T 11-57

UNIVERSIDAD DE GRANADA
DEPARTAMENTO DE MINERALOGÍA Y PETROLOGÍA

UNIVERSIDAD DE GRANADA
Facultad de Ciencias
Fecha 10/12/01
ENTRADA NUM. 4776



ESTUDIO PETROLÓGICO, GEOQUÍMICO Y GEOCRONOLÓGICO DE LOS GRANITOIDES DEL ÁREA MONESTERIO-CALA, ZONA DE OSSA-MORENA (MACIZO IBÉRICO).

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
GRANADA
N.º Documento b13385343
N.º Copia i17870860

Memoria presentada por:

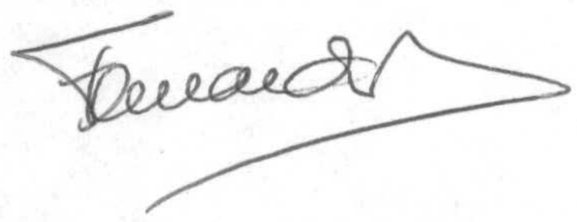
Karmah Salman Monte

para optar al grado de Doctor en Ciencias (Geología)

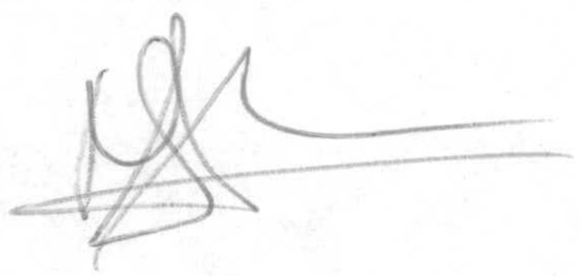
Granada, 2001.

Fernando Bea Barredo, Catdrático de Petrología y Geoquímica de la Universdad de Granada, certifica que:

La licenciada en Ciencias Geológicas Dña. Karmah Salman Monte ha realizado, bajo mi dirección, la memoria que presenta para optar al grado de Doctor. Y para que así conste, lo firmo en Granada a 28 de noviembre del 2001.



Fdo.: Fernando Bea Barredo



Fdo.: Karmah Salman Monte

A mis padres y hermanos.

A José A.

UNIVERSIDAD DE GRANADA
29 NOV. 2001
COMISION DE DOCTORADO

Agradecimientos

En estas líneas quiero agradecer el apoyo que, durante el desarrollo de este trabajo, me han dado muchas personas.

En primer lugar quiero agradecer a Fernando Bea, mi director de tesis, el haberme elegido para realizar este trabajo, así como su apoyo técnico y científico en todo momento. A pesar de lo muy ocupado que ha estado siempre, me ha guiado, enseñado y dedicado su tiempo todas las veces que se lo he pedido, que han sido muchas.

A Pilar G. Montero, que me ha ayudado en toda la parte dedicada a los análisis isotópicos y dataciones. Además, quiero agradecerle su apoyo en todo momento, tanto científico como personal.

A Mª Dolores Pereira, gracias por haberme introducido en el mundo de la geoquímica y la investigación. Profesora y amiga incondicional.

A Fernando Simancas, Antonio Azor y Francisco González Lodeiro, que primero me permitieron acompañarles en muchas salidas de campo y aprender de ellos, y luego me acompañaron y ayudaron en algunas de las mías. Sus comentarios a lo largo de estos años me han dado una visión más amplia de la Geología y del mundo de la investigación.

A Antonio García-Casco, que siempre me ha facilitado toda la información científica que le he pedido, y ha estado dispuesto a darme su opinión sobre diferentes aspectos de la tesis.

A José Ángel Sánchez Fabián, gracias por estar ahí siempre. Has sido mi ayuda constante.

A Luis González Menéndez y Antonio Acosta, mis primeros guías es este mundillo de la Ciencia. A ellos les debo gran parte de lo que se y también de donde obtener lo que necesito. Mis primeros amigos en Granada, sin los cuales todo hubiera sido mucho más difícil.

A Inma Expósito, que como compañera me ha enseñado muchas de las cosas que se necesitan para trabajar en el campo. Juntas hemos hecho geología, hemos disfrutado del campo, hemos soportado fuertes lluvias y días de insoportable calor y hemos degustado el buen jamón de Extremadura.

A Jesús Rodero, a quien debo la mayoría de las cosas que se del mundo de los ordenadores. Su disposición, en todo momento, para ayudarme, profesional y personalmente, no pueden pagarse con nada. Tanto él, como Inma Expósito, Charo Gutiérrez Narbona, Africa Yebra, Inma Rodríguez del Moral y Thomas Ganser son las personas que ahora puedo llamar amigos. Me incluyeron, desde el primer momento, en su círculo y con ellos estos años han sido unos de los mejores de mi vida, gracias por todo todo.

Fran García Tortosa, Jane Scarrow, Michael Dinn y Chipi Molina, aunque nos hemos conocido más tarde, se que también cuento con vosotros.

A mis amigos castellanos, Mercedes Sánchez, Susi Roy, Javier Suárez, Sunana Rotea, Loli Pérez Gago, Pedro Gallo y Alicia González que a pesar de la distancia siempre se han preocupado por todo lo que me ha ido ocurriendo en estos años.

A Alicia González, Isabel Guerra y Miguel Ángel Hidalgo, de los Servicios técnicos de la Universidad de Granada. Con ellos pasé muchas horas,

pero todas amenas, delante de esos aparatos que no siempre quieren funcionar.

Este trabajo ha sido financiado por una Beca de Formación de Personal Investigador del Ministerio de Educación y Cultura, una ayuda puente para Becarios Predoctorales de la Universidad de Granada, y por los proyectos de investigación del CICYT: PB-1995-1266 y PB-1998-1345.

Índice.

Índice

I- Introducción

I.1- Planteamiento del problema y objetivos.....3

I.2- Antecedentes.....7

- Trabajos de campo, petrografía y geoquímica: Complejo de Monesterio, granito de Calera de León, tonalita de Culebrín, granito del Castillo, Complejo plutónico de Santa Olalla y stock de Teuler.

- Estudios isotópicos y geocronología.....11

I.3- Metodología.....13

I.3.1- Trabajo de campo.....13

I.3.2- Estudios petrográficos.....13

I.3.3- Análisis de minerales.....13

I.3.4- Procesado de la muestra para separación de minerales y roca total..14

I.3.5- Análisis de elementos mayores por Fluorescencia de Rayos X.....14

I.3.6- Análisis de elementos traza por ICP-MS.....15

I.3.7- Análisis de isótopos de Sr y Nd.....15

I.3.8- Separación de circones y otros minerales.....17

I.3.9- Estudio de circones.....19

I.3.10- Datación mediante el método Evaporación secuencial $^{207}Pb/^{206}Pb$ de cristal único de circón.....19

II- Complejo de Monesterio.

II.1- Relaciones de campo.....23

II.2- Petrografía.....26

II.3- Geoquímica.....33

II.3.1- Elementos mayores.....33

II.3.2- Elementos traza.....37

II.4- Isótopos de Sr y Nd.....44

II.5- Geocronología.....45

II.5.1- Descripción de las muestras.....45

II.5.2- Dataciones.....50

II.6- Discusión.....52

III- Granito de Calera de León.

III.1- Relaciones de campo.....57

III.2- Petrografía.....59

III.3- Geoquímica.....68

III.3.1- Elementos mayores.....68

III.3.2- Elementos traza.....72

III.4- Isótopos de Sr y Nd.....80

III.5- Geocronología.....81

III.5.1- Descripción de las muestras.....81

III.5.2- Dataciones.....84

III.6- Discusión.....85

IV- Tonalita del Culebrín.

IV.1- Relaciones de campo.....91

IV.2- Petrografía.....94

IV.3- Geoquímica.....103

IV.3.1- Elementos mayores.....103

IV.3.2- Elementos traza.....106

IV.4- Isótopos de Sr y Nd.....113

IV.5- Geocronología.....113

IV.5.1- Descripción de las muestras.....113

IV.5.2- Dataciones.....117

IV.6- Discusión.....117

V- Granito del Castillo.

V.1- Relaciones de campo.....125

V.2- Petrografía.....127

V.3- Geoquímica.....138

V.3.1- Elementos mayores.....138

V.3.2- Elementos traza.....141

V.4- Isótopos de Sr y Nd.....149

V.5- Geocronología.....150
V.5.1- Descripción de las muestras.....150
V.5.2- Dataciones.....153
V.6- Discusión.....154

VI- Complejo plutónico de Santa Olalla.
VI.1- Relaciones de campo.....159
VI.2- Petrografía.....161
VI.3- Geoquímica.....172
VI.3.1- Elementos mayores.....172
VI.3.2- Elementos traza.....174
VI.4- Isótopos de Sr y Nd.....181
VI.5- Geocronología.....182
VI.5.1- Descripción de las muestras.....182
VI.5.2- Dataciones.....184
VI.6- Discusión.....185

VII- Stock de Teuler.
VII.1- Relaciones de campo.....189
VII.2- Petrografía.....190
VII.3- Geoquímica.....194
VII.3.1- Elementos mayores.....194
VII.3.2- Elementos traza.....197
VII.4- Isótopos de Sr y Nd.....199
VII.5- Geocronología.....200
VII.5.1- Descripción de las muestras.....200
VII.5.2- Dataciones.....204
VII.6- Discusión.....205

VIII- Geobarometría y geotermometría.....209

IX- Discusión y conclusiones.....215

X- Bibliografía.....221

Anexos: mapas, relación de abreviaturas y tablas de análisis .

I- Introducción.

I. 1- Planteamiento del problema y objetivos.

La Zona de Ossa-Morena (Lotze, 1945; Julivert *et al.*, 1974) está situada en el borde sur-occidental de la Cadena Hercínica Europea, dentro del Macizo Ibérico, entre la Zona Centroibérica, al norte, y la Zona Sudportuguesa, al sur (Fig. 1a), y se caracteriza por una importante actividad tectónica, magmática y metamórfica, primero cadomiense y luego hercínica. El límite norte con la Zona Centroibérica tiene lugar a través de la Unidad Central (Azor, 1994) y ha sido considerado bien como una sutura cadomiense reactivada durante la Orogenia Hercínica (Abalos, 1990; Abalos et al., 1991; Quesada, 1991), o bien como un accidente tectónico puramente hercínico (Burg *et al.*, 1981; Matte, 1986; Azor, 1994).

El límite con la Zona Sudportuguesa se ha considerado también como una zona de sutura representada por una unidad anfibolítica de afinidad oceánica, la Banda de Beja-Acebuches (Bard y Moiné, 1979), cabalgante sobre la Zona Sudportuguesa (Crespo-Blanc y Orozco, 1988 y 1991).

Entre las tres zonas, Centroibérica, Ossa-Morena y Sudportuguesa, se han reconocido una serie de similitudes y diferencias desde el punto de vista estructural, metamórfico y magmático que justificarían los límites antes descritos. Así, en la Zona Centroibérica y la Zona de Ossa-Morena se encuentran los mismos tipo de deformación -fábricas plano-lineares- y metamorfismo (Azor, 1994) en rocas cuyas edades van desde el Proterozóico superior hasta el Ordovícico y/o Devónico; las sucesiones estratigráficas en ambos bordes de las zonas son también similares hasta el Cámbrico inferior-medio. Por otro lado, la Zona Sudportuguesa está formada en su mayor parte por formaciones de carácter volcánico-sedimentario de edad devónica o carbonífera, afectadas por pliegues y cabalgamientos vergentes al SO y acompañados por un metamorfismo regional de bajo grado (Oliveira, 1990).

En cuanto al magmatismo, en la Zona Centroibérica predominan batolitos formados mayoritariamente por granodioritas, adamellitas y leucogranitos, generalmente muy peraluminosos, con $K_2O > Na_2O$, autóctonos o subautóctonos, emplazados en la corteza media y formados a partir de un protolito esencialmente cortical (Bea *et al.*, 1987 y 1999). El magmatismo de la Zona de Ossa-Morena, sin embargo, se caracteriza por plutones de pequeño

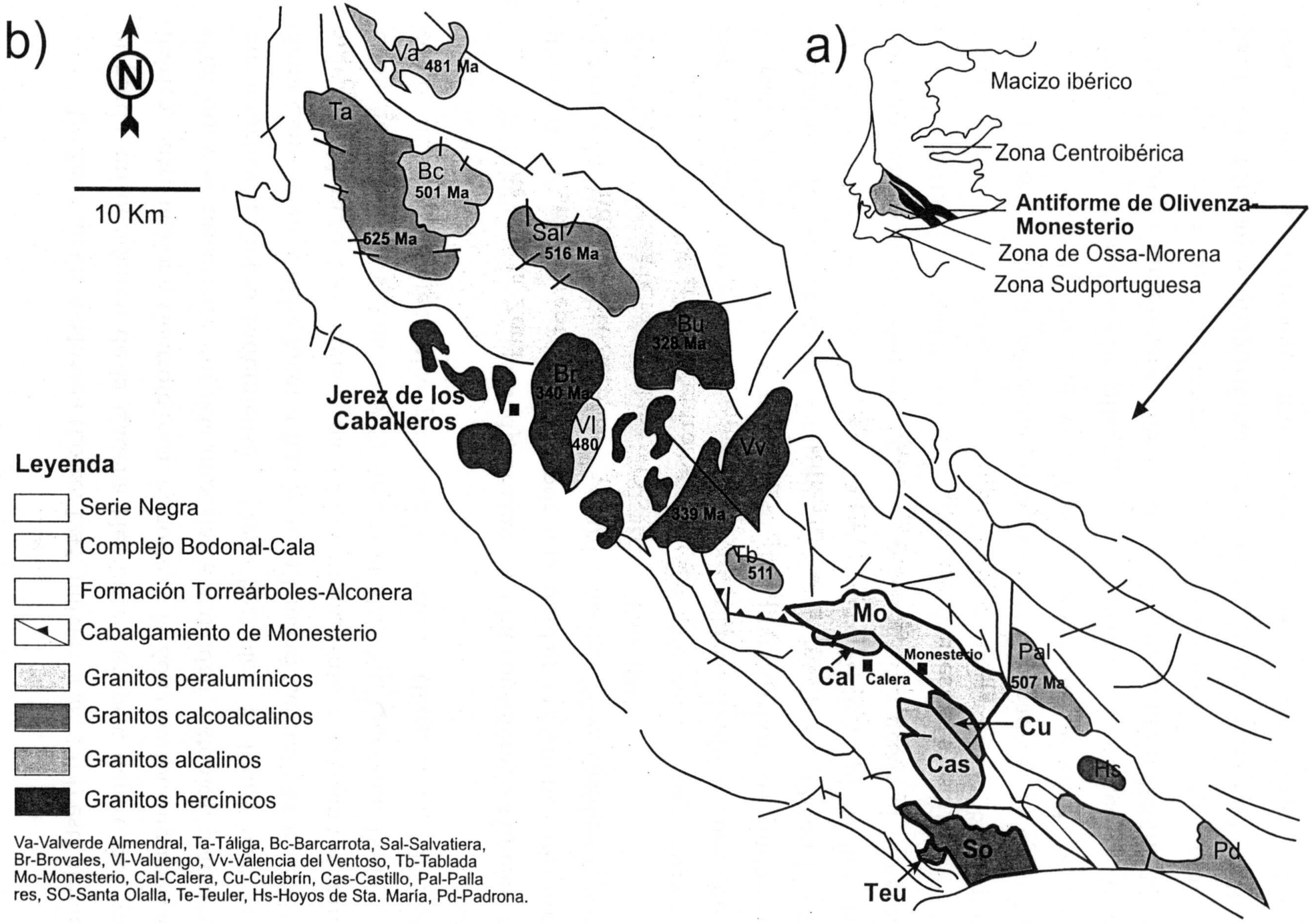


Fig. 1.- a) División en zonas de la Cadena Varisca en el Macizo Ibérico según Julivert et al., 1974. **b)** Esquema plutónico del anticlinorio de Olivenza.

tamaño con gran diversidad composicional, que incluyen desde términos peraluminosos a calcoalcalinos y peralcalinos (Pons, 1982; Eguíluz, 1987; Galindo, 1989). En la zona Sudportuguesa predominan granitos calcoalcalinos emplazados, en su mayoría, en un contexto subvolcánico (Silva *et al..*, 1990; Quesada, 1991; De la Rosa, 1992).

Además de las diferencias tipológicas, el magmatismo de las tres zonas tiene diferente edad y relaciones con la deformación regional. En la Zona Sudportuguesa el magmatismo es hercínico (Oliveira, 1990; Silva *et al.*, 1990) al igual que en la Zona Centroibérica, mientras que en la Zona de Ossa-Morena es predominantemente infraordovícico. En concreto, en la Zona Sudportuguesa los granitoides tienen una edad Carbonífero inferior o Carbonífero superior. En la Zona Centroibérica la producción de granitos ocurrió entre 350-280 Ma, con un máximo en torno a 310 Ma. También se encuentran algunos cuerpos de granitos cámbricos con edades en torno a 540 Ma, fuertemente deformados y parcialmente migmatizados (Serrano Pinto *et al.*, 1987; Pereira *et al.*, 1992; Bea *et al.*, 1999; Bea y Montero en prep., Valverde y Dunning, 2000).

