecto de Dedicación Total de la autora.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CAMPAL, N.; OYHANTÇABAL, P.; BACHMAN, I.; GALMARINI, G. *La faja milonítica de los Cerros de Mosquitos*. Actas 1ª Reunión Geol. Ur., pp 101-103, Uruguay, 1988.
- DERREGIBUS, M. *Análisis químico de roca total*. Res. 1º Cong. Ur. Geol., T 2, pp 97-101, Uruguay, 1990a.
- DERREGIBUS, M. *Análisis químico de rocas y aguas*. Facultad de Ciencias, 78 pp, Uruguay, 1990b.
- DE SOUZA, S.; GOSO, C.; MUZIO, R.; OYHANTÇABAL, P.; VEROSLAVSKY, G. *Síntesis geológica del Sector Centro Oriental de la Cuenca del Santa Lucía, escala 1:200.000*. Facultad de Ciencias, Uruguay, 1991.
- LEMIERE, B.; GRIFFAULT, L.; JEBRAK, M. *Lithochemistry and hydrothermal alteration of granite: principle and applications in the Vosges Area, France*. Rev.Bras.Geoc. 17(4) pp 614-616, Brasil, 1987.
- NARDI, L.; LIMA, E. *Hidrotermalismo no complexo granítico Lavras e vulcánicas asociadas, RS*. Rev.Bras.Geoc. 18(3), pp 369-375, Brasil, 1988.
- OYHANTÇABAL, P.; MUZIO, R. *Geología del basamento de la cuenca del Santa Lucía*. Facultad de Ciencias, Uruguay, 1991.
- SIAL, A.; MAC REATH, I. *Petrología Ignea*. Vol I, SBG/CNPq, Brasil, 1984.

