

Lurralde	11	1988	p. 21-38	ISSN 0211-5891
----------	----	------	----------	----------------

CDU 550.4 : 553.61 (466.2)

GEOQUIMICA DEL CUARZO FILONIANO EN LOS GRANITOIDES DE PEÑAS DE AYA (GUIPUZCOA)

Recibido: 1987-01-12

M.^a del Mar PASCUAL CARVAJAL
José G. SANCHEZ GLEZ. DE HERRERO

Instituto Geográfico Vasco "Andrés de Urdaneta"
c/San Marcial, 13-4.º C - 20005 SAN SEBASTIAN

Director del trabajo: Fernando BEA BARREDO

Dpto. Petrología y Geoquímica
Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca.

RESUMEN: Geoquímica del cuarzo filoniano en los granitoides de Peñas de Aya.

El estudio de los contenidos de alcalinos en venas de cuarzo es una técnica de aplicación reciente tanto para la interpretación de la génesis de estas estructuras como para el estudio de las mineralizaciones que puedan llevar asociadas. La estructura cristalina del SiO₂ no permite coordinar elementos extraños en su red. Si acaso, pequeñas cantidades de K y Rb. El resto de los elementos se encuentran formando parte de inclusiones fluidas. Por tanto, las concentraciones obtenidas por análisis químico pueden atribuirse razonablemente a las existentes en dichas inclusiones. Del estudio de las 25 muestras recogidas se desprende que el Li se concentra en fracturas tardías, y ni las concentraciones elementales ni las relaciones entre elementos permiten pensar en posibles mineralizaciones.

Palabras Clave: Geoquímica, cuarzo filoniano, elementos alcalinos, Peñas de Aya, Guipúzcoa, España.

ABSTRACT: Geochemistry of quartz veins in the granitoides of Peñas de Aya (Guipuzcoa).

The study of the contents in alkaline elements in quartz veins is a new method that is being used in the genetic interpretation of these structures as well as in the study of associate potencial mineralization. The crystalline structure of SiO_2 permits not the coordination of rare elements into its network, except K and Rb in small amounts. The rest of the elements occur in liquid inclusions. This way the concentrations obtained by chemical analysis can be reasonably ascribed to those existing in the said inclusions. From the study of 25 samples it can be deduced that Li is concentrated in later fractures, and neither the concentrations of elements nor the relations among them permit thinking of a possible mineralization.

Key Words: Geochemistry, quartz veins, alkaline elements, Peñas de Aya, Guipuzcoa, Basque Country, Spain.

LABURPENA: Kuarzo filoniarren geokimika Aia-Harriako granitoideetan (Gipuzkoa).

Alkaliar edukien kuarzo meetan, bai genesi baten interpretaziorako, bai elkaturik eraman daitekeen mineralizazioen ikerketa lanerako, erabileraren aldetik teknika berria dugu. SiO_2 -en egitura kristalinoak ezinezkoa egiten du elementu arraroaren sarrera bere sarean, K eta Rb-ren zenbait kantitate txiki ezik. Gainerako elementuek inklusio isurkorak osatzen, aurkiditzakegu. Beraz, logikoki analisi kimikoaren bidez lortutako kontzentrapenak, lehen aipaturiko inklusio horiei dagozkie. Jasotako 25 erakusgarritik konklusio honetara iristen da "Li"-a haustura berauntkorretan biltzen dela. Ez gaituzte baimetzen oinarritzko kontzentrapenak ezta ere beraien artean sortutako erlazioak, elkartu-mineralizaziotan pentsatzeko.

1. INTRODUCCION.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Existen varios trabajos recientes sobre geoquímica de venas de cuarzo relacionadas con granitoides, que manifiestan la importancia de este tipo de investigaciones como contribución a un mejor conocimiento acerca de su génesis y de su posible potencialidad minera.

La sílice que da lugar a formaciones filonianas de cuarzo ha sido movilizada por soluciones acuosas. Conjuntamente con el SiO_2 , viajan otros elementos muy solubles, pero cuya precipitación no es ni mucho menos contemporánea con la del cuarzo. Las soluciones acuosas que vehiculan la sílice quedan atrapadas como inclusiones al precipitar los cristales de cuarzo o cementando las fisuras intercrystalinas que actúan como vía privilegiada para la circulación de fluidos (GRELOU-ORSINI & CARRAT, 1982). De entre todas las sustancias disueltas en tales fluidos, destacan los elementos alcalinos, cuya tendencia a formar compuestos iónicos, hace que se comporten de una manera móvil.

Sería muy de desear la posibilidad de caracterizar la química de las inclusiones fluidas en venas de cuarzo a fin de obtener información sobre la composición de las originales y, por tanto, de los mecanismos genéticos implicados.

Es un hecho conocido que la estructura de la sílice es poco propicia para la coordinación de elementos ajenos a su red. Si al analizar concentrados de cuarzo puro se obtienen resultados elevados de elementos alcalinos, hay que atribuir su presencia a las disoluciones contenidas en las inclusiones fluidas.

Por tanto, el análisis químico de concentrados de cuarzo puro puede ser una vía rápida y sencilla de caracterizar la química de dichas inclusiones. Pero, la rapidez de obtención e interpretación de resultados puede verse limitada en el caso de existir varias generaciones de inclusiones superpuestas.

1.2. OBJETIVOS.

Vistas todas estas consideraciones, la caracterización de los fluidos que han dado lugar a la formación de venas de cuarzo, puede ser interesante tanto para comprender su génesis, como para evaluar la posible potencialidad minera.