En la Zona de Ossa-Morena, sin embargo, el magmatismo más importante es cadomiense. Ochsner (1993) determinó seis episodios magmáticos, en el intervalo entre los 620 Ma y 470 Ma, que produjeron rocas con quimismos diferentes. Dichos episodios son los siguientes:

1.- 620 Ma. Estadio anorogénico relacionado con un proceso de rifting cadomiense temprano.

2.- 590-540 Ma. Episodio calcoalcalino orogénico temprano.

3.- 530 Ma. Episodio sinorogénico peraluminoso.

4.- 525-510 Ma. Episodio calcoalcalino tardiorogénico.

5.- 500 Ma. Episodio alcalino tardiorogénico.

6.- 480-470 Ma. Episodio anorogénico postcadomiense en relación con un nuevo proceso de rifting.

Ordóñez-Casado (1998) aportó nuevos datos radiométricos y estableció los siguientes ciclos:

1.- 600 Ma. Comienzo del ciclo cadomiense.

2.- 580-500 Ma. Ciclo cadomiense, subdividido en rifting anorogénico (580-540 Ma), granitoides anatécticos sin- a post-colisionales (533-523 Ma) y magmatismo- alcalino y calcoalcalino- post-colisional en transición a

un rifting (525-498 Ma).

3.- 490-300 Ma. Ciclo varisco.

Este trabajo de Tesis doctoral está focalizado en el estudio de los cuerpos plutónicos de una zona relativamente pequeña, dentro de la Zona de Ossa-Morena, que incluye el tránsito del Cabalgamiento de Monesterio y en la que se encuentran representadas todas las litologías características de la zona.

Los cuerpos seleccionados son:

1)- Complejo de Monesterio.

2)- Granito de Calera de León.

3)- Tonalita del Culebrín.

4)- Granito del Castillo.

5)- Complejo plutónico de Santa Olalla.

6)- Stock de Teuler.

Todos ellos están localizados en la parte sur (flanco meridional del antiforme) del Anticlinorio de Olivenza, de dirección NO-SE (Fig. 1b) y solo el Complejo de Monesterio se sitúa al norte del Cabalgamiento de Monesterio. Otros cuerpos que aparecen diseminados a los largo de esta estructura son, de norte a sur: Valverde-Almendra, Táliga, Barcarrota, Salvatierra de los Barros, Burguillos del Cerro, Brovales, Valencia del Ventoso, Tablada, Pallares... La mayoría de estos plutones han sido estudiados por otros autores (Pons, 1982; Eguíluz, 1987; Galindo, 1989; Apraiz, 1998...) y se asemejan en características petrológicas y geoquímicas con los de esta memoria, lo que servirá para relacionarlos entre sí y con los diferentes eventos geológicos.

Dentro de los cuerpos plutónicos estudiados en esta Tesis, los cuatro primeros, Complejo de Monesterio, granito de Calera de León, tonalita del Culebrín y granito de Castillo, afloran sobre el basamento Precámbrico del Dominio Zafra-Monesterio y los otros dos sobre el Dominio de Arroyomolinos y el basamento Cámbrico inferior-Precámbrico superior. En estas zonas el Precámbrico medio-superior corresponde con lo que se denomina Serie Negra (Carvalhosa, 1965). Esta terminología de "dominios" fue utilizada por primera vez por Chacón (1974) que subdividió la Zona de Ossa-Morena en distintas partes, cada una con unas características particulares debido a su diferente evolución, y delimitadas por importantes fallas. Estudios posteriores

(Apalategui, 1990) modificaron esta división y definieron nueve dominios, dos de los cuales, el Dominio de Zafra-Monesterio y el Dominio de Arroyomolinos, ocupan el área destinada a nuestro estudio. A pesar de que en los trabajos más recientes (Azor, 1994; Martínez Poyatos, 1997; Expósito Ramos, 2000) se ha intentado eliminar esta terminología, nosotros hemos decidido mantenerla a efectos de facilitar la localización.

De acuerdo con lo expuesto, en el presente trabajo se han trazado una serie de objetivos que consisten en el estudio geocronológico, isotópico, geoquímico y petrológico de los cuerpos elegidos y, para esto, en cada uno de ellos se ha realizado:

- Descripción petrográfica de las muestras.
- Petrografía de minerales accesorios mediante SEM.
- Estudio del quimismo de los minerales mediante microsonda electrónica.
- Geoquímica de roca total (mayores y traza).
- Estudio de los isótopos de Sr y Nd en una serie de muestras seleccionadas.
- Estudio de circones con catodoluminiscencia.
- Datación mediante el método de Kober (1986, 1987) en cristal único de circón.

I. 2- Antecedentes.

- Trabajos de campo, petrografía y geoquímica.

La Zona de Ossa-Morena ha sido objeto de numerosos estudios, esencialmente de carácter regional, que han sido la base de esta Tesis. Entre ellos hay que mencionar, en orden cronológico, los trabajos de: Bard y Fabries (1970), Bard (1971), Chacón *et al.* (1974), Pons (1982), Eguíluz *et al.* (1983), Eguíluz (1987), Galindo (1989), Apalategui *et al.* (1990), Schäfer (1990), Ochsner (1993), Azor (1994), Martínez Poyatos (1997), Apraiz (1998), Ordóñez-Casdo (1998) y Expósito Ramos (2000).

De manera particular para cada macizo, la bibliografía utilizada ha sido la siguiente:

Complejo de Monesterio:

Los primeros trabajos que describieron las diferentes litologías del Complejo fueron los de Malave (1973), Quesada (1975), Vázquez Guzmán y Fernández Pompa (1976). Posteriormente Eguíluz y Quesada (1980), Eguíluz *et al.* (1983) y Eguíluz (1987) realizaron un estudio petrológico y geoquímico (elementos mayores y algunos traza) y propusieron un modelo petrogenético, completado por Apraiz (1998), dentro del marco geodinámico de la zona. En trabajos posteriores de Schäfer (1990), Ochsner (1993) y Apraiz (1998) aparecieron estudios petrológicos y geoquímicos sobre algunas de las muestras de la granodiorita de Monesterio. Montero *et al.* (1999) presentaron nuevos datos geoquímicos, isotópicos y geocronológicos que permitieron una reinterpretación de la procedencia de la granodiorita que tradicionalmente se había considerado núcleo del domo migmatítico de Monesterio. En el trabajo de Sánchez Fabián (2000), se realizó una geoquímica de detalle y una descripción petrográfica de cada una de las facies ligadas a este Complejo, aportando posibles hipótesis sobre la génesis de algunos de los granitoides.

El metamorfismo del Complejo de Monesterio ha sido estudiado por Eguíluz (1987), Eguíluz *et al.* (1990), Eguíluz y Abalos (1992), Eguíluz *et al.* (1996) y Apraiz (1998). En concreto, Eguíluz y Abalos (1992) determinaron las condiciones del metamorfismo regional, estimándolo en 750 ºC y 3 kbar (LP-HT), que variaría desde grado bajo a muy alto en el núcleo migmatítico de Monesterio y caracterizado por la ausencia de granates y existencia de pocos aluminosilicatos. Los autores antes mencionados asociaron este evento metamórfico con la segunda fase de deformación (D2) de la Orogenia Cadomiense. Según Ordóñez-Casdo (1998), el Complejo de Monesterio formaría parte del grupo de granitoides anatécticos sin- o post-colisionales en relación con esta Orogenia Cadomiense.

Por otro lado, Expósito Ramos (2000) correlacionó el Complejo de Monesterio con el Núcleo metamórfico de Valuengo (situado al NO, Fig.1) y determinó que el metamorfismo y la deformación asociada de las dos zonas estarían ligados a la extensión de la corteza que se iniciaría en el Cámbrico inferior-medio, considerando este evento como el inicio del Ciclo Varisco.

Granito de Calera de León.

En la bibliografía existente sobre este granito se encuentran datos sobre su cartografía, petrografía, mineralogía y geoquímica, así como algunas apreciaciones sobre su emplazamiento y metamorfismo (Eguíluz *et al.*, 1983; Eguíluz, 1987). El granito de Calera de León ha sido descrito como una intrusión superficial (subvolcánica) que apenas produce aureola de contacto, con una facies común, una facies leucocrática y una facies aplítica ligada a los bordes o como diques. Este granito estaría asociado, junto con los de Tablada y Sierra Padrona (Eguíluz, 1987; Sánchez Carretero *et al.*, 1990), a los leucogranitos calcoalcalinos postcolisionales de la Orogenia Cadomiense.

Tonalita del Culebrín.

Los datos previamente publicados sobre la tonalita del Culebrín se encuentran en los trabajos de Eguíluz *et al.* (1983) y Eguíluz (1987). Consisten, sobre todo, en un estudio petrográfico de las diferentes facies: tonalitas, facies clorítica y facies aplítica; sobre las tonalitas se realizaron análisis geoquímicos de elementos mayores y algunos traza. Asociados a este plutón se describieron una serie de diques básicos y enclaves melanocráticos. La aureola de metamorfismo descrita es siempre poco importante. Temporalmente se asoció con los macizos de Valencia del Ventoso, Brovales, Burguillos del Cerro y Salvatierra de los Barros descritos por Pons (1982). Por tanto, se clasificó dentro de los complejos biotíticos calcoalcalinos de edad hercínica (Ochsner, 1993; Ordóñez-Casdo, 1998).

Granito del Castillo.

Los primeros trabajos donde se realizó un estudio detallado sobre este granito, o sobre las rocas asociadas a Sierra del Castillo, fueron los de Eguíluz *et al.* (1983) y Eguíluz y Garrote (1983). El primero es el mapa y memoria explicativa de la hoja del MAGNA nº 897 (Monesterio) donde, además de la cartografía, aparece una descripción de las diferentes facies (facies común, subdividida a su vez en granito de grano fino gneisificado, granito orientado, granito deformado y granito sin deformación; la otra facies es la de borde que aparece de forma discontinua). El segundo trabajo (Eguíluz y Garrote, 1983) es un estudio de los procesos cataclásticos que afectaron a las diferentes facies.

Eguíluz (1987) presentó una descripción más detallada de cada una de ellas, su petrografía, geoquímica de elementos mayores y algunos traza, y metamorfismo que produce en el encajante. Clasificó este cuerpo como granito alcalino anfibólico y describió una serie de diques de grano muy fino atravesando al cuerpo.

Los trabajos de Eguíluz (1989) y Eguíluz *et al.* (1997 y 1999) estuvieron orientados al estudio de la deformación, zonación e interpretación de todas las características estructurales. En el primer caso se determinó la existencia de una lineación de estiramiento mineral (N20E) y un buen desarrollo de estructuras S-C que sugerirían un desplazamiento en sentido SO según un plano tendido, relacionado todo ello con el cabalgamiento de Monesterio. El segundo trabajo completó el anterior y aportó un estudio sobre el bandeado gneísico, también incluyó una edad de cristalización aproximada de 510 Ma con lo que se asociaría este granito a la etapa de magmatismo alcalino postcolisional, según las divisiones de Ochsner (1993) y Ordóñez-Casdo (1998). Finalmente el tercer trabajo recoge a los dos anteriores y, mediante un estudio estructural y geofísico, concreta cual sería la reconstrucción geométrica de este granito.

Complejo plutónico de Santa Olalla y stock de Teuler.

Existe abundante bibliografía sobre este Complejo. Los trabajos de Gutierrez Elorza y Hernández Enrile (1965), Vázquez Guzmán y Fernández Pompa (1976), Velasco (1976), Velasco y Amigó (1979 y 1980), Calvo Pérez (1980) y Casquet (1980, 1982) se refirieron principalmente al estudio de skarns y yacimientos de magnetitas, así como del metamorfismo y los procesos de contaminación asociados. También Casquet (1980) y posteriormente Eguíluz (1987) y Eguíluz *et al.* (1989) enfocaron los estudios hacia la descripción petrográfica y análisis geoquímicos de las diferentes facies, especialmente de la facies mayoritaria que son las tonalitas; además, se describieron gabros, cuarzodioritas y dioritas y una serie de cuerpos ígneos, tanto internos como externos al Complejo y relacionados con él (stock de Helechoso, Almendral, Aguablanca...). Apalategui *et al.* (1990), en la memoria explicativa del MAGNA nº 918 de Santa Olla del Cala, reunió de nuevo los datos de Casquet (1980) y resumió las características de las diferentes facies acompañándolas del mapa a

escala 1:50.000.

Las publicaciones más recientes se refieren a la geoquímica de todas las facies y a la descripción y análisis de los minerales para el estudio del metamorfismo y la petrogénesis (Bateman *et al.*, 1992). En el trabajo de Casquet *et al.* (1998) se presentaron datos de isótopos de Sr que, junto con el resto de información, le sirvieron para determinar la fuente y evolución de los magmas que generaron el Complejo. Las opiniones sobre la diversificación litológica y geoquímica son diferentes; para Bateman *et al.* (1992) se debió a una mezcla de magmas, sin embargo, Casquet *et al.* (1998) se inclinó por una combinación de procesos de asimilación y cristalización fraccionada.

El stock de Teuler, en cambio, no ha sido objeto de un estudio detallado, apareciendo una pequeña reseña en el trabajo de Eguíluz (1987) y Eguíluz *et al.* (1989) y una breve descripción petrográfica en la memoria explicativa de la hoja del MAGNA nº 918, de Santa Olalla del Cala. En los dos primeros trabajos se describe, asociado al stock de Helechoso, como microgranitos que se sitúan en el encajante, cerca del borde del Complejo plutónico de Santa Olalla. En la memoria del MAGNA (Apalategui *et al.*, 1990) también se relaciona con Helechoso y con otros pequeños cuerpos de microgranitos y pórfidos riodacíticos, y correlacionan estas rocas con el pórfido de Valera atribuyéndoles una edad cámbrica.

- Estudios isotópicos y geocronología.

Como se puede observar, el nivel a que se ha llegado en el estudio de estos plutones es muy desigual, existiendo un notable desequilibrio en geocronología y, especialmente, en geología isotópica de Sr y Nd. Los datos geocronológicos e isotópicos de los que se parte están recopilados en la Tabla-1. En los trabajos de Schäfer (1990), Ochsner (1993) y Ordóñez-Casdo (1998) aparece una relación de datos de edades e isotópicos, de granitoides y formaciones relacionadas de la Zona de Ossa-Morena, que ha servido para comparar con los resultados obtenidos en esta memoria (Tabla 51).

Como se observa en la Tabla-1, sólo se han publicado datos de isótopos de Sr de la granodiorita de Monesterio y del Complejo plutónico de Santa Olalla (tanto del stock asociado de Aguablanca como de las rocas ígneas de la

secuencia principal del Complejo). En cuanto a isótopos de Nd solo se dispone de los datos de las rocas ígneas de la secuencia principal del Complejo plutónico de Santa Olalla.

Tabla - 1. Recopilación de las edades y datos isotópicos publicadas sobre los macizos de este estudio en la Zona de Ossa-Morena.

Macizo	Referencia	Método	Edad	Información complementaria	87Sr/86Sr (T)	eNd(T)
Complejo de Monesterio.						
Granodiorita	Quesada, 1989.	Rb-Sr roca total.	552±72		0.7049±21 0.7058±29	
	Quesada, en Ochsner, 1993.	Rb-Sr roca total.	528±100			
	Dallmeyer y Quesada, 1992.	40Ar/39Ar, concentrado de horblenda.	553.1±6.3	Muestra de xenolito.		
	Ochsner, 1993.	U/Pb xenotima.	527+10/-7(S)	57+57/-58(I)		
	Ochsner, 1993.	U/Pb monacita.	521+131/-9(S)	131+345/-454(I)		
	Ochsner, 1993.	U/Pb circón.	476+13/+17(S)	1597+256/-230(I)		
	Montero et al., 1999.	Pb-Pb en cristales únicos de circón.	510±4	Edad mínima del protolito 1696Ma.		
Migmatitas (Leucosomes)	Schäfer, 1990.	U/Pb circón.	No hay edad de intersección.	------		
	Ordoñez, 1997.	SHRIMP circón.	524±7			
	Ordoñez, 1998.	SHRIMP circón.	533±8			
	Montero et al., 1999.	Rb-Sr roca total y concentrados minerales de Mo, Plg y FK.	511±40		0.70914±0.00048	
Granito de Calera de León	Eguíluz, 1987.	------	No presenta edades.	Relación con granitos tarditectónicos.		
	Montero et al., 1999.	207Pb/206Pb en cristal único de circón.	524±4	Circones sin núcleos heredados.		
Tonalita de El Culebrín	Eguíluz, 1987.	------	No presenta edades.	Relación con granitos hercínicos.		
Granito de El Castillo	Ochsner, 1993. Eguíluz et al., 1997.	U/Pb circón No aporta información.	498+10/-7(S) 510	48+69/-70(I) ------		
Complejo plutónico de Santa Olalla C.P.S.O.	Casquet et al., 1998.	Rb-Sr roca total.	354±17		Aguablanca 0.7082-0.7103 R.I.Secuencia principal 0.7090-0.7094	-5.8 a -7.2 Rocas ígneas de la secuencia principal de Santa OLalla.
Stock de Teuler	Eguíluz, 1987. Apalategui et al., 1990.	------	No hay edades publicadas. Edad cámbrica.	Relación con C.P.S.O. Relacionado con el Pórfido de Valera.		

S- Intercepción superior.

I- Intercepción inferior.

Mo-Moscovita, Plg-Plagioclasa, FK-Feldespato potásico.