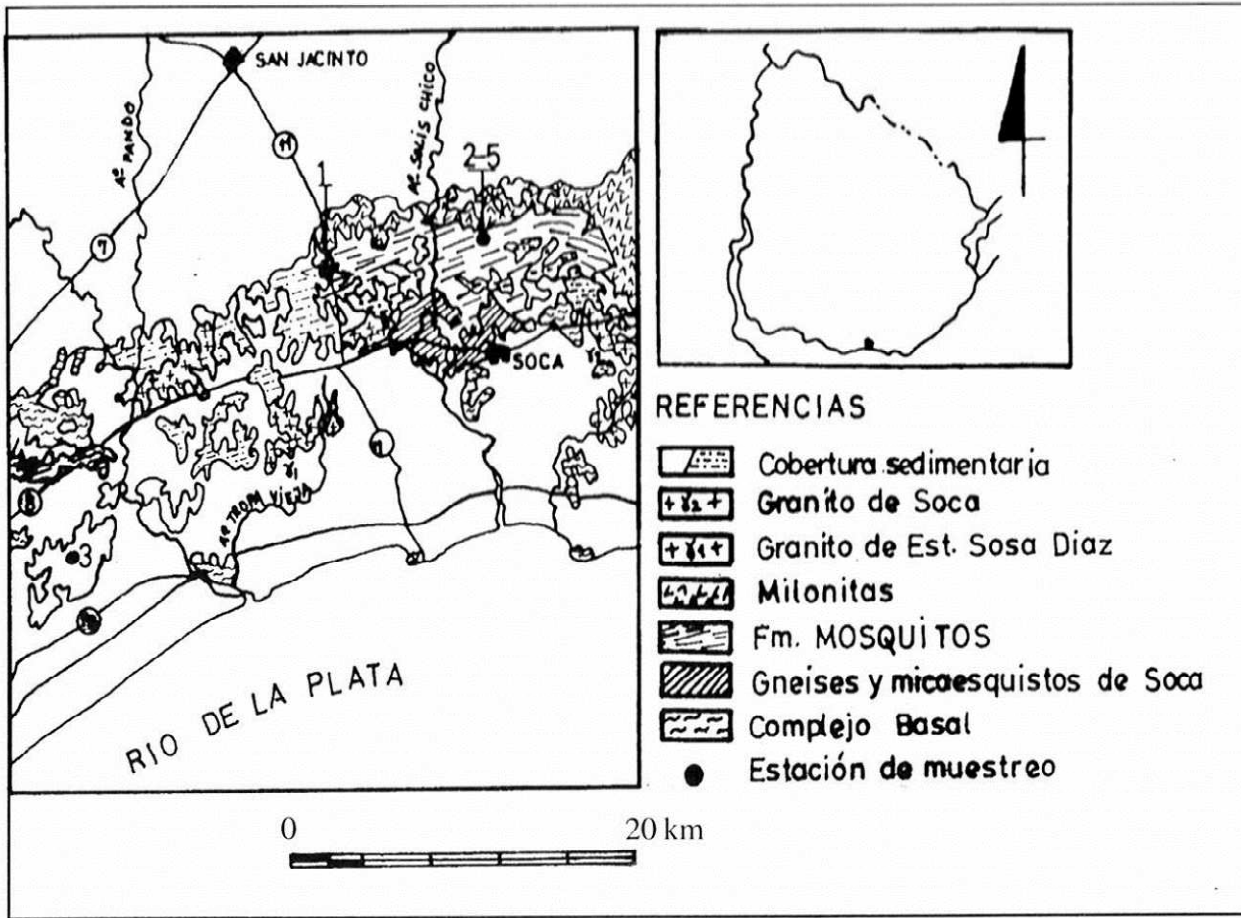


FIGURA 1.- Mapa de Ubicación  
 FIGURE 1.- Localization Map

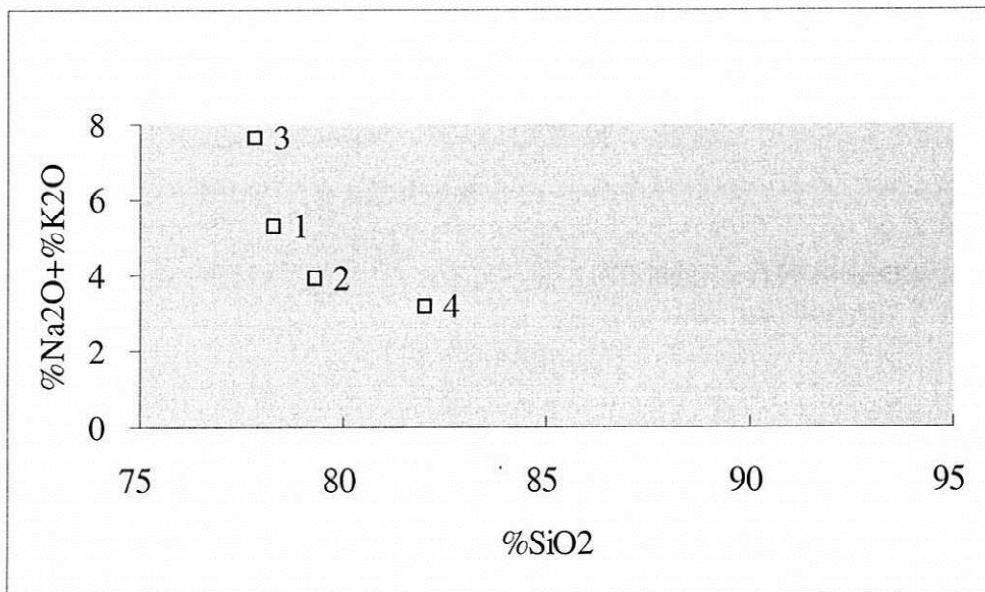


FIGURA 2.- Diagrama SiO<sub>2</sub> vs alcalinos  
 FIGURE 2.- SiO<sub>2</sub> vs alkalins Diagram