En consecuencia, los objetivos primordiales que persigue este trabajo son:

- (1).- Tipificación geoquímica de las venas de cuarzo en lo que elementos alcalinos se refiere.
- (2).- Posible utilización de los alcalinos como indicadores de mineralización.

1.3. ANTECEDENTES.

La geoquímica de venas de cuarzo, a pesar de ser un método prometedor, ha sido poco utilizada.

Uno de los pioneros en este tipo de trabajos ha sido STAVROV (1981), que estudió diferentes asociaciones de carácter granítico en la URSS. Cada una de estas asociaciones tiene un valor característico de Rb y de K/Rb. En consecuencia, las soluciones mineralizantes liberadas por los magmas en la formación de intrusiones, llevarían consigo esta especie de información genética.

Según este mismo autor, los niveles de K y Rb, pueden variar en el cuarzo dependiendo de la cantidad de inclusiones, pero el valor de la relación K/Rb únicamente depende del valor de la solución hidrotermal a partir de la cual ha cristalizado cuarzo.

En lo referente al estudio de la mineralización recurrió a dos tipos diferentes de depósitos estanníferos:

- 1) Depósitos con la asociación cuarzo-casiterita (pegmatitas con estaño).
- 2) Sulfuros-casiterita (silicatos-casiterita, sulfuros-casiterita).

Los valores de la relación K/Rb varían de 200-250 en el emplazamiento granítico, pasando por 130-170 en los granitos consolidados, hasta 100 o menores en las pegmatitas.

Otros trabajos muy recientes en la misma línea son los siguientes:

1) MASSA & IKRAMUDDIN (1986), que completando trabajos anteriores (IKRAMUDDIN 1982, 1983, 1986), trabajan sobre la utilidad del Tl y las relaciones Ba/Tl y K/Tl en filones de cuarzo asociados a rocas volcánicas, como indicadores de metales preciosos (Au, Ag), en el Distrito Minero de Como, Nevada, USA. El ión Tl se comporta geoquímicamente como un alcalino pesado.

2) IKRAMUDDIN, BESSEL & NORDSTRON (1986), quienes dirigen sus investigaciones a las relaciones entre Tl, Rb y K en filones asociados a rocas volcánicas, sugiriendo que altas concentraciones de Tl y bajos valores de K/Tl y Ba/Tl, pueden servir como guías potenciales de mineralización en depósitos de origen hidrotermal para determinado tipo de yacimientos.

2. ENCUADRE GEOLOGICO.

Los granitoides de Peñas de Aya forman un pequeño plutón que aflora en la zona noroccidental de la Hoja de Vera de Bidasoa. Se extiende por las provincias de Guipúzcoa y Navarra, y se adentra en escasa proporción en el País Vasco francés.

Su extensión es inferior a los 100 Km² y posee una forma ligeramente alargada en la dirección SSO-NNE (CAMPOS, 1979).

2.1. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS.

El macizo granítico de Peñas de Aya muestra una geomorfología destacable. En primer lugar, porque en él se encuentran las mayores cotas topográficas de zona, las cuales sobrepasan los 800 m. de altitud (Bianditz, 840 m.; Monteaya, 832 m.; Txurumurrú, 821 m. y Peñas de Aya, 806 m.); y, en segundo lugar, por la forma prominente característica que presentan las tres últimas cumbres citadas. Estas, situadas una a continuación de otra, semejan dientes puntiagudos (SANTANA, 1966) o pináculos adosados; sus cimas ligeramente redondeadas por la erosión y sus vertientes rugosas y muy escarpadas (SANTANA, op. cit.), desprovistas de vegetación contrastan fuertemente con los terrenos circundantes.

Por otra parte, y salvo algún apuntamiento granítico de pequeño tamaño, el resto del plutón presenta una morfología similar a la del entorno del macizo, caracterizada por un relieve de valles en V profundamente encajados, con laderas reguladas de pendientes entre 20 y 30 grados (SANTANA, op. cit.), y en los que se instala la red hidrográfica. Los cauces fluviales parten de las zonas altas en todas direcciones, a excepción del río Bidasoa que atraviesa el macizo por la parte norte en dirección SSE-NNO, describiendo un trazado en codos rectangulares (SANTANA, op. cit.).

Hay que señalar, además, que sobre la superficie granítica desnuda se desarrollan importantes procesos de alteración meteórica; así como, se manifiestan intensos procesos edafológicos y abundante vegetación sobre laderas; todo ello favorecido por el clima oceánico húmedo típico de la región.

2.2. ASPECTOS GEOLOGICOS.

Las rocas graníticas encajan siempre en materiales carboníferos (sucesión esquistosa de Cinco Villas) y presentan en general contactos netos. Localmente, limitan con rocas Mesozoicas posteriores a la intrusión y en las que no se observan síntomas de metamorfismo de contacto (CAMPOS, op. cit.).

Los granitoides de Peñas de Aya desarrollan una pequeña aureola de metamorfismo de contacto de espesor variable, no superior a los 100 m. (CAMPOS, op. cit.).

Siguiendo los estudios del mismo autor, dentro del afloramiento granítico pueden distinguirse dos zonas petrográficas:

- 1) zona o facies interna, representada por un granito con biotita de grano medio a grueso.
- 2) zona o facies de borde, constituida por rocas de composición variable, distribuidas irregularmente y de tamaño de grano inferior al de la facies interna.

Esta facies adquiere dimensiones desproporcionadas, y se encuentran afloramientos de ella incluso en zonas alejadas del contacto con el metamórfico.

