



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**ANALISIS QUIMICOS DE MINERALES DE
ROCAS IGNEAS POR MICROSONDA
ELECTRONICA, EN LA HOJA N° 105 (RIANO)
DEL MAPA GEOLOGICO NACIONAL (1:50.000).**

AUTOR: GLORIA GALLASTEGUI.SUAREZ

JUNIO, 1989



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

ANALISIS POR MICROSONDA ELECTRONICA.

CONDICIONES OPERATIVAS Y PATRONES ESTANDAR.

Los análisis químicos fueron realizados por G. GALLASTEGUI (División de Geología del I.T.G.E.) con una microsonda electrónica en la Universidad de Clermont Ferrand (Francia) y en los Laboratorios de los Servicios Comunes de la Universidad de Oviedo, en ambos casos CAMEBAX de CAMECA. Las condiciones operativas para la realización de los análisis han sido:

-Corriente de imagen 10 nano A.

-Energía de activación 15 Kv.

-Tiempo de integración 10 s

-Patrones estándar suministrados por el B.R.G.M.:

<u>Elemento</u>	<u>Patrón</u>
Si	Albita
Si	Wollastonita
Ti	MnTiO ₃
Ni	NiO
Al	Al ₂ O ₃
Cr	Cr ₂ O ₃
Fe	Fe ₂ O ₃
Fe	Andradita
Mn	MnTiO ₃
Mg	MgO
Ca	Wollastonita
Na	Albita
K	Ortosa

Los resultados obtenidos fueron sometidos posteriormente al programa de corrección ZAF incorporado en la propia microsonda electrónica.

CALCULO DE LAS FORMULAS ESTRUCTURALES.

Las fórmulas estructurales de los piroxenos se han calculado en base a seis oxígenos. Las cantidades relativas de Fe^{3+} y Fe^{2+} se han calculado por diferencia de cargas.

Para la clasificación química de los anfíboles, las fórmulas estructurales se han calculado considerando que la suma de cationes menos Ca, Na, K es igual a 13 para los cálcicos e igual a 15 (menos K) para los ferromagnesianos. También se ha calculado la cantidad de Fe^{3+} mediante la diferencia de cargas; la cantidad determinada representa la máxima cantidad de Fe^{3+} compatible con la estequiometría. Se han utilizado los análisis cuyo rango de contenido total varía entre 94 y 98 % (Fe^{2+} total y sin H_2O) siguiendo criterios de HELZ¹ (1982).

Las fórmulas estructurales de los granates se han calculado en base a 12 oxígenos. Únicamente se ha obtenido 1 análisis de biotitas aceptable (debido a su alteración) cuya fórmula estructural se ha calculado en base a 22 oxígenos.

¹HELZ, R.T.(1982).- Phase relations and compositions of amphiboles produced in studies of the melting behavior of rocks (RTH), in: VEBLEN, D.R. & RIBBE, P.H. (Eds.), Amphiboles: Petrology and experimental phase relations, Reviews in Mineralogy, 13, Min. Soc. Am., 279-353.

PIROXENOS. RIAÑO.

Muestra NºA.Q.	3051 44	3051 46	3051 52	3027 55
K ₂ O	0.02	0	0.01	0
CaO	22.37	22.42	22.05	21.85
TiO ₂	0.19	0.75	0.61	0.69
FeO _t	5.11	6.4	5.17	5.17
MnO	0.29	0.19	0.09	0.1
Cr ₂ O ₃	0.05	0.46	1.04	0.57
Na ₂ O	0.18	0.29	0.14	0.24
SiO ₂	54.42	51.29	52.52	51.87
Al ₂ O ₃	0.67	3.18	2.49	2.82
MgO	17.37	15.06	16.45	15.89
NiO	0	0	0	0
TOTAL	100.67	100.04	100.57	99.2

FORMULA ESTRUCTURAL (PARA 6 OXIGENOS)