I. 3- Metodología.

I. 3. 1- Trabajo de campo.

Este estudio se ha realizado partiendo de la cartografía de las hojas del Mapa Geológico de España, escala 1: 50.000, nº 897 de Monesterio, y nº 918 de Santa Olalla del Cala. De manera complementaria se han utilizado también las hojas de: Barcarrota (nº 828), Burguillos del Cerro (nº 853), Fuente de Cantos (nº 876), Jerez de los Caballeros (nº 875) y Almadén de la plata (nº 919), así como la cartografía y datos de campo presentados en los trabajos y tesis mencionadas en la sección I. 2.

El trabajo de campo se puede dividir en diferentes apartados que son:

- Reconocimiento de facies en los diferentes cuerpos estudiados y descripción de los afloramientos.
- Muestreo de las diferentes facies. En la mayoría de los casos se recogieron de 5 a 7 kg de roca fresca por muestra para su posterior tratamiento. No obstante, y debido a la falta de afloramientos no alterados, para algunas de las muestras solo se recogieron ejemplares de mano. La localización de cada una de ellas aparece en los Mapas 1, 2 y 3.
- Estudio de las relaciones que existen entre los granitos, el encajante y la deformación regional.

I. 3. 2- Estudios petrográficos.

Estudio de láminas delgadas:

- Las láminas delgadas se realizaron en el laboratorio del Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (I.A.C.T.) y en el laboratorio del departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada.
- El estudio de las láminas delgadas tuvo lugar mediante el uso de un microscopio petrográfico binocular, modelo ZEISS, del departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada.

I. 3. 3- Análisis de minerales.

- El análisis de elementos mayores en minerales se llevó a cabo mediante microsonda electrónica, utilizando un equipo Cameca, modelo Camebax SX50, del Centro de Instrumentación Científica (C.I.C.) de la Universidad de

Granada. Las condiciones de trabajo fueron: voltaje de aceleración 20 kV, corriente del haz 30 nA, diámetro del haz 3-8 μ, tiempo de contaje 10 s de pico y 5 s de fondo y se utilizaron estándares sintéticos. La precisión, expresada como coeficiente de variación (CV=100 x σ/X), fue del orden de ±2.5 y ±5 para una concentración analítica de 1 p.% y 0.25 p.% respectivamente.

- La identificación y el estudio textural de minerales accesorios se llevó a cabo mediante microscopía electrónica de barrido (SEM) con un aparato de la marca ZEISS, modelo DSM-950, equipado con detectores de electrones secundarios (SE), electrones retrodispersados (BSE), catodoluminiscencia y un sistema microanalítico EDAX (Energy Dispersive X-ray Analysis), perteneciente al C.I.C.

I. 3. 4- Procesado de la muestra para separación de minerales y roca total.

El peso de roca recogido para separación de minerales y análisis químico e isotópico fue de 5 a 7 kg. Se realizó una primera reducción del tamaño con una quebrantadora de mandíbulas de acero, marca HUMBOLDT (modelo WEDAG TP1), regulada para que el producto de molienda tuviese un tamaño de grano inferior a 3 cm de diámetro.

Mediante cuarteo, una fracción de 100 g, aproximadamente, se molió a un tamaño inferior a 20 μ, destinándose para análisis químico e isotópico. La molienda se llevó a cabo en un molino de carburo de wolframio, de aros excéntricos; este molino produjo una contaminación de W y Co. El resto del material se reservó para separación de minerales.

Este proceso tuvo lugar en los laboratorios del I.A.C.T.

I. 3. 5- Análisis de elementos mayores por Fluorescencia de Rayos X.

La determinación de elementos mayores y de Zr se llevó a cabo mediante Fluorescencia de Rayos X, en un espectrómetro de rayos X, modelo Philips PW 1404, del C.I.C., utilizando un tubo de Rh. Los elementos mayores se analizaron sobre una perla de fusión preparada con tetraborato de litio. El coeficiente de variación fue del ±1% para Si, Al, Fe, Ca, K, P y de ±3% para Na, Mn y Mg. El circonio se determinó sobre pastillas prensadas de las muestras y el coeficiente de variación fue mejor del 4% para 100 ppm de Zr.

Una vez obtenidos los análisis de los minerales, junto con la composición química de elementos mayores en roca total, se realizó el cálculo de los porcentajes modales, mediante balance de masas. Los resultados sirvieron para proyectar las muestras en el triángulo QAPF de Streckeisen y así clasificarlas desde el punto de vista petrográfico.

I. 3. 6- Análisis de elementos traza por ICP-MS.

Los elementos traza se analizaron en un espectrómetro de masas con antorcha de plasma acoplada por inducción (ICP-MS), modelo Perkin Elmer-Sciex ELAN 5000. El proceso se realizó atacando 0.1 g de muestra con 2 ml de HNO_3 y 3 ml de HF en un reactor a presión. La temperatura alcanzó 180°C a una presión de 180-200 p.s.i. y se mantuvo durante dos periodos de 15 min. separados por un descanso de 5 min. Una vez se enfrió el reactor, el contenido se vertió cuantitativamente a una cápsula de PFA. Esta mezcla se evaporó, se redisolvió totalmente en 1 ml de HNO_3 concentrado y se evaporó de nuevo. El residuo se disolvió por calentamiento en 4 ml de HNO_3 concentrado y aproximadamente 50 ml de agua ultrapura; se transfirió a un matraz de PFA y se añadió agua ultrapura hasta completar 100 ml. El análisis instrumental se llevó a cabo sobre 1 ml de esta disolución a la que se le añadieron 0.5 ml de una disolución de 200 ppb de Rh, usado como patrón interno y 8.5 ml de agua ultrapura. El calibrado se realizó frente a rocas estándar procesadas de la misma manera que las muestras. Se utilizaron las siguientes: granitos GH y GS-N, diorita DR-N, andesita AGV-1, basaltos BE-N y BHVO-1, diabasa WS-E, microgabro PM-E y serpentinita UB-N. Las concentraciones recomendadas para los estándar pueden encontrarse en Govindaraju *et al.* (1994). El coeficiente de variación fue de ±2% y ±5% para concentraciones de 50 y 5 ppm respectivamente. Los elementos traza determinados fueron Li, Rb, Cs, Be, Sr, Ba, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Y, Nb, Ta, Zr, Hf, Mo, Sn, Tl, Pb, U, Th, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb y Lu. Los valores de Zr y Hf fueron corregidos teniendo en cuenta los valores de Zr obtenidos por fluorescencia de RX.

I. 3. 7- Análisis de isótopos de Sr y Nd.

Las relaciones $^{87}Rb/^{86}Sr$ y $^{147}Sm/^{144}Nd$ se determinaron por ICP-MS siguiendo el método propuesto por Montero *et al.* (1998), sobre disoluciones preparadas según el método descrito en el apartado anterior, pero utilizando reactivos obtenidos por destilación "sub-boiling" de productos Merk "Suprapur". El espectrómetro utilizado fue un Perkin Elmer-Sciex ELAN 5000, perteneciente al C.I.C., y se usó Rh como patrón interno. El espectrómetro se calibró frente a disoluciones puras de Rb y Sr ($^{87}Sr/^{86}Sr$=0.707265) y de Sm y Nd ($^{143}Nd/^{144}Nd$=0.512240) de Merck.

Para el caso del $^{87}Rb/^{86}Sr$, la precisión del método, calculada sobre 10 replicados del estándar WS-E, analizados a lo largo de 2 meses, fue mejor que ± 1.2% (2 σ). De cada muestra se midieron tres replicados y se dio un valor medio. Los blancos del laboratorio fueron: Sr=4.5 ng, Rb=6.5 ng (equivalentes a 0.065 y 0.045 ppm en el sólido respectivamente).

La precisión obtenida para la relación $^{147}Sm/^{144}Nd$ fue mejor que ± 0.9% (2 σ), calculada sobre 10 replicados del estándar WS-E, analizados a lo largo de dos meses. Los blancos de laboratorio fueron: Sm=0.1 ng y Nd=0.03 ng (equivalentes a 0.001 y 0.003 ppm en la roca respectivamente).

Las relaciones de $^{87}Sr/^{86}Sr$ y $^{143}Nd/^{144}Nd$ se determinaron mediante espectrometría de masas con fuente de ionización térmica (TIMS). En un reactor a presión se atacó 0.1 g de muestra según el procedimiento descrito anteriormente. Una vez evaporado a sequedad, el residuo se disolvió en HCl, 2.5 N, efectuando posteriormente una separación cromatográfica en columnas de intercambio iónico con resinas BIORAD AG 50 W8 (200-400). El análisis se llevó a cabo en un espectrómetro de masas por ionización térmica (TIMS), modelo Finnigan MAT 262, RPQ y multicolector perteneciente al C.I.C.

Para el caso de las relaciones $^{87}Sr/^{86}Sr$, la reproductibilidad (2 σ) de medida en 10 replicados del estándar WS-E (Govindaraju *et al.*, 1994) fue ±0.0028%. Este valor puede tomarse como el error global del laboratorio ya que acumula los errores de ataque y separación química de las muestras más el error instrumental de las medidas. La reproductibilidad sobre sucesivas medidas del estándar en disolución NBS-987 fue mejor que 0.0007% (2 σ). El blanco de Sr del laboratorio fue de 0.6 ng. Los filamentos, en los que se cargó el

residuo de Sr para analizar, fueron de Re. Las medidas se realizaron en Modo Estático. Como factor de normalización de usó $^{88}Sr/^{86}Sr= 8.375209$.

En las relaciones $^{143}Nd/^{144}Nd$, la reproductibilidad sobre sucesivas medidas del estándar en disolución La Jolla fue mejor que 0.0014% (2σ) y como factor de normalización se usó $^{146}Nd/^{144}Nd=0.7219$.

I. 3. 8- Separación de circones y otros minerales.

Tras haber reducido la muestra a un tamaño de grano inferior a 3 cm, con el molino de mandíbulas, se remolió con otro molino de acero marca RETCH- MUHLE BB1 para reducirla a partes de menos de 0.5 cm. Luego se tamizó toda la muestra con una torre de tamices desde el diámetro de malla: 2 a 0.1 mm, con medidas intermedias de 1-0.5-0.3 mm. Se recogió la fracción entre 0.3 y 0.1 mm. Posteriormente se siguieron los siguientes pasos:

1)- Lavado de la fracción escogida con agua corriente, luego agua destilada y, por último, alcohol y se dejó secar.

2)- Separación con líquidos densos.

Material: bromoformo (2.810-2.830 g/cm^3), embudos de decantación con llave, matraces, embudos y filtros, agitador, alcohol.

Procedimiento:

- En el embudo de decantación, con la llave cerrada, se vertieron 250 ml de bromoformo, luego 10 g de muestra y se agitó. De esta manera los minerales más densos decantaron en el fondo del embudo tras unos minutos de espera.

- El material decantado (fracción pesada) se recogió sobre un filtro. El resto de la muestra (fracción ligera) se recogió en otro filtro y ambos concentrados se limpiaron con alcohol y se dejaron secar.

El bromoformo se recicló, filtrándolo, para una nueva decantación. Este proceso se repitió hasta haber pasado por el líquido denso unos 100-200 g de muestra.

Algunas de las muestras fueron separadas en el Precambriam Institute of Geology and Geochronology de San Petersburgo (Rusia) con un proceso similar. Para el caso de muestras con circones muy pequeños se utilizó un líquido de mayor densidad, Clericci (4.2 g/cm^3).

3)- Separación magnética: primero se realiza con la fracción pesada obtenida mediante líquidos densos y si los resultados no fueran favorables se recurre también a la fracción ligera. El aparato utilizado fue un separador isodinámico FRANTZ modelo LI. Las condiciones fueron:

Angulo de inclinación lateral 15°.

Angulo de inclinación frontal 20-25°

Intensidad de vibración variable, aunque es aconsejable comenzar con una intensidad baja e ir aumentándola poco a poco a medida que el nivel de muestra disminuye .

Procedimiento:

El concentrado de agregó al separador comenzando con una intensidad magnética baja de 0.6 A. La fracción menos magnética se volvió a separar primero a 1 A y luego a 1.7 A.

Se llevó un control paralelo con la lupa ya que muchas veces los circones tienen altos contenidos en hierro y pasan a la fracción de minerales magnéticos.

En la última fracción separada se realizó la selección manual de los circones, con ayuda de un punzón y bajo una lupa. Se separaron de 80 a 100 cristales por muestra.

Separación de otros minerales (plagioclasa, feldespato potásico y moscovita).

El proceso de separación con líquidos densos fue similar al de los circones. Ahora los minerales que se quieren separar tiene diferentes características y para cada caso se variaron las condiciones del FRANTZ y la densidad del bromoformo añadiéndole alcohol.

Mineral	Densidad, g/cm3.	Inclinación lateral	Inclinación frontal
Plagioclasa	2.62- 2.68	1- 5°	30°
Feldespato-K	‹ 2.59	1- 5°	30°
Moscovita	2.80- 2.95	10°	30°

Valores de Mursky (1987).

La separaciones con líquidos densos y magnética se realizaron en los

laboratorios del departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada.

I. 3. 9- Estudio de circones.

A partir de concentrados de circón se realizaron preparaciones pulidas, montando los cristales sobre un soporte de resina en un porta de vidrio. Esto se llevó a cabo en el laboratorio del I.A.C.T. Las preparaciones se estudiaron con un microscopio convencional binocular modelo ZEISS, del departamento de Mineralogía y Petrología de la Universidad de Granada y en los laboratorios del Institute of Precambrian Geology and Geochronology de San Petersburgo, Rusia, con un aparato similar.

Para estudiar la morfología interna de las poblaciones de circón se utilizó el microscopio electrónico de barrido del C.I.C., equipado con un detector de catodoluminiscencia, de Oxford Instruments, con voltaje de 15 kV y 26-27 mm de distancia de trabajo (WD).

I. 3. 10- Datación mediante Evaporación secuencial $^{207}Pb/^{206}Pb$ en cristal único de circón.

Esta técnica, también conocida como Método de Kober (Kober, 1986 y 1987), se basa en la liberación progresiva de Pb de un circón a medida que se transforma a baddeleyita por efecto de calentamiento en alto vacío. Se ha llevado a cabo mediante la medición de los circones con un espectrómetro de masas con fuente de ionización térmica, modelo Finnigan MAT 262 y multicolector RPQ del C.I.C. de la Universidad de Granada. Los pasos que se siguieron fueron los siguientes:

El grano de circón (100-400 micras de longitud máxima) se monta en un filamento de Re con forma de canoa. El filamento se cierra lo suficiente para sujetar al grano de circón, pero dejando una ranura que permita salir el haz de Pb. En la fuente de ionización este filamento se monta en posición de evaporación enfrentado a otro filamento de Re que actúa como filamento de ionización. El proceso analítico comienza calentando el filamento de evaporación hasta que la emisión de Pb del circón sea suficientemente intensa; el Pb así liberado se recoge en el filamento de ionización que se ha mantenido frío.

Cuando ya se ha depositado suficiente cantidad de Pb, se enfría el filamento de evaporación y se calienta el de ionización para analizar los isótopos del Pb depositado. La medida se realiza en 5 bloques de 7 medidas por bloque. En cada medida se analiza la secuencia de masas 206-204-206-207-208, usando un multiplicador de electrones secundarios (SEM) como detector. Una vez que el análisis termina, otro nuevo ciclo comienza calentando el circón en el filamento de evaporación a más temperatura que en el paso anterior (normalmente aumentando la corriente en 50-100 Ma) y volviendo a analizar en el filamento de ionización. Cada paso representa un "ciclo" de evaporación y libera Pb de zonas cada vez más internas del cristal. El procedimiento continúa hasta que todo el Pb sale del circón. El número de pasos depende del tamaño y el contenido en Pb del circón. En cada ciclo se obtiene una edad $^{207}Pb/^{206}Pb$, pudiéndose obtener diferentes edades en el mismo cristal. La interpretación de las mismas depende de cada caso, en función de si hay o no núcleos heredados. Medidas con $^{204}Pb/^{206}Pb$ mayores de 0.001 ó errores estándar en $^{207}Pb/^{206}Pb$ mayores de 0.8% (2σ) son rechazados. Los factores de corrección para Pb común son calculados por un método iterativo desarrollado en nuestro laboratorio (Bea, *ined.*), basado en el modelo de Stacey y Kramers (1975). La fraccionación de masas durante la medida se corrige multiplicando por $\sqrt{}$ (207/206). El error estándar se calcula para cada paso de acuerdo con la fórmula: $SE=2^*\sigma/\sqrt{n}$. El 99% intervalo de confidencia para la edad final está dado por $(X-t_{(0.005)}\sigma/n,\ X+t_{(0.005)}\sigma/n$, donde X y σ son la media y la desviación estándar de los pasos medidos, n el número de pasos y $t_{(0.005)}$ es el punto superior (0.005) de la distribución-*t* para n-1 grados de libertad (Johnson y Bhattacharyya, 1984, pp. 296).

II- Complejo de Monesterio.

II.1- Relaciones de campo.