Por otra parte, pueden observarse en el granito próximo al contacto enclaves del encajante parcialmente digeridos.

Las rocas filonianas están representadas, principalmente, por filones de cuarzo muy abundantes y por pequeños filones de pegmatitas, que aparecen encajados tanto en el granito como en el metamórfico inmediato.

La edad del plutón granítico de Peñas de Aya es hercínica, y se considera sin-cinemático tardío o postcinemático respecto a las dos fases de deformación principales que se distinguen en el Carbonífero; su emplazamiento posiblemente antees-tefaniense pudo tener lugar en el Carbonífero Superior (CAMPOS, op. cit.). Posteriormente, y en particular durante la orogenia alpina parece haber sufrido importantes deformaciones, puestas de manifiesto con mayor claridad en la zona de fractura de Aritxulegi, falla de dirección E-O de orígenes posthercínicos que divide al macizo de Aya en dos partes.

3. TIPOLOGIA DE LAS VENAS DE CUARZO.

En los granitoides del Macizo Hespérico existen distintos tipos de cuerpos con geometría filoniana en los que el cuarzo figura como principal componente (Bea & Sanchez, com. pers.). Estos pueden clasificarse en cuatro tipos principales:

- 1) Cuarzo de sierros.
- 2) Cuarzo asociado a episenitas.
- 3) Cuarzo de diferenciación metamórfica.
- 4) Cuarzo filoniano de origen hidrotermal.

Se trata de cuerpos con unas características bien definidas en cuanto a geometría, direcciones y relaciones con el encajante se refiere, de tal manera que hay criterios de campo válidos para encuadrar cada vena de cuarzo dentro de su tipo correspondiente.

La totalidad de las muestras recogidas en el área estudiada pertenecen al tipo de cuarzo filoniano de origen hidrotermal, cuyas características se describen a continuación.

3.1. CUARZO FILONIANO DE ORIGEN HIDROTERMAL.

Muchos han sido los autores que desde Agrícola y a lo largo de la historia geológica se han dedicado a investigar la génesis de los depósitos conocidos en la actualidad bajo la denominación de hidrotermales. Concretamente, NIGGLI (1937), utiliza el término hidrotermal para designar el último estadio de la evolución de un magma en el que aumenta el contenido de volátiles a medida que desciende la temperatura; y en el mismo sentido se empleará en este trabajo.

La formación de depósitos minerales estaría regulada por soluciones acuosas residuales y calientes (entre 100 y 400 ° C), capaces de transportar iones metálicos en disolución. La precipitación de las fases minerales se produciría siempre que se dieran unas condiciones físico-químicas determinadas. PETRASCHECK (1965), cita como principales causas de esta precipitación: la disminución de temperatura, la evaporación del disolvente y el encuentro entre dos disoluciones que reaccionaron entre sí. Aparecen normalmente en forma de filones, rellenando cavidades, como impregnaciones, etc...

El caso que aquí se aborda es el de la precipitación de estas disoluciones en forma de filones. En este tipo de yacimientos, las características mecánicas de la roca de caja desempeñan un papel primordial. La inmensa mayoría de los filones se encuentran rellenando grietas tectónicas de origen tensional.

Hay que destacar que la respuesta de la roca encajante a distintos esfuerzos puede dar lugar a sucesivas generaciones de filones, no sólo diferentes en cuanto a sus características estructurales, sino también respecto a su composición por cuanto que el quimismo de la disolución es susceptible de variar con el tiempo al estar sujeto a múltiples factores que condicionan la precipitación de las fases minerales.

4. PARTE EXPERIMENTAL.

4.1. RECOGIDA DE MUESTRAS.

Se han recogido un total de 25 muestras, pertenecientes a venas de cuarzo de distinta potencia y longitud, procurando que estuviera representada la mayor superficie posible del afloramiento. La distribución de las venas muestreadas se refleja en el mapa esquemático (Fig. 1).