Si	1.976	1.891	1.917	1.919
Al IV	0.024	0.109	0.083	0.081
Al VI	0.005	0.029	0.025	0.042
Ti	0.005	0.021	0.017	0.019
Cr	0.001	0.013	0.030	0.017
Fe+++	0.020	0.046	0.005	0.002
Fe++	0.135	0.151	0.153	0.158
Mn	0.009	0.006	0.003	0.003
Mg	0.940	0.827	0.895	0.876
Ni	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.870	0.886	0.863	0.866
Na	0.013	0.021	0.010	0.017
K	0.001	0.000	0.000	0.000
TOTAL	4.000	4.000	4.000	4.000
Ca-WO	44.081	46.215	44.967	45.459
Mg-EN	47.824	43.312	46.727	46.057
Fe-FS	8.311	10.607	8.374	8.560
Mg*	85.137	80.279	84.783	84.306

ANFIBOLES RIAÑO

Muestra	3051	3051	3051	3051	3051	3046	3046	3046	3051
NºA.Q.	42	45	47	50	53	2	29	30	43
K ₂ O	0,6	0,6	0,05	0,64	0,54	0,58	0,58	0,54	0,54
CaO	11,41	11,22	11,25	11,37	11,35	11,24	11,2	10,95	11,38
TiO ₂	3,28	2,71	2,74	3,04	2,96	3,48	1,87	2,38	2,63
FeO _t	11,37	12	10,49	11,93	12,08	10,29	10,81	10,72	12,32
MnO	0,24	0,3	0,3	0,3	0,22	0,32	0,6	0,23	0,17
Cr ₂ O ₃	0,08	0,37	0,27	0,06	0,2	0,25	0,14	0,25	0,17
Na ₂ O	2,51	2,4	1,5	2,43	2,49	2,54	2,29	2,46	2,56
SiO ₂	43,06	42,89	44,14	43,24	44,05	44,21	44,4	43,89	43,37
Al ₂ O ₃	11,21	11,39	10,66	11,97	11,47	11,15	10,23	10,13	11,22
MgO	13,8	13,27	13,75	13,66	13,58	15,19	14,9	14,96	13,79
NiO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	97,56	97,15	95,15	98,64	98,94	99,25	97,02	96,51	98,15

FORMULA ESTRUCTURAL

Si	6,284	6,285	6,484	6,227	6,329	6,269	6,432	6,391	6,285
Al	1,929	1,968	1,846	2,032	1,943	1,864	1,747	1,739	1,917
Ti	0,360	0,299	0,303	0,329	0,320	0,371	0,204	0,261	0,287
Cr	0,009	0,043	0,031	0,007	0,023	0,028	0,016	0,029	0,019
Fe ⁺⁺⁺	0,383	0,502	0,569	0,541	0,448	0,607	0,733	0,713	0,565
Fe ⁺⁺	1,005	0,968	0,720	0,895	1,004	0,613	0,577	0,592	0,929
Mn	0,030	0,037	0,037	0,037	0,027	0,038	0,074	0,028	0,021
Mg	3,001	2,898	3,010	2,932	2,908	3,210	3,217	3,247	2,978
Ni	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ca	1,784	1,762	1,771	1,754	1,747	1,708	1,739	1,709	1,767
Na	0,710	0,682	0,427	0,678	0,694	0,698	0,643	0,695	0,719
K	0,112	0,112	0,009	0,118	0,099	0,105	0,107	0,100	0,100
TOTAL	15,606	15,556	15,207	15,55	15,54	15,511	15,489	15,503	15,586
Al IV	1,716	1,715	1,516	1,773	1,671	1,731	1,568	1,609	1,715
Al VI	0,212	0,253	0,330	0,259	0,271	0,132	0,180	0,130	0,202
Na B	0,216	0,238	0,229	0,246	0,253	0,292	0,261	0,291	0,233
Na A	0,494	0,444	0,198	0,433	0,441	0,406	0,382	0,403	0,486
(Na+K)A	0,606	0,556	0,207	0,550	0,540	0,511	0,489	0,503	0,586
(Ca+Na)B	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Mg*	0,749	0,750	0,807	0,766	0,743	0,840	0,848	0,846	0,762

ANFIBOLES. RIAÑO.