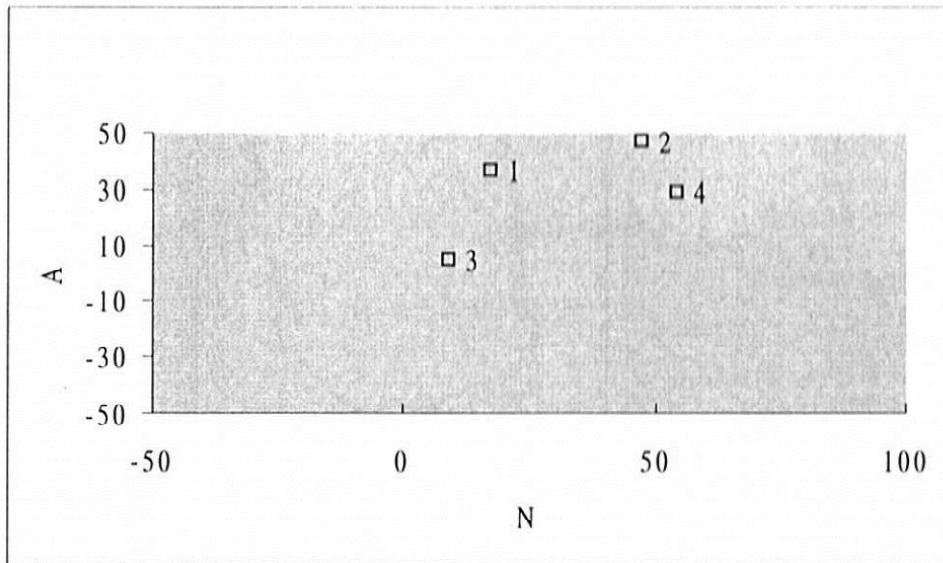


FIGURA 3.- Diagrama C vs S (ver Tabla III)

FIGURE 3.- C vs S Diagram (see Table III)

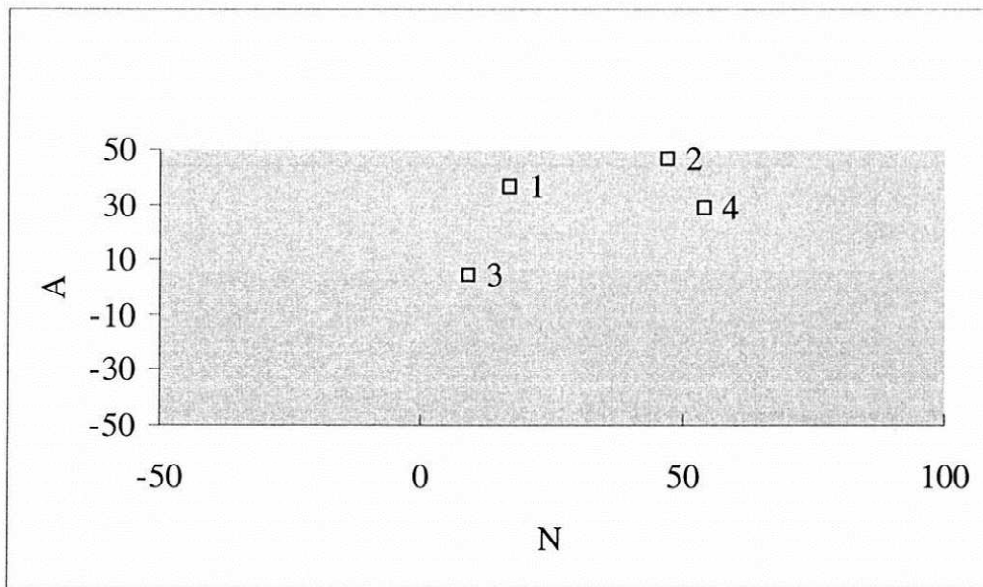


FIGURA 4.- Diagrama A vs N (ver Tabla III)

FIGURE 4.- A vs N Diagram (see Table III)