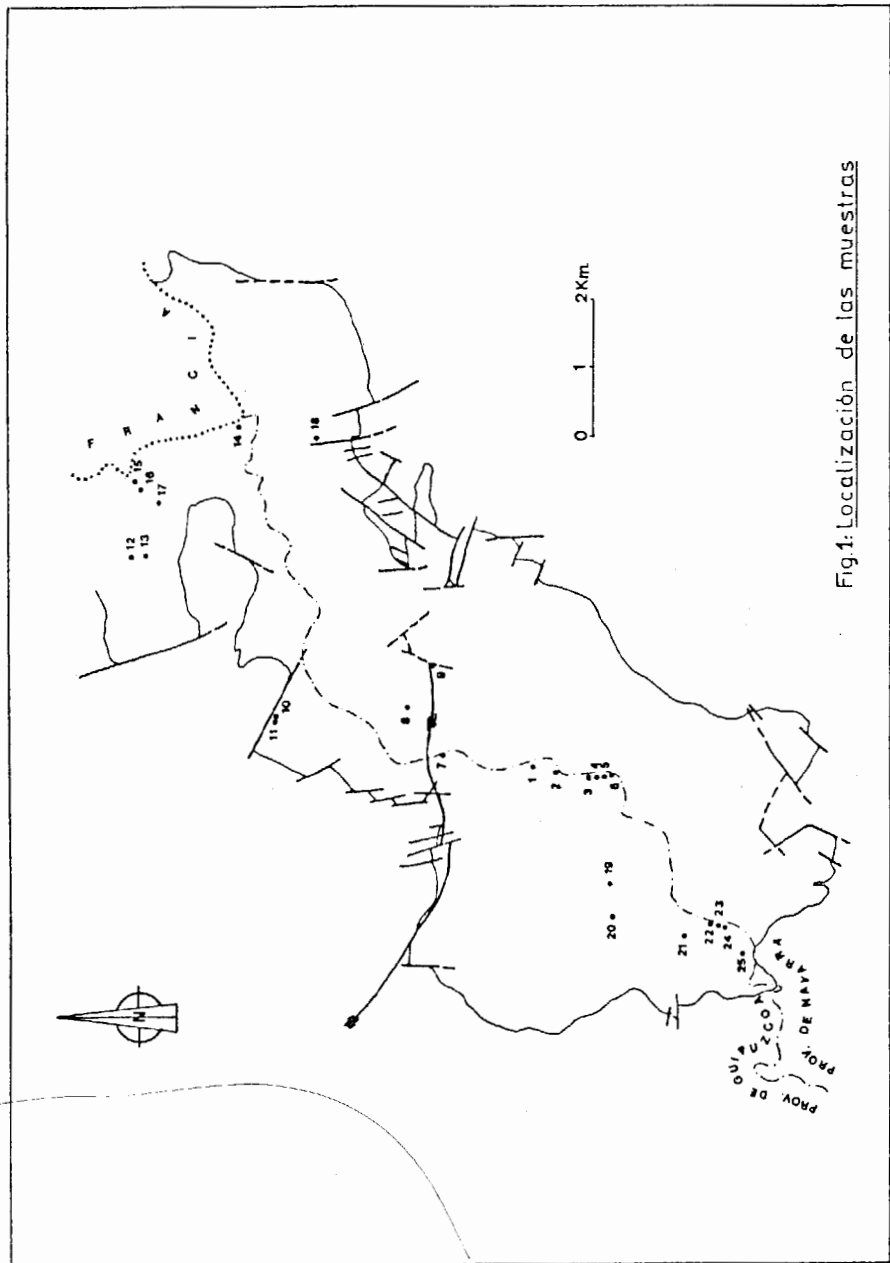


Fig.1: Localización de las muestras

La cantidad recogida de cada muestra varía en función del tamaño de la vena de cuarzo, pero en general oscila entre los 2 y los 4 Kgs.

4.2. TRATAMIENTO DE MUESTRAS.

4.2.1. RIESGOS DE CONTAMINACION.

Debido a las concentraciones de alcalinos tan pequeñas con las que se trata, es absolutamente necesario evitar contaminaciones que falseen los resultados. La introducción no deseable de alcalinos puede producirse desde las siguientes fuentes:

1) FASES MINERALES AJENAS

a) Feldespatos alcalinos:

- Feldespato potásico, (ortosa, microclina). $(\text{Si}_3\text{AlO}_8)\text{K}$. Puede aportar cantidades significativas de K, Rb y Cs.
- Feldespato sódico, (albita). $(\text{Si}_3\text{AlO}_3)\text{Na}$. Influye en la concentración de Na.

b) Micas:

- Moscovita. $(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})\text{KAl}_2(\text{OH})_2$
- Biotita. $(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})\text{K}(\text{Mg}, \text{Fe})_3(\text{OH})_2$
- Lepidolita. $(\text{Si}_3\text{Al}_{10}/\text{F}_2)\text{K}, \text{Li}_{1.5}\text{Al}_{1.5}$
- Zinwaldita. $\text{Si}_3\text{AlO}_{10}/(\text{OH},\text{F})_2\text{KLiFeAl}$

Todas ellas pueden variar los contenidos de K, Rb, Cs y Li.

2) REACTIVOS ANALITICOS.

Se ha controlado sistemáticamente haciendo ensayos analíticos con los reactivos, pero sin muestra. No se ha detectado contaminación en ningún caso.

4.2.2. SEPARACION Y CONCENTRACION DE CUARZO.

Se parte de 3 kilogramos de muestra recogida en el campo, que se somete a los pasos siguientes:

4.2.2.1. *Trituración y tamizado.* La muestra se tritura en una quebrantadora de mandíbulas RECH. El producto resultante se tamiza entre 1 mm. y 0,6 mm. Posteriormente se lava para eliminar el polvo. El proceso se completa con un último lavado con agua desionizada y el consiguiente secado.

4.2.2.2. *Eliminación de la fracción magnética.* Se trata de eliminar sulfuros, óxidos y silicatos de hierro, así como granos de cuarzo impregnados por óxidos de Fe. Se utiliza un separador magnético isodinámico FRANZ con la condición que se indica:

Angulo horizontal $O_1 = 20$

Angulo vertical $O_2 = 30$

Intensidad $I = 4$ ma.

4.2.2.3. *Separación por líquidos densos.* Tiene por objeto la eliminación preferente de feldespatos y micas no férricas. La operación se lleva a cabo ajustando la densidad del bromoformo de tal manera que vayan decantando las distintas fases minerales, hasta la obtención de un concentrado de cuarzo.

4.2.2.4. *Refinado a la lupa.* Para eliminar las últimas impurezas, obteniendo de 1 a 2 gramos de cuarzo puro.

4.2.2.5. *Molienda en el mortero de ágata.* Hasta una granulometría inferior a 40μ , apta ya para el análisis químico.

4.2.3. ANALISIS QUIMICO.

Un gramo de muestra finamente pulverizado se ataca con la siguiente muestra ácida:

10 ml. de FH
5 ml. de NO_3H
2 ml. de CLO_4H

Se lleva a sequedad manteniendo la temperatura a 120°C . El residuo se recoge en 10 ml. de ClH 0.5 M, disolución lista para el análisis.