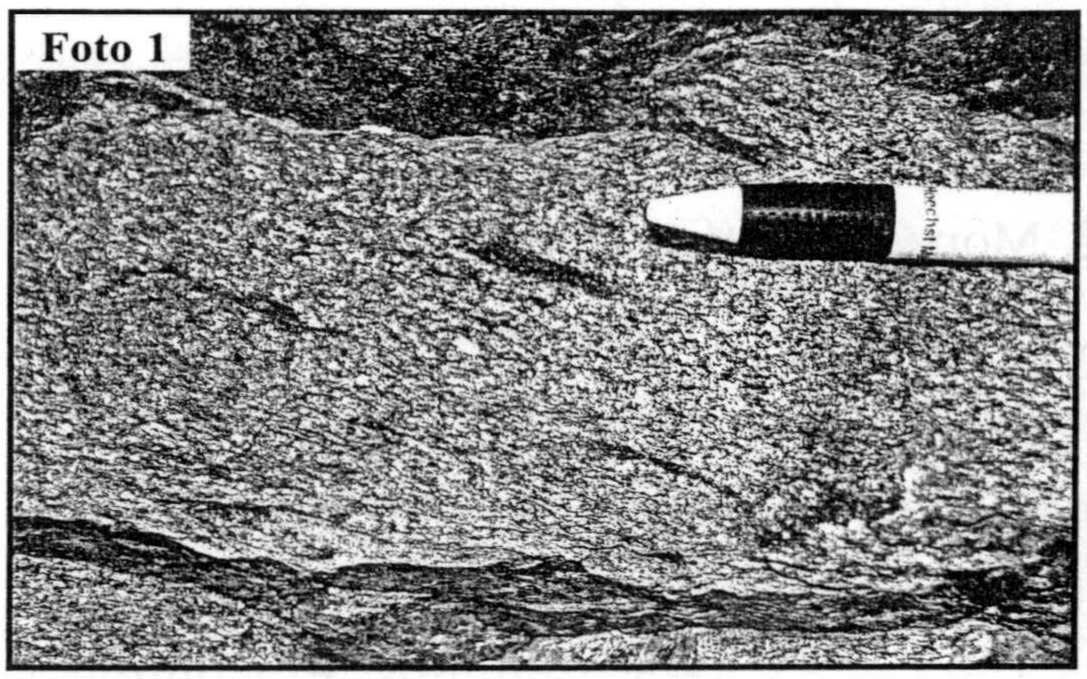
El Complejo Migmatítico de Monesterio (Eguíluz, 1987) ocupa gran parte de la zona superior de la Hoja nº 897 del Mapa Geológico de España (MAGNA). Su límite S es el cabalgamiento de Monesterio y su límite N es una banda de leucogranitos que lo separa del resto de la Unidad Zafra-Monesterio, que no ha sido afectada por el proceso de migmatización. El límite E es una falla que lo pone en contacto con la Unidad de Arroyomolinos. El Complejo está formado por: migmatitas, gneises y esquistos migmatíticos, leucogranitos y granodioritas, cuyas relaciones de campo son problemáticas. En este trabajo se ha hecho principal hincapié en las relaciones entre la granodiorita y el resto de las litologías para intentar esclarecer si se trata de una serie anatéctica continua (Eguíluz, 1987) o bien no guardan una relación genética directa.

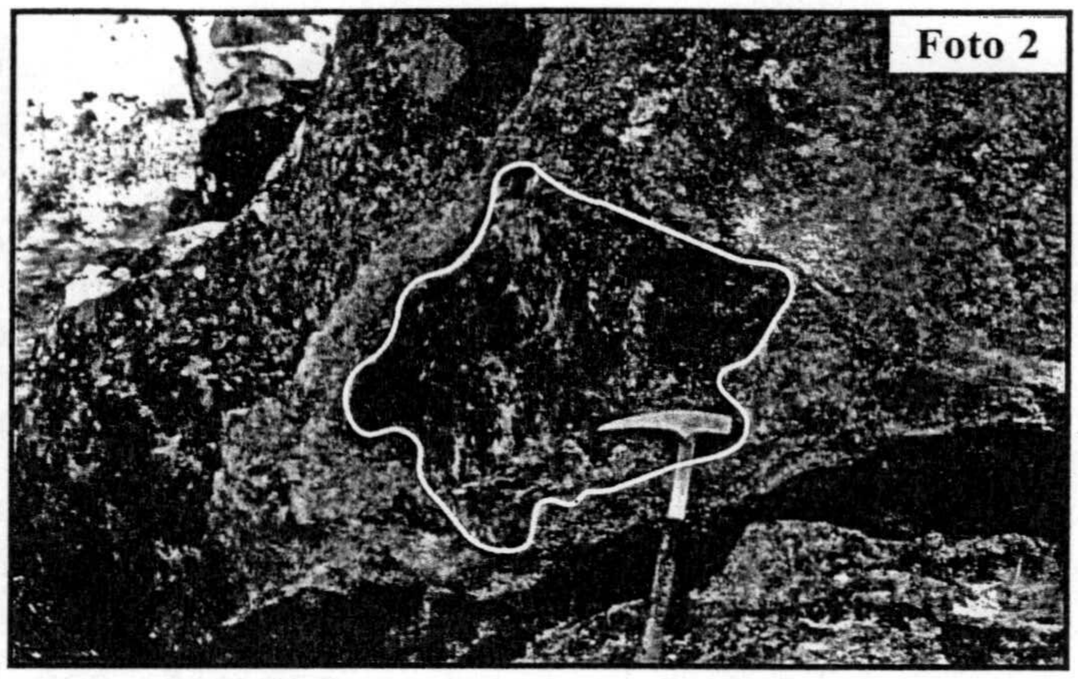
La granodiorita es una roca mesocrática, de tamaño de grano medio, a veces porfídica, y casi siempre aparece muy deformada con una foliación N110E/40E (Foto 1); localmente está afectada por cizallas senestras sincinemáticas. En muestra de mano se han observado cristales allotriomórficos de cuarzo, cristales de biotita, en algunos casos estirados marcando la deformación, así como cristales de feldespatos subidiomórficos que, en ocasiones, presentan tamaños centimétricos.

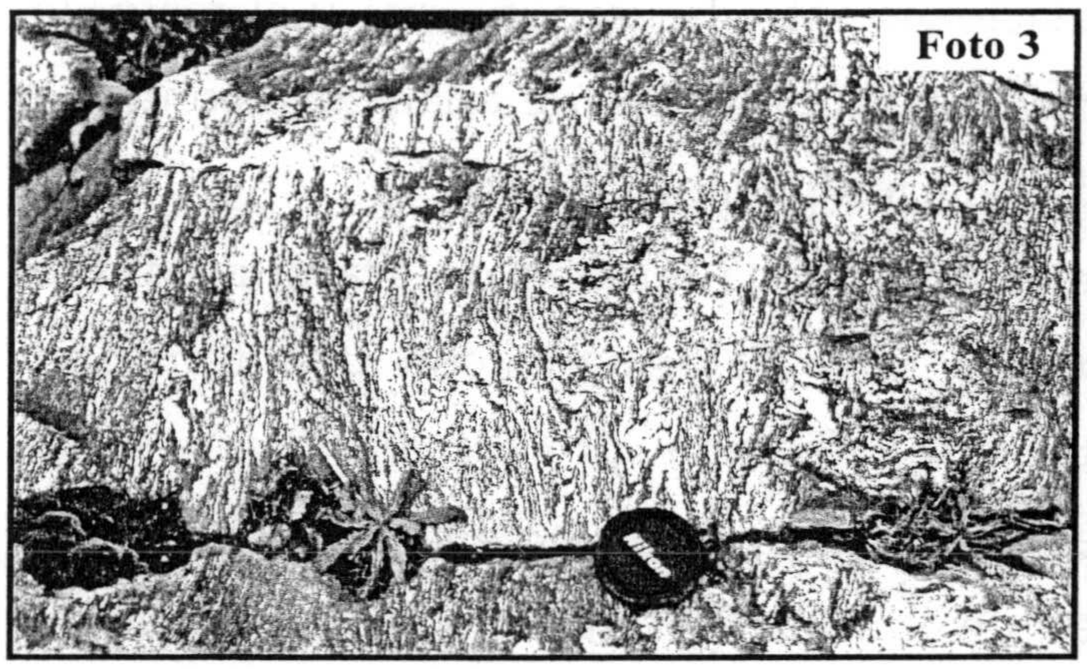
Los diferentes afloramientos de la granodiorita se distribuyen en bandas con una forma alargada de dirección N110E y también como pequeños cuerpos, más o menos redondeados, diseminados en el Complejo de Monesterio (Mapa 1).

Los contactos entre la granodiorita y las migmatitas son, frecuentemente, netos, a veces mediante pequeños diques de granodiorita intruyendo en las migmatitas. En otros casos parece existir un paso gradual, especialmente cuando la deformación es intensa. Los contactos con los leucogranitos son siempre netos y suelen estar acompañados por un cortejo de diques pegmatíticos y aplíticos.

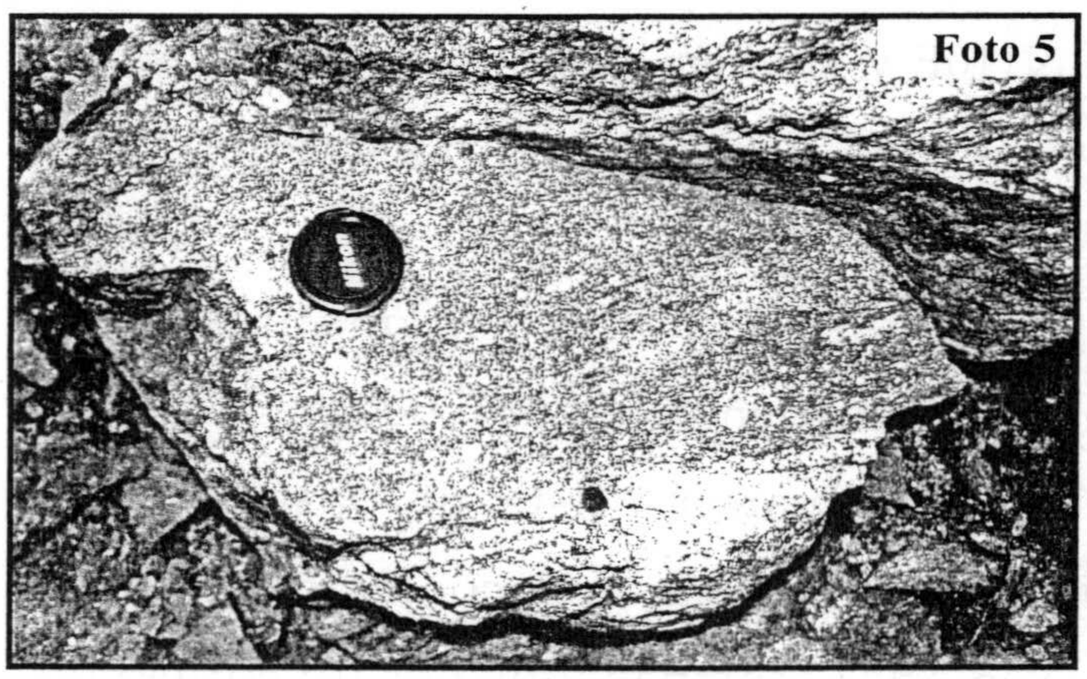
La granodiorita de Monesterio presenta pocos enclaves. Los más abundantes son de tipo hipermicáceo biotíticos, de tamaño centimétrico, que se acomodan a los planos de deformación de la roca. También hay enclaves











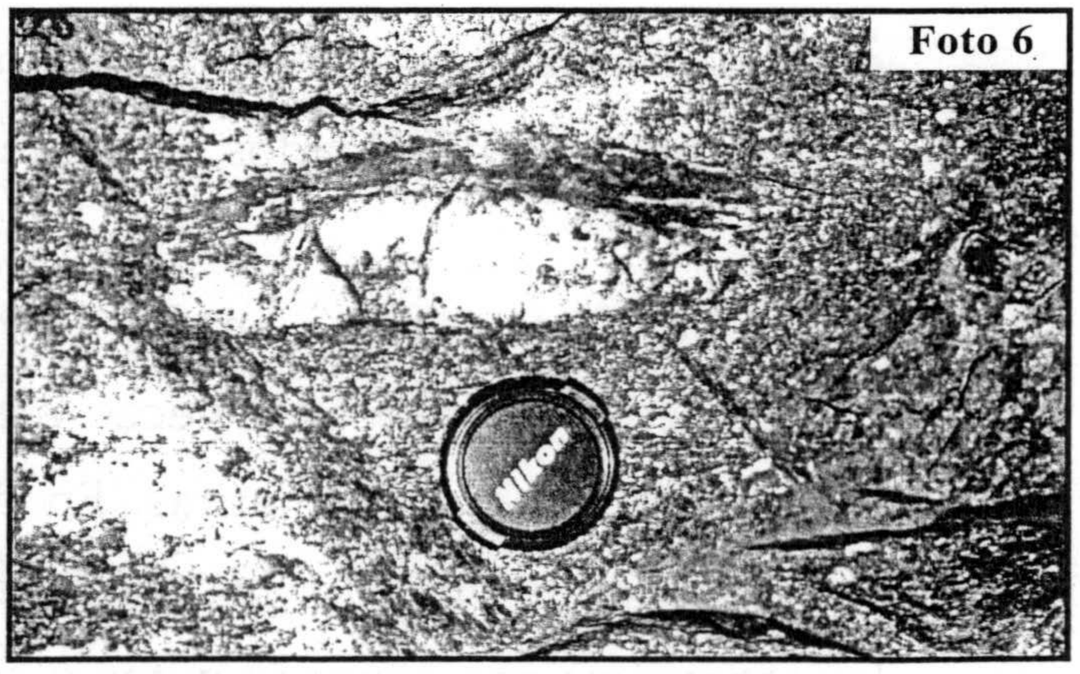


Foto 1.- Aspecto macroscópico de la granodiorita deformada de Monesterio.
Foto 2.- Xenolito metamórfico en la granodiorita de Monesterio.
Foto 3.- Aspecto macroscópico de los gneises.
Foto 4.- Migmatita tipo schlieren del Complejo de Monesterio. Se observan segregados leucocráticos alternantes con bandas de melanosome.
Foto 5.- Migmatita tipo nebulítico del Complejo de Monesterio.
Foto 6.- Nódulos de cuarzo alargados según la deformación.

microgranudos de composición granodiorítica y, esporádicamente, hay xenolitos metamórficos de diferentes tamaños, incluso de 1 m, y con los bordes angulosos (Foto 2).

El resto de litologías del complejo consisten en gneises migmatíticos (con intercalaciones de cuarcitas negras, anfibolitas y esquistos), migmatitas y leucogranitos. Los gneises se caracterizan por la alternancia de bandas leucocráticas, formadas por cuarzo y feldespatos, y bandas melanocráticas compuestas por biotita y sillimanita. Esta estructura aparece fuertemente plegada (Foto 3).

En el Complejo de Monesterio se reconocen dos tipos de migmatitas: schlieren y nebulíticas. Las migmatitas schlieren están formadas por bandas alternantes de leucosome y melanosome (Foto 4). Los leucosomes están compuestos por cuarzo, feldespatos, moscovita y, raramente, prismas de cordierita centimétricos. Los melanosomes están formados por biotita y sillimanita. Las migmatitas nebulíticas se caracterizan porque el paleosome y el neosome no se pueden identificar por separado (Foto 5); son rocas muy homogéneas que están formadas por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y sillimanita. También, a medida que nos acercamos a la granodiorita, las migmatitas nebulíticas comienzan a enriquecerse en megacristales de feldespato que le dan una aspecto granítico-porfídico a la roca. Localmente se han encontrado nódulos de cuarzo centimétricos, alargados según la deformación de la roca (Foto 6), así como bolsadas pegmatíticas; estas pueden ser de diferentes tamaños y las mayores suelen tener un aspecto parecido a los leucogranitos. El conjunto migmatítico, como el resto del Complejo, presenta una foliación de dirección N 110E/40-60E.

Se han descrito varios cuerpos de leucogranitos que presentan características muy similares entre sí, pero con pequeñas diferencias mineralógicas y/o texturales. Se identifican: leucogranitos de dos micas, aplitoides y pegmatoides, con cordierita y con granate. Aparecen en forma de masas de orden kilométrico o como diques de diferentes dimensiones, intruyen en las migmatitas y gneises y, más raramente, en la granodiorita (Foto 7).

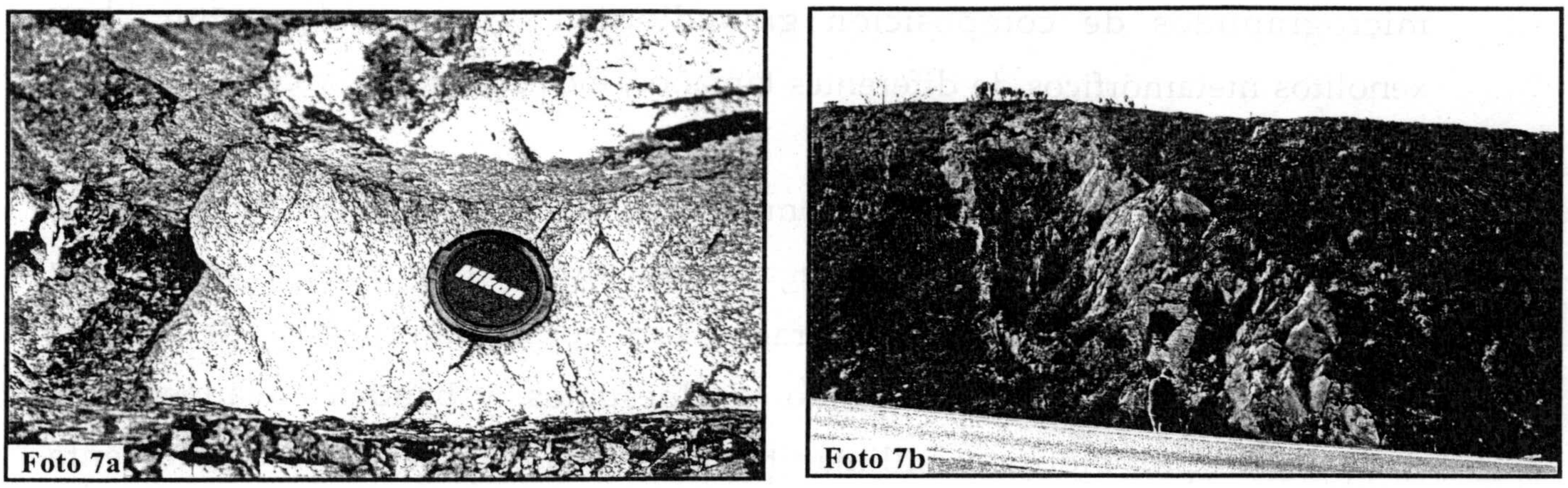


Foto 7.- Leucogranito deformado del Complejo de Monesterio. **a)** Aspecto macroscópico del leucogranito deformado, **b)** Dique de leucogranito.