Muestra NºA.Q.	3027 52	3027 53	3034 164	3034 157	3034 158	3034 160	3034 161	3034 162	3034 163
K ₂ O	0.94	0.86	0.57	0.66	0.56	1	0.59	0.54	0.59
CaO	11.95	11.3	11.1	11.64	11.23	11.35	11.74	11.49	10.7
TiO ₂	4.68	2.79	2.68	2.86	2.91	3.21	3.07	2.77	2.39
FeO _t	8.57	10.5	12.68	12.03	11.78	13.59	12.06	13.2	13.07
MnO	0.09	0.24	0.16	0.11	0.28	0.19	0.29	1.98	0
Cr ₂ O ₃	0.04	0.29	0.05	0	0.08	0	0.02	0.22	0.24
Na ₂ O	2.38	2.48	2.59	2.44	2.62	3.13	2.57	2.49	2.31
SiO ₂	41.7	43.15	43.67	44.04	43.93	42.65	42.74	43.46	44.01
Al ₂ O ₃	12.82	12.3	12.14	11.07	10.84	12.14	12.4	11.5	10.83
MgO	14.52	13.47	13.76	14.26	14.23	13.43	13.79	13.61	13.6
NiO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TOTAL	97.69	97.38	99.4	99.11	98.46	100.69	99.27	101.26	97.74

FORMULA ESTRUCTURAL

Si	6.074	6.300	6.219	6.316	6.327	6.098	6.135	6.123	6.360
Al	2.202	2.117	2.038	1.872	1.841	2.046	2.098	1.910	1.845
Ti	0.513	0.306	0.287	0.308	0.315	0.345	0.331	0.293	0.260
Cr	0.005	0.033	0.006	0.000	0.009	0.000	0.002	0.025	0.027
Fe ⁺⁺⁺	0.043	0.237	0.734	0.501	0.561	0.536	0.529	0.982	0.815
Fe ⁺⁺	1.001	1.045	0.777	0.942	0.858	1.089	0.918	0.574	0.764
Mn	0.011	0.030	0.019	0.013	0.034	0.023	0.035	0.236	0.000
Mg	3.152	2.931	2.920	3.048	3.055	2.862	2.950	2.858	2.929
Ni	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ca	1.865	1.768	1.694	1.789	1.733	1.739	1.806	1.734	1.657
Na	0.672	0.702	0.715	0.678	0.732	0.868	0.715	0.680	0.647
K	0.175	0.160	0.104	0.121	0.103	0.182	0.108	0.097	0.109
TOTAL	15.712	15.630	15.513	15.588	15.568	15.789	15.629	15.512	15.413
Al IV	1.926	1.700	1.781	1.684	1.673	1.902	1.865	1.877	1.640
Al VI	0.276	0.417	0.257	0.188	0.168	0.145	0.233	0.033	0.205
Na B	0.135	0.232	0.306	0.211	0.267	0.261	0.194	0.266	0.343
Na A	0.537	0.470	0.409	0.467	0.465	0.607	0.521	0.415	0.304
(Na+K)A	0.712	0.630	0.513	0.588	0.568	0.789	0.629	0.512	0.413
(Ca+Na)B	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Mg*	0.759	0.737	0.790	0.764	0.781	0.724	0.763	0.833	0.793

GRANATES. RIAÑO

Muestra Nº A.Q.	3037-B 54	3037-B 55	3037-B 56	3037-B 57	3040 126	3040 127	3040 128	3040 129	3040 130
CaO	9.1	9.53	12.18	8.68	9.77	4.51	8.53	10.33	8.63
TiO ₂	0.33	0.49	0.67	0.58	0.42	0.88	0.55	0.69	1.03
FeO _t	27.74	26.07	25.6	27.48	27.63	30.18	28.2	27.38	26.23
MnO	0.74	1	0.84	0.59	0.74	0.88	0.59	0.79	0.69
Cr ₂ O ₃	0	0.11	0	0	0.02	0.04	0.01	0.05	1.76
SiO ₂	39.09	38.71	38.22	38.66	39.23	38.77	39.01	39.04	39.61
Al ₂ O ₃	22.02	22.03	20.96	21.51	21.86	20.93	21.11	21.81	22.87
MgO	4.61	4.34	2.58	4.08	3.52	5.44	4.03	3.21	5.28
NiO	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TOTAL	103.63	102.28	101.05	101.58	103.19	101.63	102.03	103.3	106.1