TABLA I

EL.	METODO	LLAMA	$\lambda(\text{m}\mu)$
Li	Absorción Atómica	Aire/Acetileno (laminar)	670.8
Na	Fotometría de Llama	" " (turbulenta)	589.0
K	" " "	" " "	776.5
Rb	Absorción Atómica	" " (laminar)	780.0
Cs	Fotometría de Llama	" " (turbulenta)	852.1

Tabla I: Condiciones instrumentales para la determinación de alcalinos.

Table I: Instrumental conditions for the determination of alkaline elements.

Tabla II: Concentraciones de elementos alcalinos en las muestras estudiadas.

Table II: Contents of alkaline elements for studied samples.

Nº Muestra	CONCENTRACIONES EN ppm.				
	Li	Na	K	Rb	Cs
1	12	82	42	3	1
2	4	101	164	15	1
3	15	86	8	2	1
4	12	207	17	2	1
5	39	125	40	4	1
6	19	162	24	3	1
7	17	189	82	6	1
8	93	284	74	5	2
9	218	196	39	3	1
10	25	149	772	85	1
11	125	117	317	26	1
12	121	89	292	19	2
13	61	58	701	68	1
14	46	267	48	4	1
15	108	271	204	11	1
16	19	64	100	5	1
17	7	165	106	8	1
18	25	238	193	21	1.5
19	14	200	202	15	1
20	11	219	183	15	1
21	7	451	103	4	1
22	3	162	63	4	1
23	4	146	24	3	1
24	3	911	81	4	1
25	33	267	86	6	1

Todas las muestras obtenidas se han analizado en un Espectrofotómetro de Absorción Atómica EEL 240 MARK 2. Los calibrados se han llevado a cabo frente a patrones con la misma matriz que las muestras, y los siguientes intervalos de concentración:

Na, K: 0, 10, 20, 40 ppm.
Li, Rb: 0, 1, 5, 19, 15 ppm.

Las determinaciones se han realizado tal como se indica en la Tabla I.

5. RESULTADOS.

5.1. GEOQUIMICA ELEMENTAL.

En la Tabla II se presentan los resultados de los análisis químicos de elementos alcalinos correspondientes a las 25 muestras recolectadas. Así mismo, en la Tabla III se exponen los parámetros estadísticos calculados para cada uno de los elementos sobre la totalidad de los análisis realizados.

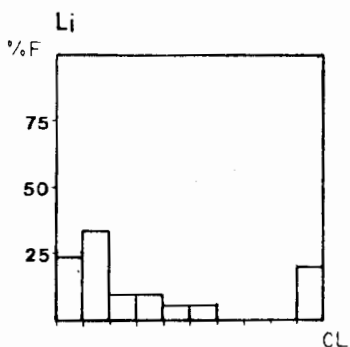
	Li	Na	K	Rb	Cs
M	41.64	208.24	158.6	13.64	1.1
S.D.	52.61	170.75	193.1	20.19	0.28
M*	18.8	167.13	108.3	8.17	
S.D.*	15.58	12.93	86.9	6.90	

M.: Media ; S.D.: Desviación Standard.

M* ; S.D.* ; Parámetros estadísticos calculados sin incluir los valores más elevados.

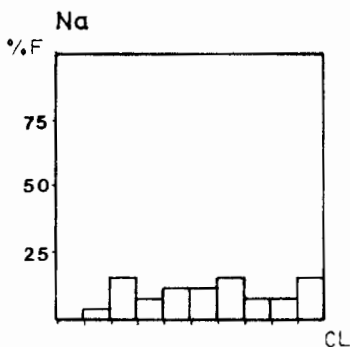
Tabla III: Parámetros estadísticos calculados para cada elemento sobre la totalidad de los análisis.

Table III: Statistic parameters for each element calculated from whole analysis.



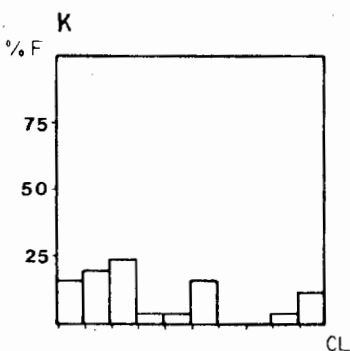
CL	INTERVALOS	%FREC.
1	0 — 10	24
2	10 — 20	32
3	20 — 30	8
4	30 — 40	8
5	40 — 50	4
6	50 — 60	4
7	60 — 70	—
8	70 — 80	—
9	80 — 90	—
10	>90	20

(a)



CL	INTERVALOS	%FREC.
1	0 — 30	—
2	30 — 60	4
3	60 — 90	16
4	90 — 120	8
5	120 — 150	12
6	150 — 180	12
7	180 — 210	16
8	210 — 240	8
9	240 — 270	8
10	>270	16

(b)

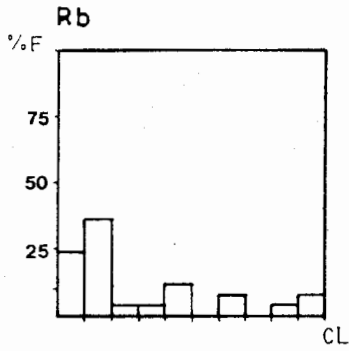


CL	INTERVALOS	%FREC.
1	0 — 35	16
2	35 — 70	20
3	70 — 105	24
4	105 — 140	4
5	140 — 175	4
6	175 — 210	16
7	210 — 245	—
8	245 — 280	—
9	280 — 315	4
10	>315	12