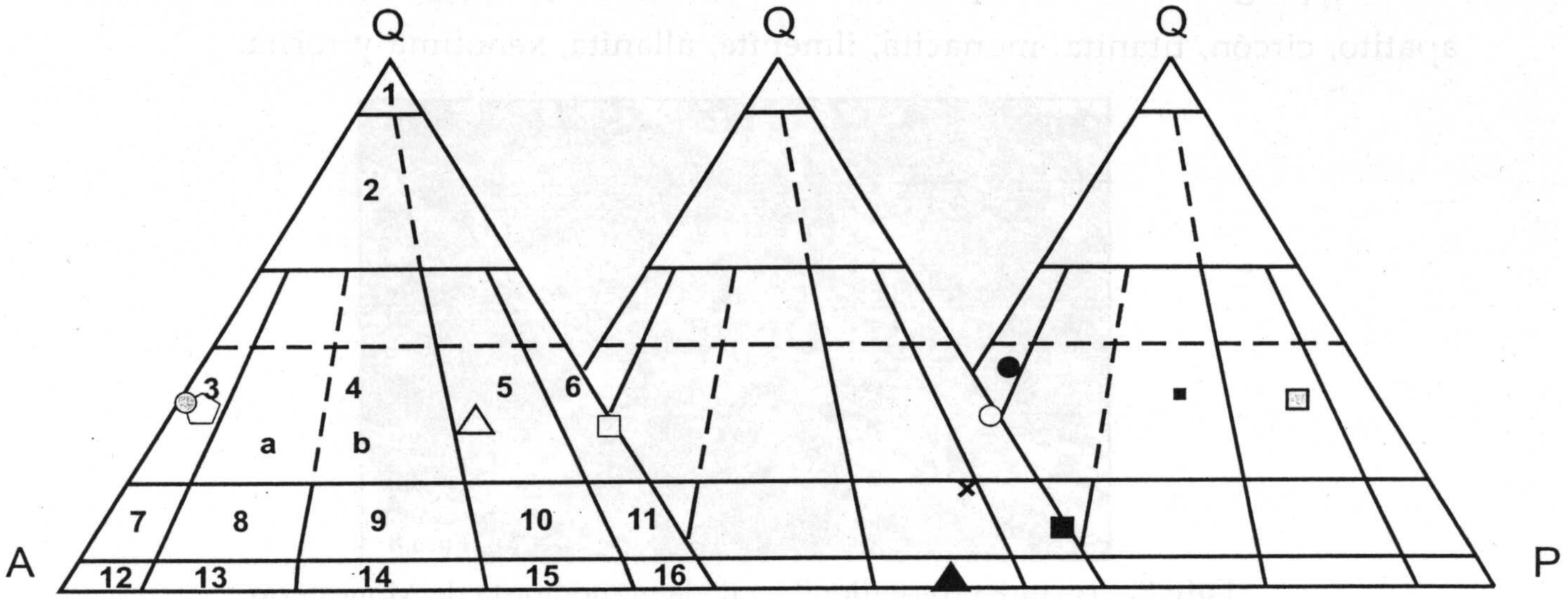
Por último, cortando a todos los materiales del Complejo aparecen diques de diabasa de carácter tardío.

Como ya se indicó en la introducción (Tabla 1), la información que existe otorga a la granodiorita edades comprendidas entre los 552 y 476 Ma y a la migmatita entre 524 y 533 Ma, aunque todos estos datos presenta altos errores. Como se describirá en el apartado II.5.2, en este trabajo se han datado las granodioritas y las migmatitas de Monesterio y los resultados son una edad de cristalización del granitoide de 510±7 Ma, y una edad de migmatización de 511±40 Ma.

II.2- Petrografía.

Granodioritas:

Las granodioritas de Monesterio son, petrográficamente, granodioritas *sensu stricto,* según la proyección en el triángulo QAPF (Fig. 2). En lámina delgada presentan una textura holocristalina, hipidiomórfica, inequigranular y a veces porfídica. Algunas muestras tienen una textura protomilonítica reflejada por la presencia de cristales de feldespato de grano medio, envueltos por una matriz de cuarzo, feldespatos y biotita, de menor tamaño de grano (Foto 8). La deformación está marcada principalmente por la orientación de las



□ Granodiorita de Monesterio

▪ Facies común del granito de Calera

● Facies leucocrática del granito de Calera

○ Tonalita del Culebrín

■ Enclaves de la tonalita del Culebrín

○ Facies común del granito del Castillo

⬠ Facies de borde del granito del Castillo

□ Tonalita del Complejo plutónico de Santa Olalla de Cala

✖ SOK-8, facies granítica (C.P.S.O)

▲ SOK-12, facies diorítica (C.P.S.O)

△ Stock de Teuler

Fig. 2.- Triángulo QAPF de Streckeisen. División recomendada por la IUGS, Le Maitre, 1980.

Proyección de las composiciones medias de todas las litologías estudiadas. Los campos numerados en el diagrama corresponden a: 1- Cuarzolita, 2- Granitoides ricos en cuarzo, 3- Granitos de feldespato alcalino, 4- Granitos (a-sienogranito, b-monzogranito), 5- Granodiorita, 6- Toanlita (a-Trondhemita), 7- Cuarzosienita de feldespato alcalino, 8- Cuarzosienita, 9- Cuarzomonzonita, 10- Monzodiorita o monzogabro cuarcítico, 11- Cuarzodiorita, cuarzogabro o cuarzoanortosita, 12- Sienita de feldespato alcalino, 13- Sienita, 14- monzonita, 15- Monzodiorita o monzogabro, 16- Diorita, gabro o anortosita.

micas. Los minerales mayoritarios son, por orden decreciente de abundancia: cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita y los minerales accesorios apatito, circón, titanita, monacita, ilmenita, allanita, xenotima y torita.



Foto 8.- Textura protomilonítica de la granodiorita de Monesterio. Foto de microscopio en nicoles cruzados (x10).

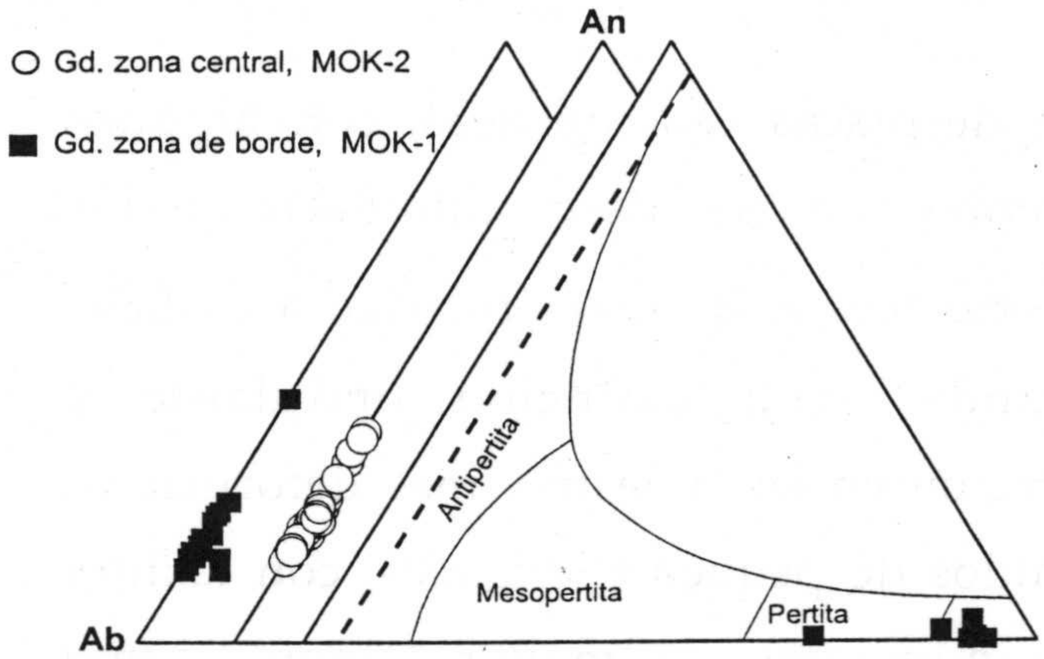
Minerales esenciales y varietales:

Cuarzo: aparece de tres maneras diferentes: (1) como cristales allotriomórficos, de tamaño medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 4 mm), (2) como cristales también allotriomórficos, de tamaño de grano muy fino ($\varnothing <$ 200 micras) y (3) como cristales allotriomórficos, con los bordes subredondeados y un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$300 micras. Los de mayor tamaño presentan extinción ondulante y bordes suturados, mientras que los granos más pequeños suelen estar totalmente recristalizados, localmente formando cintas alrededor de los minerales mayoritarios y también aparecen rellenando grietas. Los cristales redondeados tienen extinción neta y están incluidos en feldespato potásico, plagioclasa y biotita.

Feldespato potásico: se muestra como cristales de contornos allotriomórficos y de tamaño de grano entre $\varnothing \approx$ 0.5-7 mm. En algunos casos se aprecian la macla de la periclina y macla en enrejado, pero no son comunes. Presentan, localmente, texturas micrográficas y desarrollo de pertitas tipo "string", especialmente en las zonas de borde, y de reemplazamiento. La deformación viene marcada por cristales fracturados, con extinción anómala y una reducción del tamaño de grano que se aprecia, sobre todo, en zonas de sombras de presión y en los contornos de los cristales.

Todos los cristales analizados presentaba pertitas más o menos desarrolladas, sin embargo en todos se han obtenido datos de zonas correspondientes a la componente ortósica, esta varía entre O_{87} y O_{93} (Tabla 1).

El feldespato potásico suele tener inclusiones de plagioclasa y se encuentra alterado a sericita, sobre todo en los bordes.



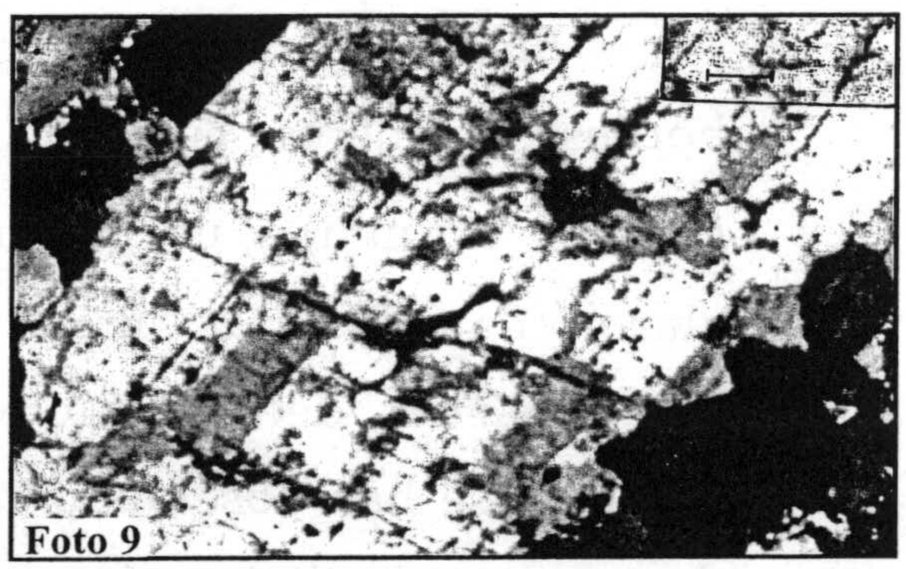


Fig . 3.- Proyección de los análisis de feldespatos de la granodiorita de Monesterio, en el diagrama Ab-An-Or.
Foto 9.- Cristal de plagioclasa con mirmequitas siguiendo los planos de macla. Foto de microscopio en nicoles cruzados (x10).

Plagioclasa: este mineral se presenta en cristales idiomórficos a subidiomórficos y con los bordes irregulares. El tamaño de grano va de fino a grueso ($\varnothing_{máx.} \approx$ 6 mm de largo). Estos cristales presentan un maclado polisintético, poco regular, según la ley de la Albita. También se han observado individuos con zonados normales e inversos (Tabla 2) y cristales con ambas cosas, zonado y maclado. La deformación viene definida por la aparición de micropliegues y cristales de menor tamaño de grano, que se sitúan alrededor de los mayores.

Se observan diferencias composicionales entre los cristales de plagioclasa de la granodiorita de la zona central y la de borde (Tabla 2). Los cristales de la primera son An_{13-35} (con bordes An_{13-30} y centros An_{15-35}) mientras que los de las muestras de la zona de borde son An_{12-}

$_{23}$ (con bordes An_{12-21} y centros An_{12-23}).

Estos ejemplares presentan principalmente inclusiones de cuarzo y biotita y en menor cantidad apatito y circón. También se han encontrado texturas de reacción con cuarzo y feldespato potásico; algunos cristales presentan mirmequitas que en ocasiones van siguiendo los planos de macla (Foto 9).

Estos cristales de plagioclasa se alteran, de centro a borde, a sassurita y moscovita.

Biotita: aparece en forma de placas xenomórficas, con algunos bordes irregulares. Tienen diferentes tamaños, desde fino hasta medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 1.5 mm) y un pleocroismo fuerte, de marrón rojizo a castaño claro. Las biotitas más grandes, con extinción ondulante y micropliegues, definen la orientación en las muestras más deformadas. También se han observado cúmulos de pequeños cristales, con textura decusada, alrededor de otros minerales de mayor tamaño como feldespatos.

De nuevo hay diferencias composicionales entre la biotitas de las muestras del centro y del borde (Fig. 4). Los análisis de biotita del primer caso tienen unos valores de ^{IV}Al de 1.26-1.36 y una relación Fe/Fe+Mg de 0.56-0.62, mientras que los análisis en la granodiorita de la zona de borde tienen un contenido de ^{IV}Al de 1.12-1.26 y una relación Fe/Fe+Mg de 0.61-0.67 (Tabla 3).

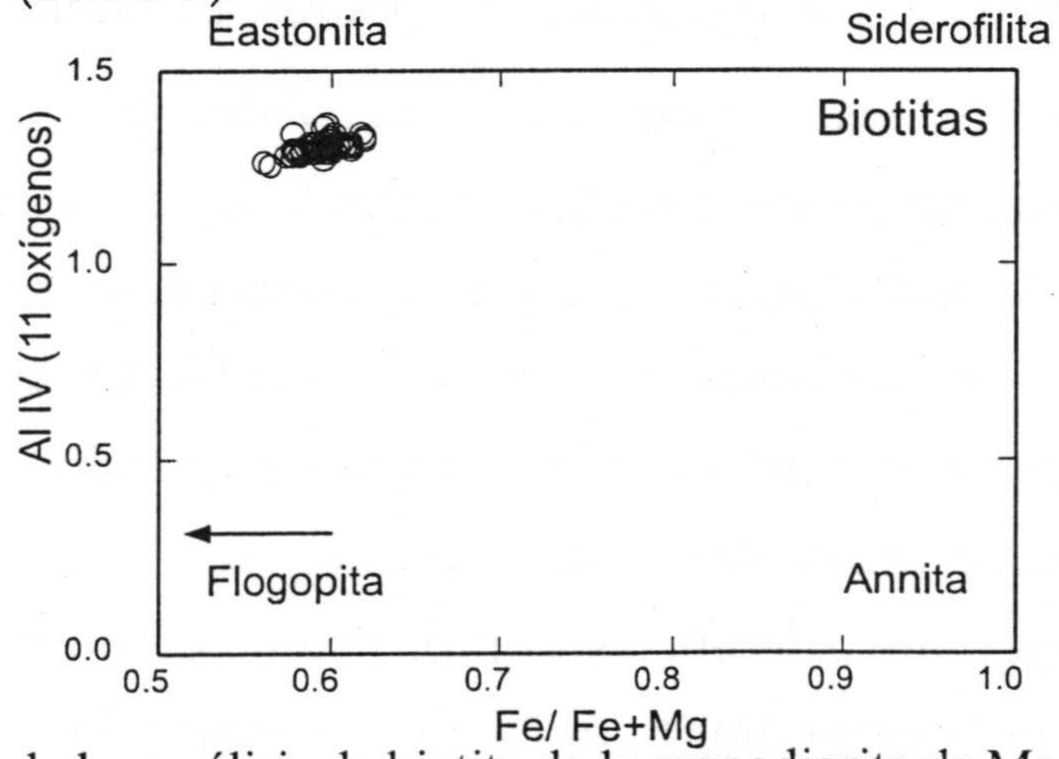


Fig. 4.- Proyección de los análisis de biotita de la granodiorita de Monesterio en el plano composicional de la biotita.