FORMULA ESTRUCTURAL (PARA 12 OXIGENOS)

Si	2.961	2.966	2.981	2.989	2.992	3.000	3.006	2.979	2.917
Al IV	0.039	0.034	0.019	0.011	0.008	0.000	0.000	0.021	0.083
Al VI	1.927	1.955	1.908	1.950	1.958	1.909	1.918	1.941	1.903
Ti	0.019	0.028	0.039	0.034	0.024	0.051	0.032	0.040	0.057
Cr	0.000	0.007	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001	0.003	0.102
Fe+++	0.054	0.010	0.053	0.016	0.017	0.037	0.050	0.017	0.000
Fe++	1.704	1.660	1.617	1.761	1.746	1.916	1.767	1.730	1.616
Mn	0.047	0.065	0.055	0.039	0.048	0.058	0.039	0.051	0.043
Mg	0.520	0.496	0.300	0.470	0.400	0.627	0.463	0.365	0.580
Ni	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Ca	0.739	0.782	1.018	0.719	0.798	0.374	0.704	0.845	0.681
Andr	2.687	0.494	2.644	0.817	0.847	1.867	2.499	0.843	0.000
Gros	21.860	25.556	31.388	23.242	25.838	10.688	21.168	27.391	23.329
Espes	1.577	2.161	1.856	1.293	1.598	1.939	1.295	1.707	1.475
Pir	17.289	16.500	10.029	15.732	13.373	21.089	15.567	12.204	19.852
Alm	56.596	55.290	54.075	58.913	58.341	64.401	59.448	57.852	55.344
Gro+Esp	23.437	27.716	33.244	24.535	27.436	12.627	22.463	29.098	24.804

ESPINELAS. RIAÑO

MUESTRA,	3034	3046	3046
Nº A. Q.	165	31	32
SiO ₂	0.05	0.1	0.06
TiO ₂	0.35	0.54	0.55
Al ₂ O ₃	25.07	27.86	24.94
Cr ₂ O ₃	40.3	35.62	38.03
Fe ₂ O ₃	4.52025	4.23387	4.5657
FeO	19.7926	21.2303	19.7417
MnO	0.33	0.35	0.37
NiO	n.d.	n.d.	n.d.
MgO	10.85	9.98	10.35
CaO	0.03	0.17	0.14
Na ₂ O	0	0	0
K ₂ O	0	0	0
Total	101.293	100.084	98.7474

FORMULA ESTRUCTURAL (PARA 32 OXIGENOS)

Si	0.012	0.025	0.015
Al Yl	7.226	8.060	7.368
Ti	0.064	0.100	0.104
Cr	7.789	6.910	7.534
Fe+++	0.832	0.782	0.861
Fe++	4.047	4.357	4.137
Mn	0.068	0.073	0.079
Mg	3.953	3.650	3.865
Ni	n.d.	n.d.	n.d.
Ca	0.008	0.045	0.038
Na	0.000	0.000	0.000
K	0.000	0.000	0.000

BIOTITAS. RIAÑO

Muestra 3037-B
NºA.Q. 59

Na ₂ O	0.19
K ₂ O	8.82
CaO	0.01
TiO ₂	4.15
Fe ₂ O ₃	0
FeO	20.66
MnO	0.02
Cr ₂ O ₃	0.06
SiO ₂	35.6
Al ₂ O ₃	16.94
MgO	9.87
NiO	n.d.

TOTAL 96.32

FORMULA ESTRUCTURAL (PARA 22 OXIGENOS)

Si	5.390
Al	3.024
Ti	0.473
Cr	0.007
Fe ⁺⁺⁺	0.000
Fe ⁺⁺	2.616
Mn	0.003
Mg	2.227
Ni	n.d.
Ca	0.002
Na	0.056
K	1.704

TOTAL 15.501

Al ^{IV}	2.610
Al ^{VI}	0.414
Z	8.000
Y	5.740
A	1.761
Mg [*]	0.460
Fe [*]	0.540