(c)

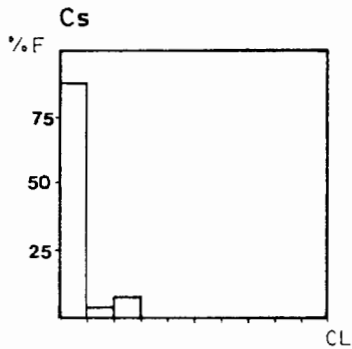
Fig.2 y 2 cont.: Histogramas de las concentraciones de elementos alcalinos en las muestras estudiadas. (a) Li; (b) Na; (c) K; (d) Rb; (e) Cs; (f) relación K/Rb. CL: clases. Intervalos: en p.p.m. F: % de frecuencia.

Fig. 2 y 2 cont.; plots of alkaline element contents for studied samples. (a) Li; (b) Na; (c) K; (d) Rb; (e) Cs; (f) K/Rb ratio. CL: class. Intervals: in p.p.m. F: frequency.



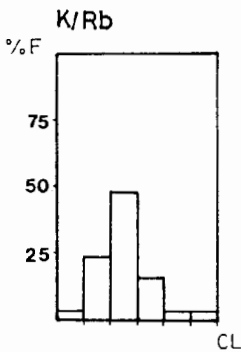
CL	INTERVALOS	% FREC.
1	0 — 3	24
2	3 — 6	36
3	6 — 9	4
4	9 — 12	4
5	12 — 15	12
6	15 — 18	—
7	18 — 21	8
8	21 — 24	—
9	24 — 27	4
10	>27	8

(d)



CL	INTERVALOS	% FREC.
1	0 — 1	88
2	1 — 1.5	4
3	1.5 — 2	8

(e)



CL	INTERVALOS	% FREC.
1	0 — 5	4
2	5 — 10	24
3	10 — 15	48
4	15 — 20	16
5	20 — 25	4
6	>25	4

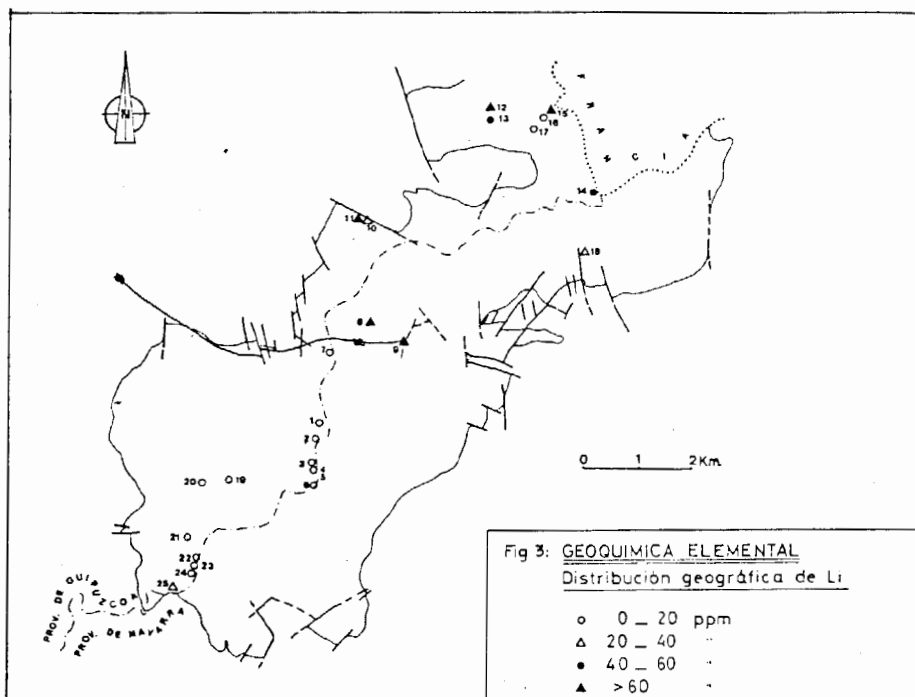
(f)

Fig. 2 cont.

5.1.1. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE Li.

Tal como refleja la Fig. 2.a), el 80% de las muestras tienen concentraciones de Li inferiores a 90 ppm., de las cuales un 56% se sitúa en el intervalo 0 - 20 ppm. El valor máximo de Li se registra en la muestra n.º 9, localizada en una zona de confluencia de fallas próxima a la ermita de San Antón.