Estos cristales de biotita presentan numerosas inclusiones de circón, apatito y en menor cantidad minerales opacos y plagioclasa. Se

observan alterados, sobre todo por los bordes a pequeños cristales de moscovita y clorita.

Minerales accesorios:

Apatito: es el mineral accesorio más abundante. Los cristales de apatito tienen tendencia idiomórfica y pueden llegar a medir hasta 300 micras de largo (diámetro aparente), aunque muchos son fragmentos subredondeados. Suelen estar incluidos en biotita (en la foto Mo4 también en circón), pero también aparecen en posición intersticial formando agregados con otros minerales accesorios (Fotos Mo1 y 3). En ocasiones tienen inclusiones de xenotima y circón (Foto Mo2).

Circón: aparece en cristales idiomórficos, de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 400 micras de largo, aunque muchos están fragmentados y redondeados. Están incluidos en los minerales mayoritarios, junto con apatito e ilmenita, pero también se encuentran en posición intersticial (Fotos Mo4, 5 y 6).

Titanita: este mineral es más escaso que los anteriores, aparece como cristales idiomórficos, a veces algo fracturados y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.5 mm. Se encuentran en posición intersticial.

Allanita: no es un mineral muy abundante, aparece en forma de cristales idiomórficos o subidiomórficos (Foto Mo1), con un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 20 micras. En algunos cristales de allanita se ha podido apreciar una zonación (Foto 10), indicando un posible origen magmático. Algunos ejemplares están fracturados, corroídos y oxidados. En estas rocas, la allanita ocupa posiciones intersticiales.

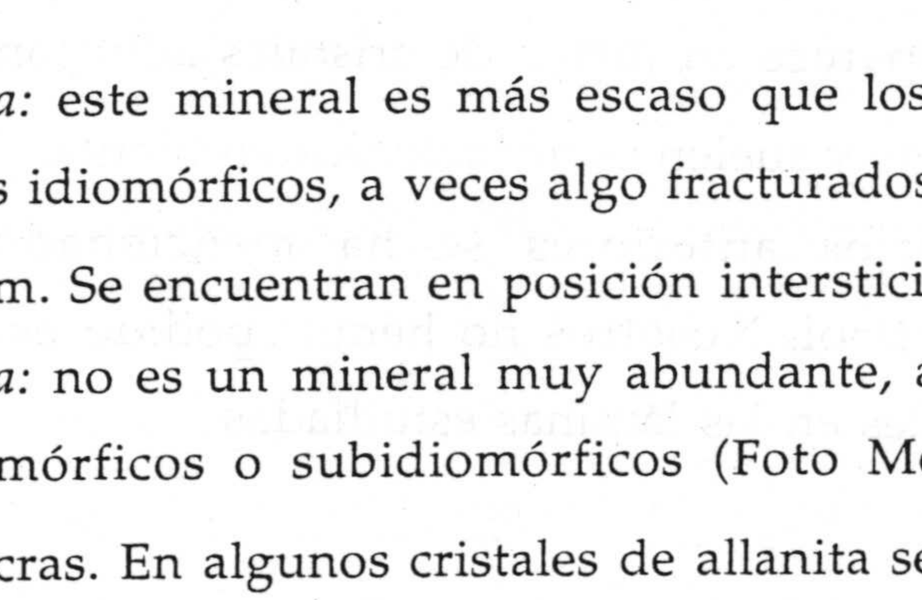


Foto 10.- Foto de microscopio.En el centro Allanita zonada de la granodiorita de Monesterio. (nicoles cruzados, x10).

Monacita: se trata de ejemplares subidiomórficos a allotriomórficos, de hasta 200 micras de largo (Foto Mo7). Algunos son muy ricos en Th y Ca, debido al enriquecimiento en la molécula de cheralita. Localmente están fragmentados y forman cúmulos de pequeños cristales (Foto Mo8). Suelen tener los bordes muy corroídos y alterados y estar rodeados de allanita secundaria y apatito (Fotos Mo1, 3 y 4). Aparecen incluidos en minerales mayoritarios como cuarzo y biotita y pueden formar agregados con otros minerales accesorios.

Xenotima: no es un mineral muy abundante, se presenta en cristales allotriomórficos, de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 60 micras de largo. Están asociados o incluidos en circón (Fotos Mo2 y 6).

Ilmenita: se presenta en forma de pequeños cristales subidiomórficos, de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 40 micras. Están incluidos en biotita, junto con otros minerales accesorios como apatito, circón y monacita (Fotos Mo2, 5 y 7).

Torita: aparece en forma de cristales allotriomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 10 micras y suelen estar incluidos en biotita.

En trabajos anteriores se ha mencionado la existencia de cordierita y anfíbol. Nosotros no hemos podido encontrar ninguno de los dos minerales en las láminas estudiadas.

A continuación se incluye un pequeño resumen de las otras litologías del Complejo.

Gneises:

Presentan un bandeado composicional caracterizado por la alternancia de niveles melanocráticos de biotita y sillimanita y niveles leucocráticos de cuarzo y feldespatos, en ambos casos con un tamaño de grano medio-fino.

Migmatitas:

Las migmatitas schlieren presentan un leucosome granoblástico, de tamaño de grano medio, aunque en algunos casos puede ser pegmatítico. Está formado principalmente por cuarzo recristalizado,

cristalesallotriomórficos de feldespato potásico y plagioclasa subidiomórfica con maclas polisintéticas; como minerales accesorios se han observado moscovita, prismas de cordierita y no hay apenas minerales máficos. El melanosome, que tiene una textura lepidoblástica, está formado por biotita y sillimanita. Las migmatitas nebulíticas tienen una apariencia granítica y mineralógicamente se caracterizan por la presencia de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita, sillimanita, cordierita, andalucita, granate y cristales de turmalina.

Leucogranitos:

Los leucogranitos tienen una textura holocristalina, inequigranular (tamaño de grano medio y fino) y panallotriomórfica. En general son rocas muy deformadas y en algunos casos llegan a representar verdaderos ortogneises, con una textura definida por micas orientadas y por cristales fracturados de cuarzo y feldespatos en una mesostasis de grano fino de los mismos minerales.

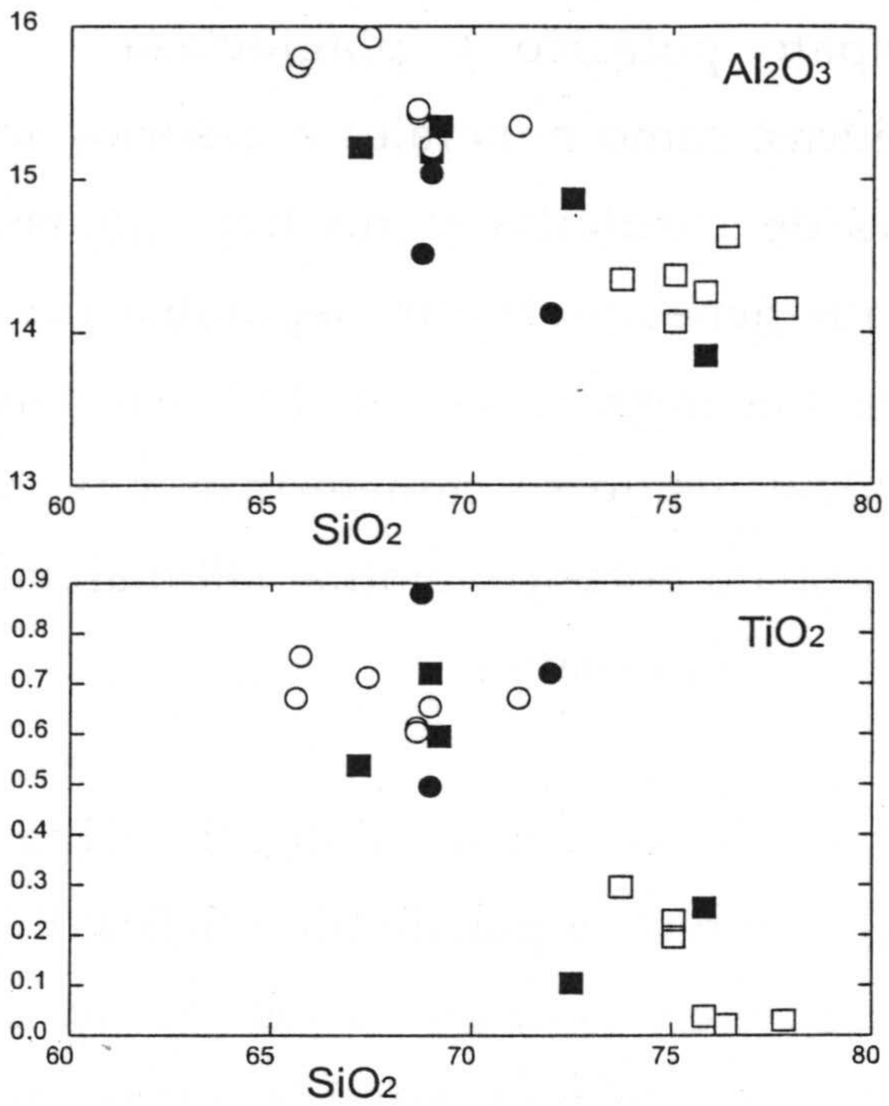
Como minerales mayoritarios presentan cuarzo de diferentes tipos, principalmente recristalizado por la deformación; cristales allotriomórficos de feldespato potásico, con abundantes inclusiones de cuarzo y biotita cuando se trata de megacristales; la plagioclasa aparece como cristales grandes envueltos por las micas y rodeados de cuarzo recristalizado y también hay plagioclasa de tamaño de grano fino; las placas subidiomórficas de biotita son más o menos abundantes según las láminas. Como minerales accesorios se han observado circón, apatito y minerales opacos.

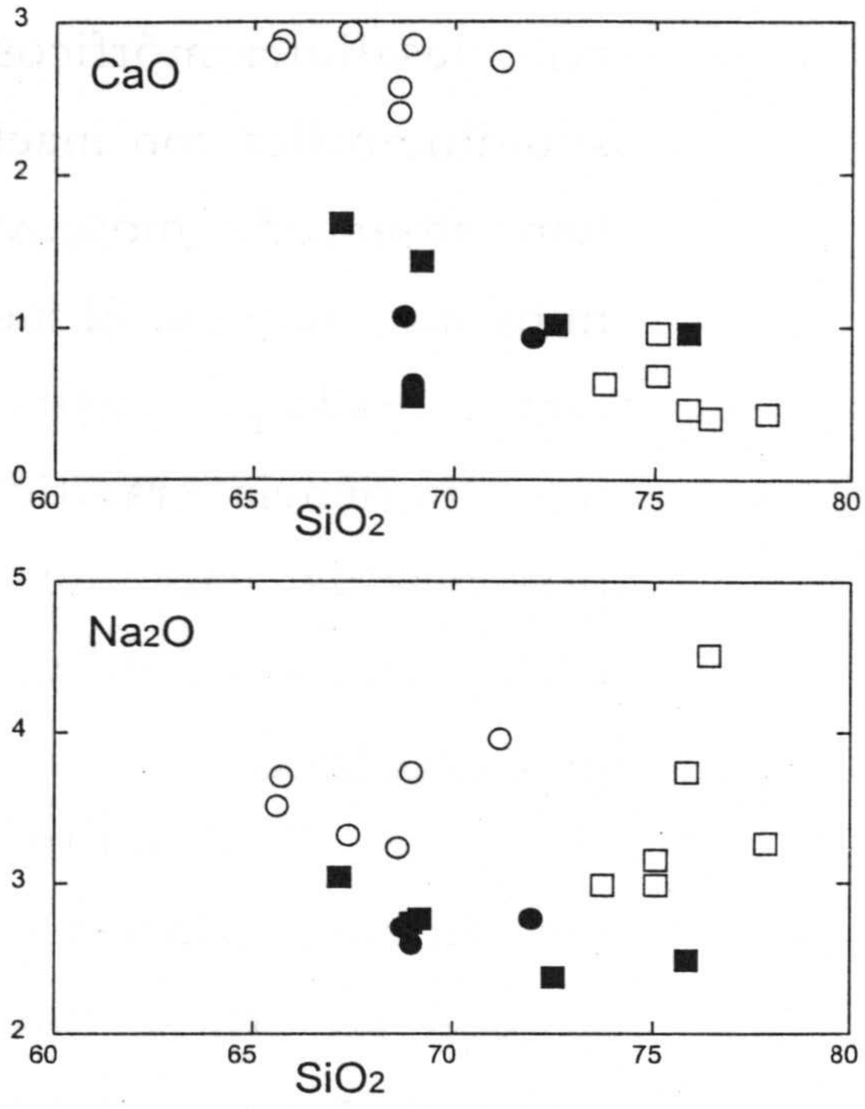
II.3- Geoquímica.

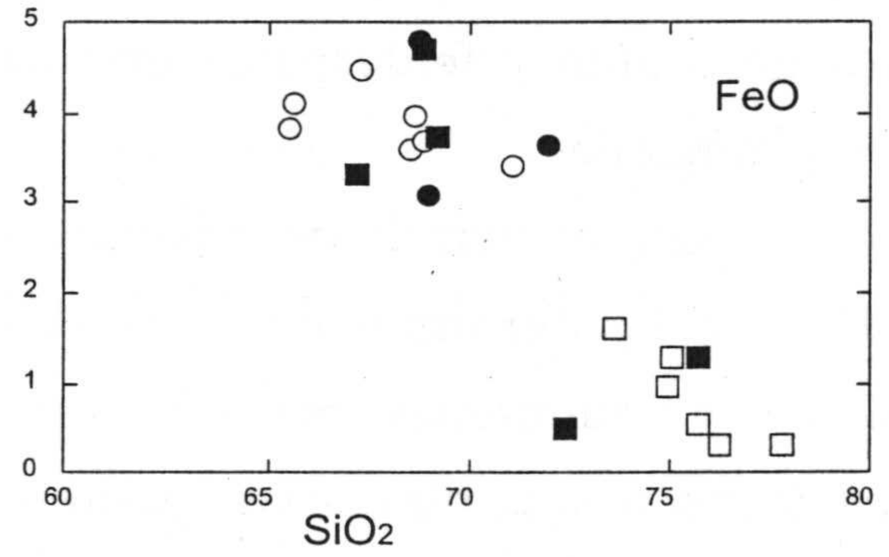
II.3.1-Elementos mayores.

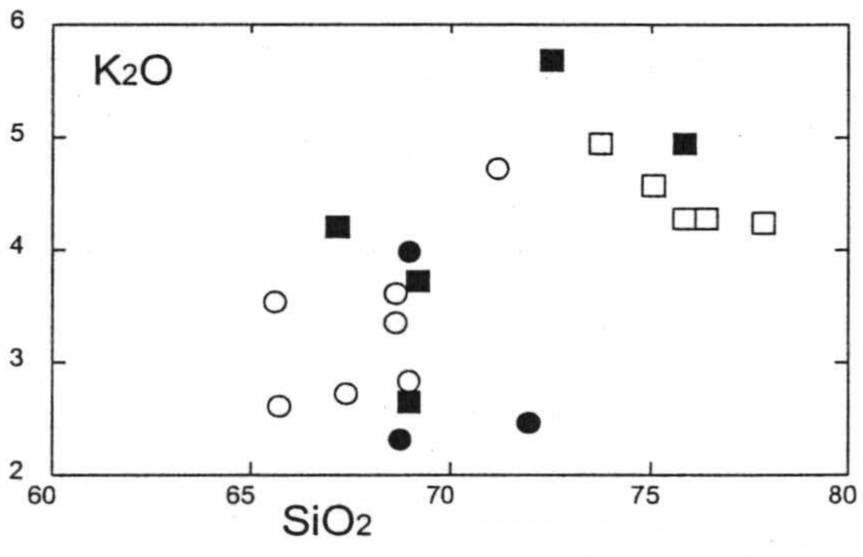
Hemos estudiado un total de 21 muestras, 7 muestras de granodiorita, 4 migmatitas, 1 muestra de leucosome, 3 gneises y 6 leucogranitos. A todas ellas se les han realizado análisis de elementos mayores y traza.