MUESTRA	1	2	3	4	5
%SiO <sub>2</sub>	80,66	79,83	81,26	81,18	95,66
%TiO <sub>2</sub>	0,10	0,06	0,13	0,22	0,05
%Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,13	12,20	11,22	10,45	2,35
%Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,11	0,07	0,08	0,06	0,01
%FeO	2,34	2,04	1,01	1,93	0,58
%MnO	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04
%MgO	0,42	0,11	0,10	0,10	0,01
%CaO	0,83	0,40	0,63	0,23	0,21
%Na <sub>2</sub> O	1,74	1,03	2,01	0,43	0,14
%K <sub>2</sub> O	1,67	1,56	3,23	1,85	0,28
%P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
%H <sub>2</sub> O-	0,31	0,21	0,05	0,30	0,05
%H <sub>2</sub> O+	1,68	1,74	0,11	0,31	0,22
Pérd.calc.	1,19	0,37	0,44	1,60	0,04
TOTAL	102,22	99,66	100,33	98,70	99,62
$Ox = 0,88 - 0,0016 * (SiO_2) - 0,027 * (\%Na_2O + \%K_2O)$					
Ox	0,92	0,94	0,87	0,95	1,02
%Fe(t)	1,98	1,69	0,90	1,58	0,44
%Fe(oso)	1,82	1,58	0,78	1,50	0,45
%Fe(ico)	0,16	0,11	0,12	0,08	0,01
$ID = (0,33 * SiO_2 + \%K_2O) - (\%CaO + \%MgO + \%FeO)$					
ID	24,70	25,35	28,31	26,38	31,05

Tabla I.- Análisis químicos, Índice de Oxidación e Índice de Diferenciación de Larsen

Table I.- Chemical Analysis, Oxidation Index, Larsen Differentiation Index

PORCENTAJES MOLECULARES					
MUESTRA	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	78,29	79,29	77,80	82,00	95,80
TiO <sub>2</sub>	0,07	0,04	0,09	0,17	0,04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,73	14,28	12,66	12,44	2,77
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,17	0,11	0,12	0,09	0,00
FeO	1,89	1,69	0,81	1,63	0,49
MnO	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03
MgO	0,61	0,16	0,14	0,15	0,01
CaO	0,86	0,43	0,65	0,25	0,23
Na <sub>2</sub> O	3,27	1,98	3,73	0,84	0,27
K <sub>2</sub> O	2,07	1,98	3,95	2,38	0,36
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00
TOTAL	100,00	100,00	100,00	99,99	100,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> / (K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O+CaO) =					
	2,05	3,25	1,52	3,59	3,22
NORMA					
Ap	0,05	0,05	0,02	0,02	
Il	0,19	0,11	0,25	0,42	0,10
Mt	0,33	0,22	0,25	0,17	
Or	9,86	9,21	19,07	10,92	1,65
Ab	14,71	8,71	17	3,64	1,18
An	3,98	1,85	3,06	1,07	1,04
Hy	5,01	3,83	1,84	3,41	1,08
C	5	8,14	3,3	7,35	1,44
Q	60,02	65,3	55,04	69,56	92,83
TOTAL	99,15	97,42	99,83	96,56	99,32

Tabla II.- Porcentajes moleculares y Normas

Table II.- Molecular percentages and Norms

MUESTRA	1	2	3	4	5
Si	1344,89	1330,06	1353,88	1352,55	1593,8
Ti	1,25	0,75	1,63	2,75	0,63
Al	218,32	239,31	220,09	204,98	46,1
Fe	35,31	30,27	16,19	28,36	8,07
Mg	10,42	2,73	2,48	2,48	0,25
Ca	14,8	7,13	11,23	4,1	3,74
Na	56,15	33,24	64,86	13,88	4,52
K	35,46	33,12	68,58	39,28	5,94
R1	-1081	4528	-1503	4763	-132
R2	328	288	292	235	69
S	346	372	310	395	518
C	-35	-7	-8	21	-2
A	37	47	5	29	9
N	17	47	9	54	11
S = (Si / 3) - (K + Na + 2 * Ca / 3)			C = K - Na - Ca		
A = (Al / 3) - K			N = (Al / 3) - Na		

Tabla III.- Concentraciones en milicaciones, parámetros de de la Roche y otros

Table III.- Concentrations as milications, de la Roche and another parameters