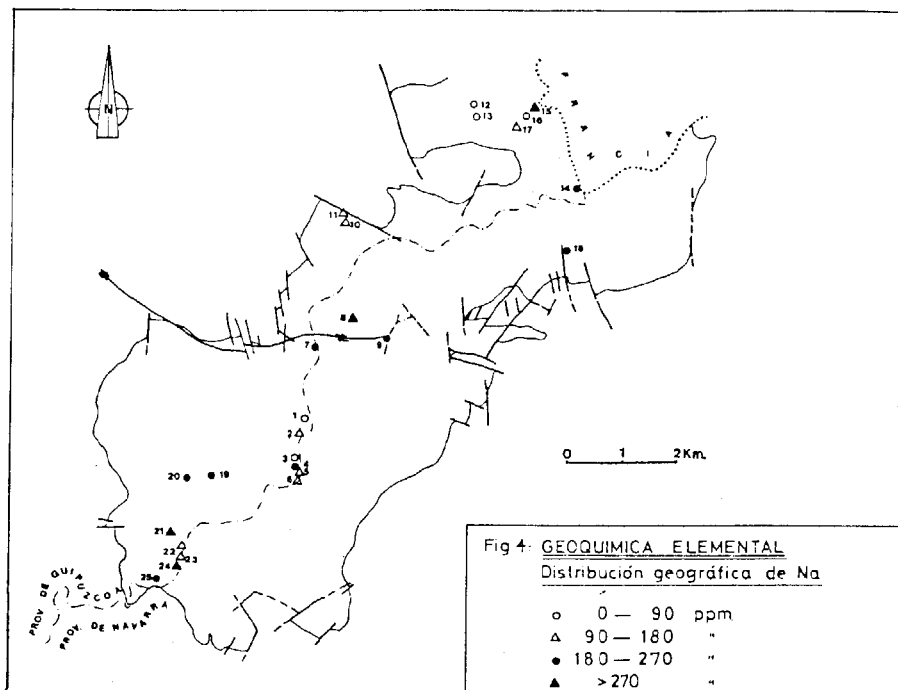
Según la distribución geográfica (Fig. 3) de este elemento, los mayores contenidos de Li se localizan en el centro y norte de la formación granítica, coincidiendo con zonas de fracturas tardías. La explicación a estas concentraciones más elevadas es coherente desde el punto de vista geoquímico, pues el Li es un elemento muy móvil que tiende a concentrarse en las últimas fases de la evolución magmática.



5.1.2. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE Na.

La distribución de Na es irregular (Fig. 4), predominando los contenidos intermedios. El 38% de las muestras se encuentran en el intervalo 120 - 210 ppm. (Fig. 2.b).

La muestra n.º 24 presenta una concentración de Na anómala, superior a las 900 ppm., sin embargo los mayores contenidos detectados oscilan entre las 200 y 400 ppm. (Tabla II).



5.1.3. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE K.

Como puede observarse en la Fig. 5, la distribución geográfica de este elemento es bastante regular, destacando algunas concentraciones más elevadas en la parte norte y noroeste de la formación granítica.

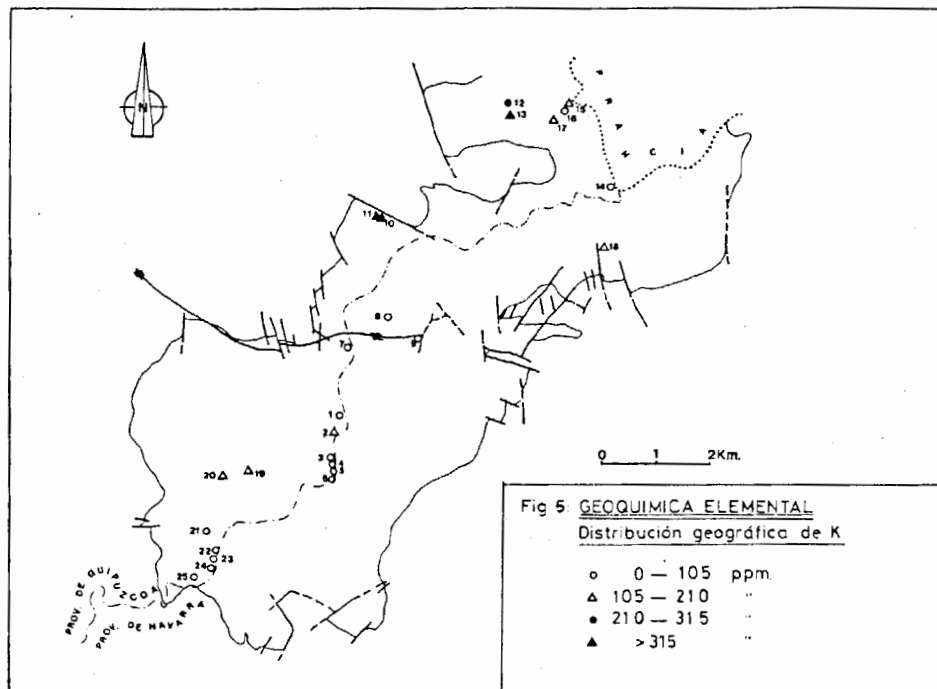
El 60% de la muestras analizadas presentan valores de K inferiores a las 105 ppm. (Fig. 2.c). Las muestras n.º 10 y n.º 13 tienen contenidos de K entre 700 y 800 ppm., siendo éstos los mayores valores registrados.

5.1.4. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE Rb.

Los contenidos de Rb determinados en el análisis químico no superan las 85 ppm. El 60% de las muestras presentan concentraciones inferiores a las 6 ppm. (Fig. 2 cont. d).

La distribución geográfica de Rb (Fig. 6) coincide prácticamente en su totalidad con la que presenta el K (Fig. 5). No sería un hecho a tener en cuenta si no fuera porque el aumento o disminución en la concentración de uno de ellos comportara idénticas variaciones en el otro. En este aspecto, autores como Stavrov (op. cit.) se han valido de la constancia de la relación entre estos dos elementos para caracterizar determinados tipos de venas mineralizadas que tienen en el cuarzo su principal componente.

Las máximas concentraciones se localizan, como en el caso anterior, en las muestras 10 y 13 con 85 y 68 ppm. respectivamente.



5.1.5. DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE Cs.

El Cs es el elemento que más bajas concentraciones presenta y la totalidad de las muestras están comprendidas entre 0 y 2 ppm. (v. fig. 6).