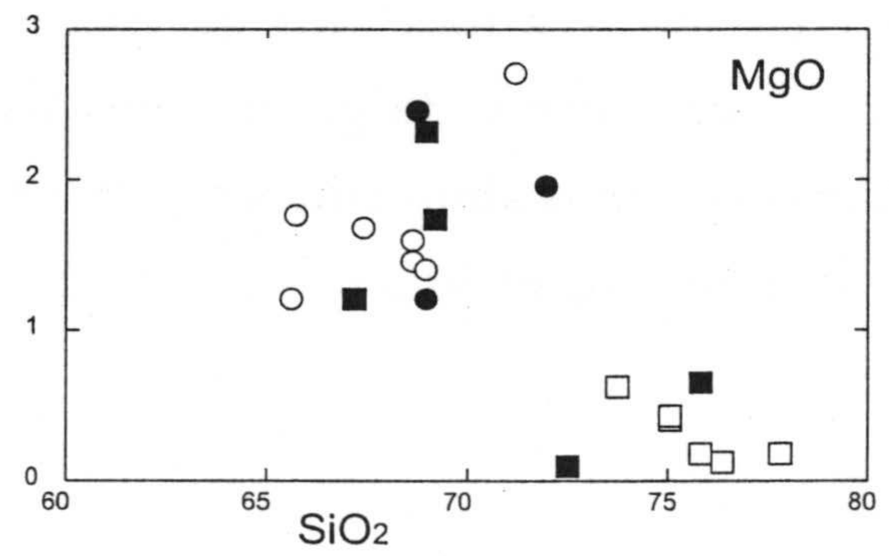
La granodiorita de Monesterio es una roca moderadamente peralumínica (ISA = 0.9-1.17), con altos contenidos en CaO (Tabla 4). En la

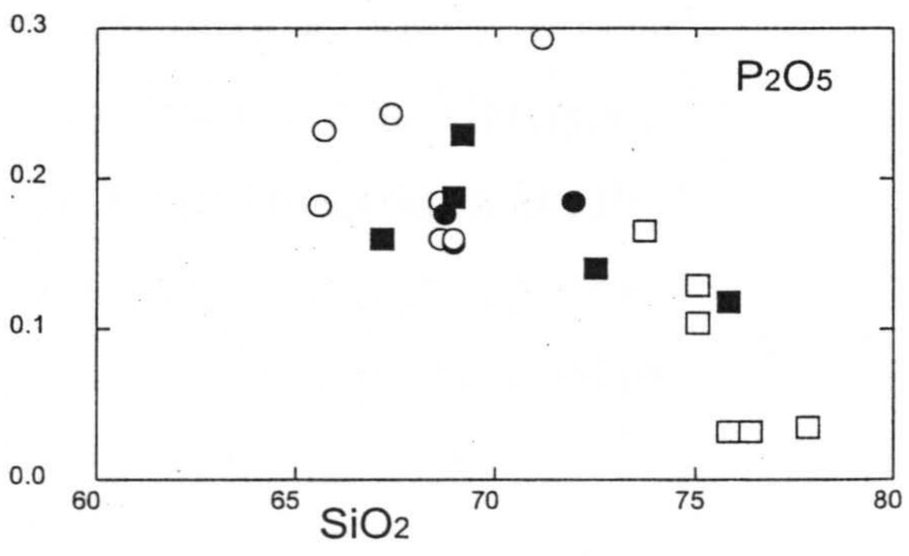


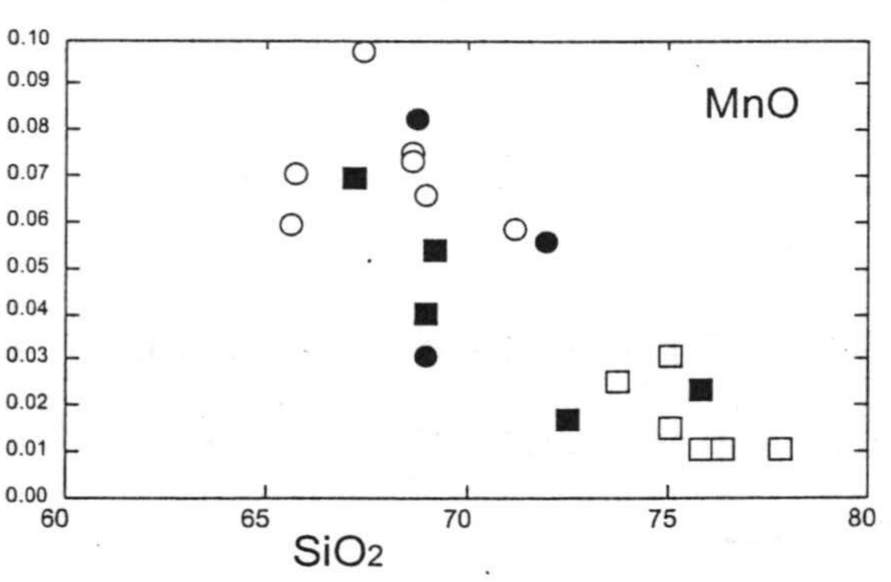












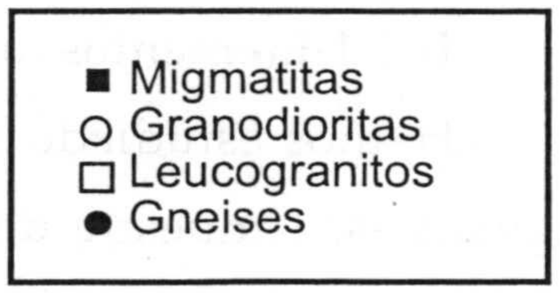


Fig. 5 a.- Diagramas de Harker para elementos mayores del Complejo de Monesterio.

proyección en los diagramas de Harker (Fig. 5a) se observa que la correlación de los óxidos mayores con la sílice no es muy buena, solo Al_2O_3, TiO_2, FeO y CaO tienen ligeras tendencias de empobrecimiento hacia los términos más ácidos.

En el diagrama TAS (Fig. 6) la mayoría de las muestras se clasifican como granodioritas y en el diagrama A-B están en el campo III, de rocas peralumínicas solo con biotita (Fig. 7).

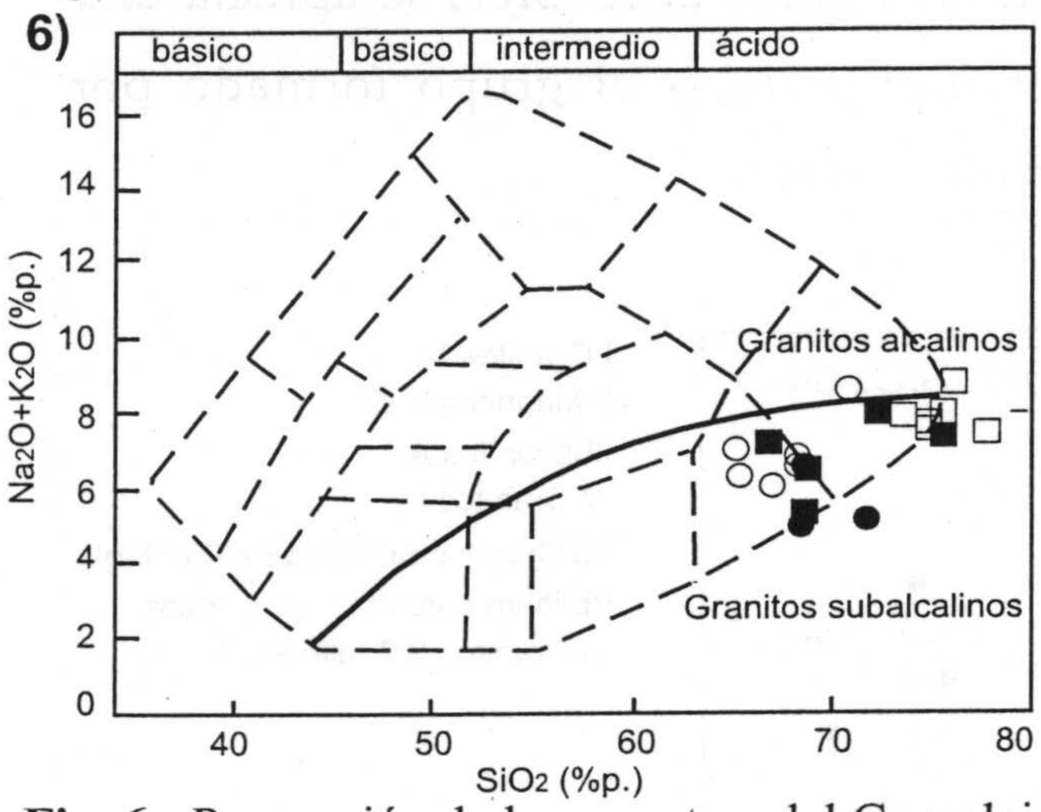


Fig. 6.- Proyección de las muestras del Complejo de Monesterio en el diagramas TAS (Cox *et al*, 1979, adaptado por Wilson,1989). **Fig.7.-** Diagrama A/B (Debon y Le Fort, 1983). Símbolos iguales a los de la Fig. 5a.

Dentro del diagrama AFM (Fig. 9) todas marcan una clara tendencia calcoalcalina. Además, se han proyectado las muestras en el diagrama de Bea *et al.* (2001) para %p. SiO_2 64-70 y están entre los campos de granitos típicamente I y granitos tipo SC (con baja relación Fe/[Fe+Mg]) (Fig. 10).

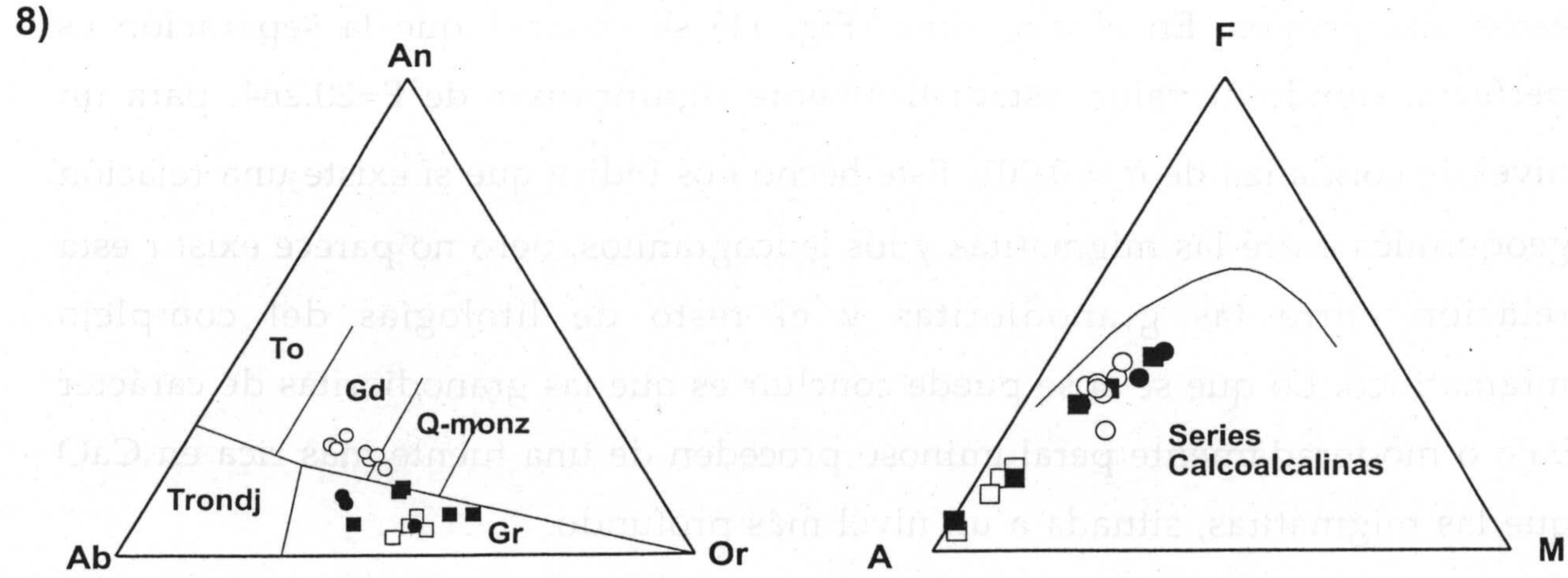


Fig. 8.- Diagrama An-Ab-Or (Barker, 1979). **Fig.9-.** Diagrama AFM .

Las migmatitas, gneises y leucogranitos son también rocas peralumínicas, pero con un valor de ISA más elevado (Tabla 4). Todas las muestras se clasifican, desde el punto de vista químico, como granitos con tendencia calcoalcalina (Fig. 6, 7, 8 y 9) y en los diagramas de Harker marcan, junto con las granodioritas, tendencias negativas en Al_2O_3, TiO_2, FeO, MgO, MnO, CaO y P_2O_5. Tanto aquí, como en las figuras anteriores, se aprecia una separación entre las granodioritas, por una parte, y el grupo formado por migmatitas, gneises y leucogranitos, por otra parte.

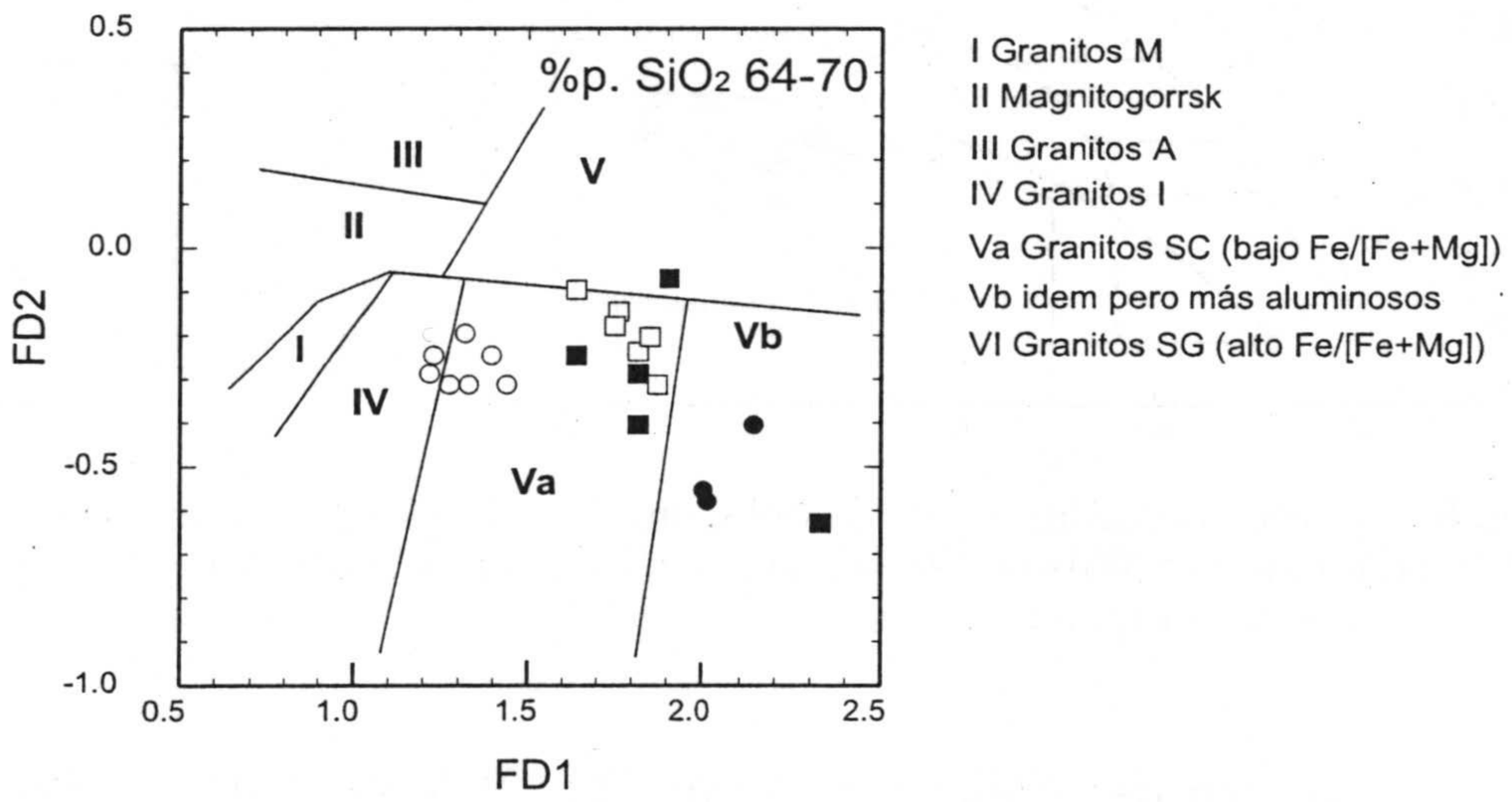


Fig. 10.- Proyección de las muestras del Complejo de Monesterio en el diagrama FD1/FD2 (Bea *et al.*, 2001).

Para confirmar esta separación geoquímica se ha realizado un tratamiento estadístico de los datos calculando la función discriminante entre estos dos grupos. En el diagrama (Fig. 11) se observa que la separación es perfecta, siendo el valor, estadísticamente significativo, de F=20.264, para un nivel de confianza de $\alpha = 0.001$. Este hecho nos indica que sí existe una relación geoquímica entre las migmatitas y los leucogranitos, pero no parece existir esta relación entre las granodioritas y el resto de litologías del complejo migmatítico. Lo que se sí se puede concluir es que las granodioritas de carácter bajo o moderadamente peraluminoso proceden de una fuente más rica en CaO que las migmatitas, situada a un nivel más profundo.