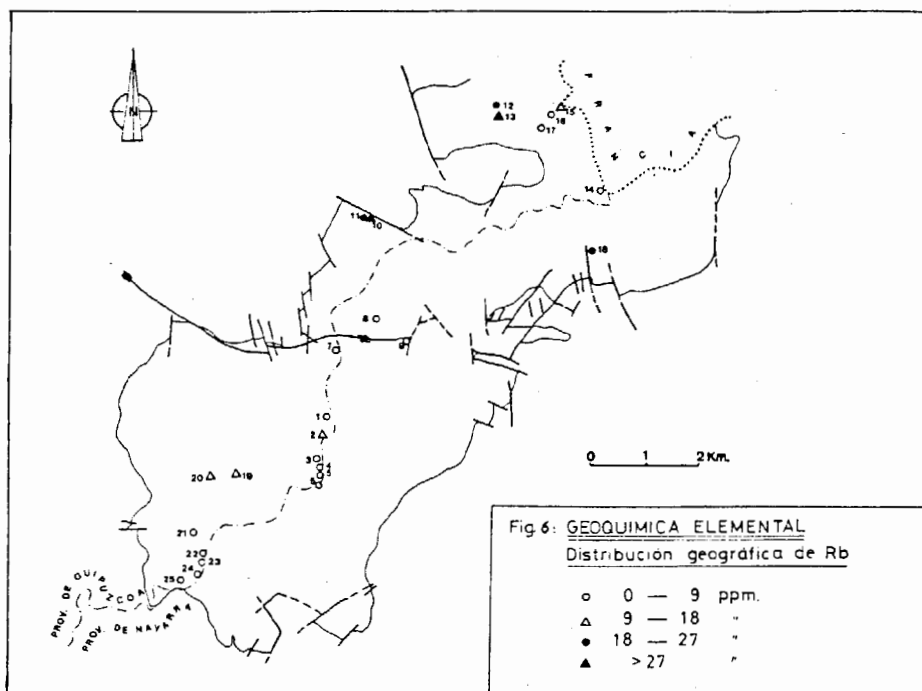
Debido a estos contenidos tan poco significativos, la interpretación de estos resultados ha de hacerse con reservas, y pensando siempre en las limitaciones con que ha contado el método experimental para detectar las concentraciones en este elemento.

6. CONCLUSIONES.

El presente estudio responde a la línea de investigación llevada a cabo en otras áreas graníticas del Macizo Hespérico, en particular en el Centro-Oeste de la Península Ibérica. Los resultados obtenidos son un dato más a tener en cuenta a la hora de comprender el desarrollo y la dinámica de las masas graníticas.

Este trabajo tiene una finalidad meramente orientativa sobre las concentraciones de elementos alcalinos en venas de cuarzo.

Las conclusiones que pueden extraerse de los resultados analíticos son las siguientes:



- 1) El Li se concentra principalmente en venas de cuarzo relacionadas con zonas de fracturación tardía.
- 2) Las concentraciones más elevadas de elementos alcalinos las presenta el Na, y las menores el Cs.
- 3) Los valores K/Rb no sirven para emplearlos como índices de mineralización.

Cuestiones como interpretaciones genéticas, etc..., quedan pendientes de resolución a falta de los datos geoquímicos del granito encajante, y requieren investigaciones más detalladas que incluyan, además, datos estructurales y petrológicos del cuerpo granítico.

7. BIBLIOGRAFIA.

- CAMPOS, J.; 1979. Estudio geológico del Pirineo Vasco al Oeste del río Bidasoa. Tesis Doctoral. U.P.V.
- GRELOU-ORSINI, C., CARRAT, H. G.; 1982. Recherches sur les inclusions intracrystallines et les joints intercrystallins dans un granite uranifère du Morvan, France. *Chemical Geology*, 37: 103-111.

- IKRAMUDDIN, M.; 1982. The relation between Tl, Rb and K in mineralized and non-mineralized rocks. *Geol. Soc. Am.*, Abstr. Prog., 14: 520.
- IKRAMUDDIN, M.; 1983 a. The use of Ba/Tl ratios as a guide to mineralization. *Geol. Soc. Am.*, Abstr. Prog., 15: 601.
- IKRAMUDDIN, M.; 1983 b. A rapid and precise method for the determination of thallium in geological materials at the one nanogram per gram level. *At. Spectrosc.*, 4: 101-103.
- IKRAMUDDIN, M.; 1986. Use of thallium ratios in mineral exploration. *J. Geochem. Explor.* (In litt.).
- IKRAMUDDIN, M., BESSE, L., NORDSTROM, P. M.; 1986. The relation between Tl, Rb and K in the Carlin-type gold deposits. *J. Geochem. Explor.*, 25: 231-260.
- MASSA, P. J., IKRAMUDDIN, M.; 1986. Thallium in gold-silver bearing quartz veins and associated volcanic rocks from the Como Mining District, Nevada, USA. *Chemic. Geol.*, 54: 27-34.
- NIGGLI, P.; 1937. *Das magmas und seine Produkte*. Leipzig.
- PETRASCHEK, W. E.; 1965. *Yacimientos y criaderos*. Barcelona, Ed. Omega.
- SANTANA, R.; 1966. *Géomorphologie des bassins de la Bidasoa et de l'Urumea*. Tesis Doctoral. Inst. Geograph. Fac. Lettres et Sciences Humaines. Bordeaux, France.
- STAVROV, O. D.; 1981. A geochemical method of granite association analysis and the criteria for related deposits. *Geochem. Int.*, 18-6: 138-157.