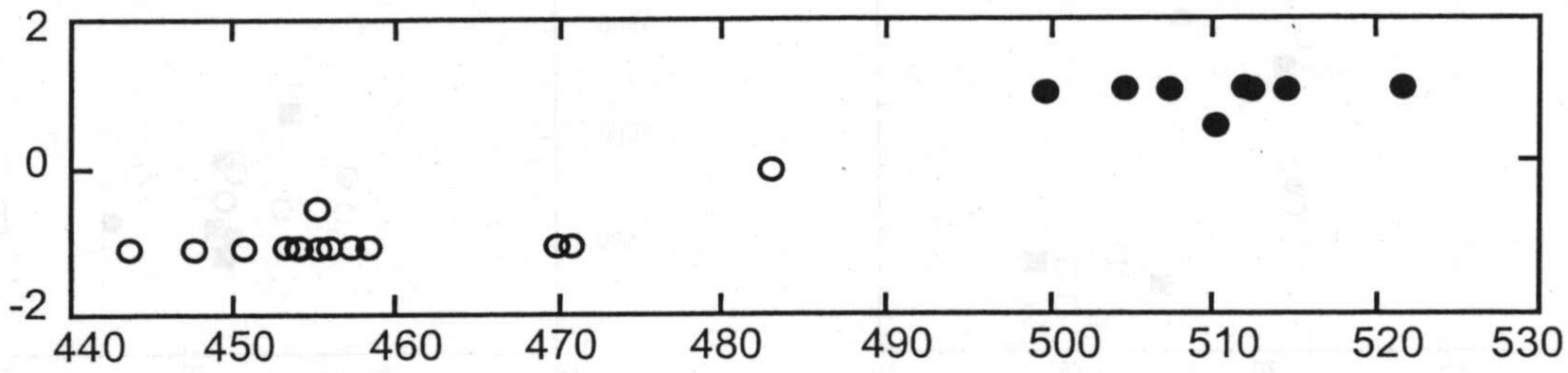


Fig. 11.- Representación gráfica de la función discriminate entre dos grupos, el de las muestras de la granodiorita de Monesterio y el formado por migmatitas, leucogranitos y gneises.

II.3.2- Elementos traza.

La composición de elementos traza se ha comparado con la media de la Corteza continental (Base de datos GERM-Geochemical Earth Reference Model, Tabla 5 y Fig. 12a) y para las granodioritas se obtiene lo siguiente (Tabla 4):

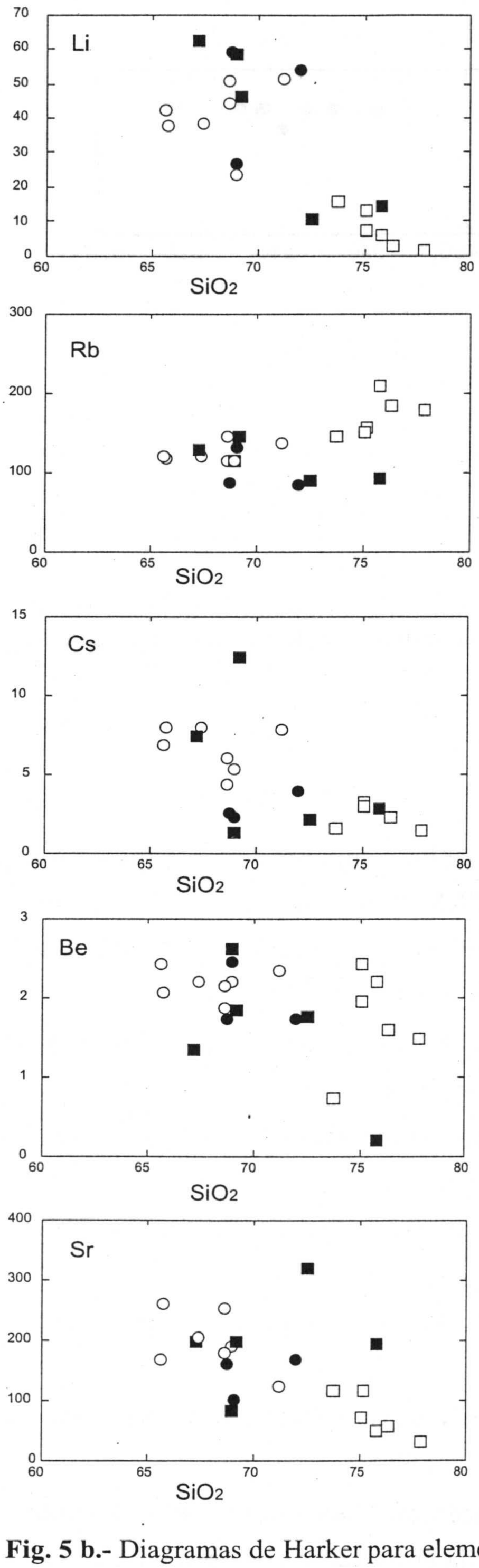
Li: tiene una concentración alta, que varía entre 23 y 51 ppm, y la correlación que marca con la sílice no es muy buena (Fig. 5b).

Rb, Cs, Tl: las concentraciones van de moderadas a altas. El valor de Rb oscila entre 112-142 ppm, Cs entre 4.2-7.9 ppm y Tl entre 0.8-1.1 ppm y, tanto el primero, como el último, parecen tener una correlación positiva con SiO_2, siendo ligeramente negativa para Cs.

Se han calculado las relaciones K/Rb, en las granodioritas, dando valores entre 186 y, 290.

Be: presenta unos valores moderados y su concentración media es de 2.2 ppm. No se aprecia una buena correlación con SiO_2.

Sr, Ba: en los dos elementos las concentraciones son moderadas aunque variables de una muestra a otra. Así, Sr oscila entre 123 y 259 ppm y Ba entre



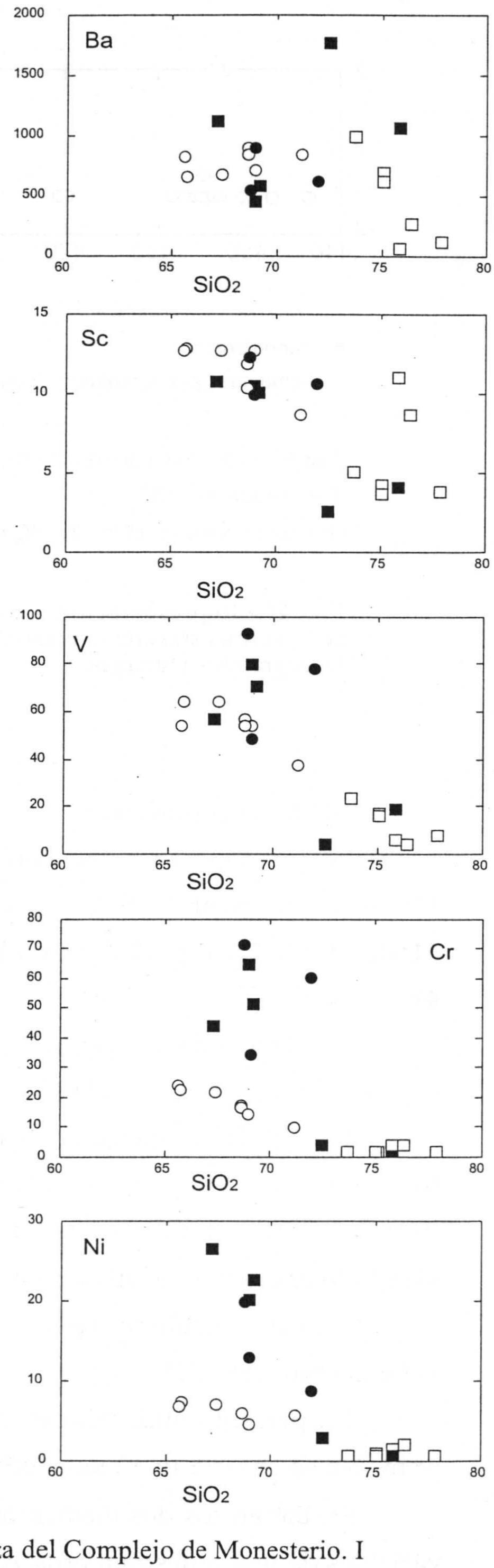


Fig. 5 b.- Diagramas de Harker para elementos traza del Complejo de Monesterio. I

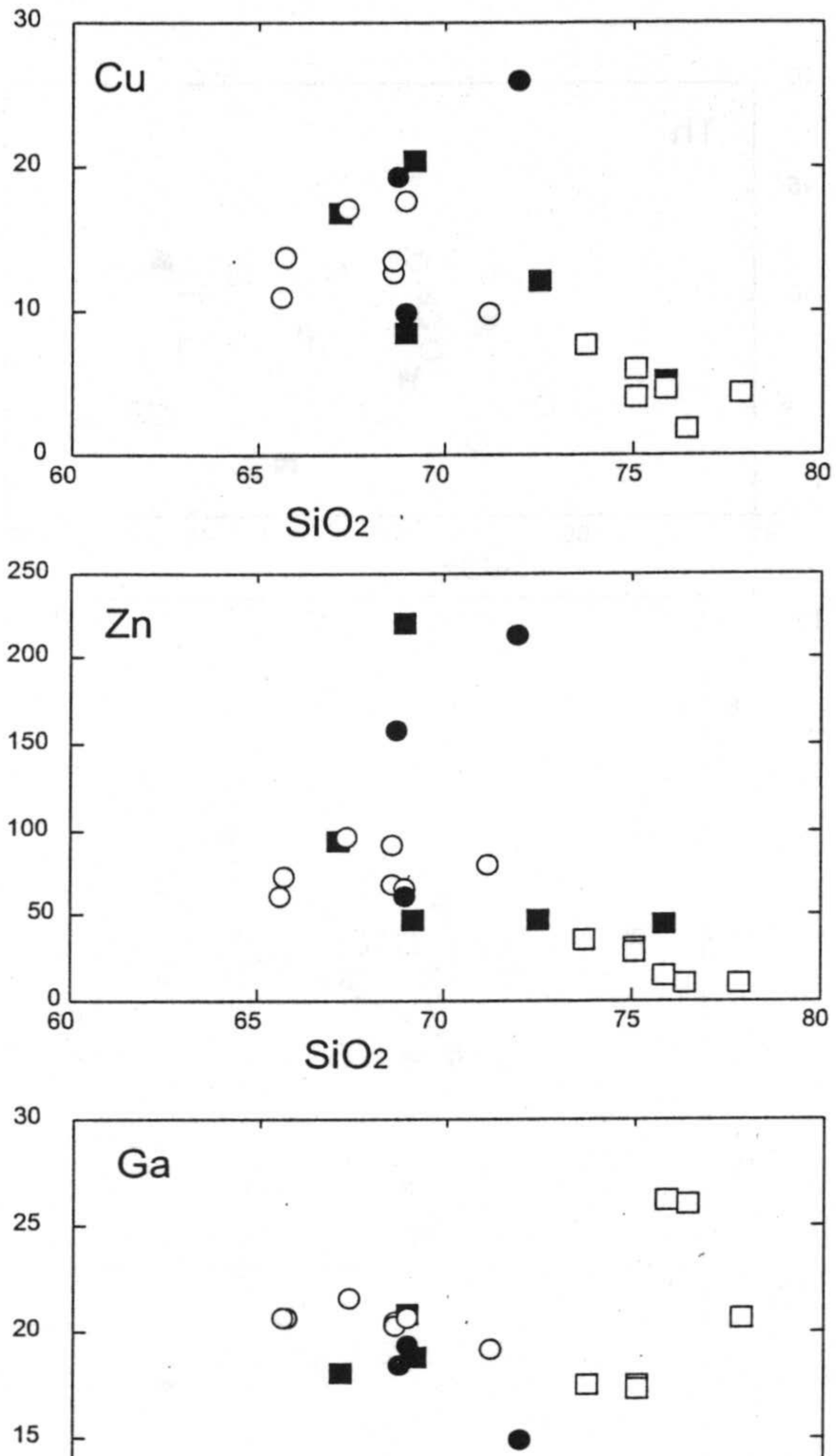


Fig. 5 b.- Diagramas de Harker para elementos traza del Complejo de Monesterio. II

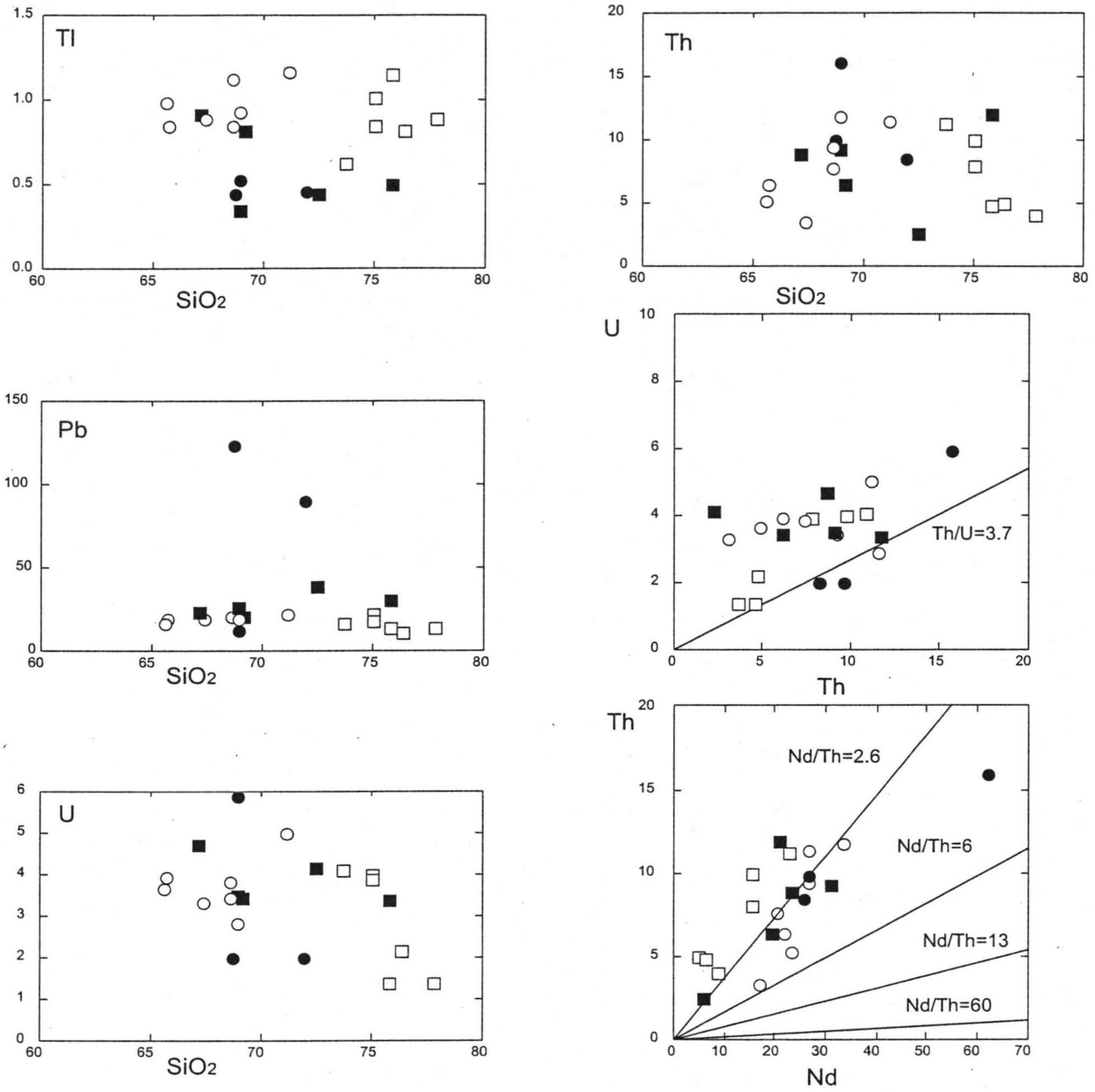


Fig. 5 b.- Diagramas de Harker para elementos traza del Complejo de Monesterio. III

642 y 883 ppm. Sr parece tener una ligera correlación negativa con SiO_2 y Ba positiva.

Sc, V, Cr, Ni, Cu, Zn: las concentraciones son bajas para Sc (8.5-13 ppm), V (37-64 ppm), Cr (9.4-24 ppm), Ni (4.4-7.04 ppm) y Cu (9.7-17 ppm) y moderadas a altas para Zn (60-93 ppm); en todos los casos varían de una muestra a otra. Todos estos elementos presentan una correlación negativa con la sílice.

Ga, Y: los valores de Ga son moderados y bastante uniformes, con una

media de 20 ppm. Y tiene valores más bajos y variables, entre 15 y 31 ppm. La correlación con SiO_2 es ligeramente negativa para Ga y positiva para Y.

Nb, Ta: las concentraciones en ambos elementos son moderadas y varían ligeramente de una muestra a otra, Nb oscila entre 8.5 y 12 ppm y Ta entre 0.9 y 1.3 ppm. En ninguno de los dos casos la correlación con SiO_2 es muy buena.

Sn, Mo: los dos elementos tienen valores moderados (Sn=3.0-11 ppm y Mo=0.7-2.8 ppm). Los análisis parecen marcar una correlación negativa, respecto a SiO_2, para Mo y positiva para Sn.

Zr, Hf: las concentraciones son moderadas y varían poco de una muestra a otra. La media de Zr es de 191 ppm y la de Hf de 5.8 ppm. En ninguno de los dos elementos la correlación con SiO_2 es muy buena.

Pb: el valor medio de este elemento es de 18 ppm y no hay mucha variación de una muestra a otra por lo que no se observa una correlación, positiva o negativa, con SiO_2.

U, Th: los dos elementos tienen concentraciones moderadas a altas y, sobre todo para Th, variables de una muestra a otra (U=2.8-4.9 ppm, Th=3.2-12 ppm). La correlación con SiO_2 no es muy buena en ningún caso. La relación Th/U, menos en una muestra, tiene valores inferiores a la media del manto, que es de 3.7 (McDonough y Sun, 1995).

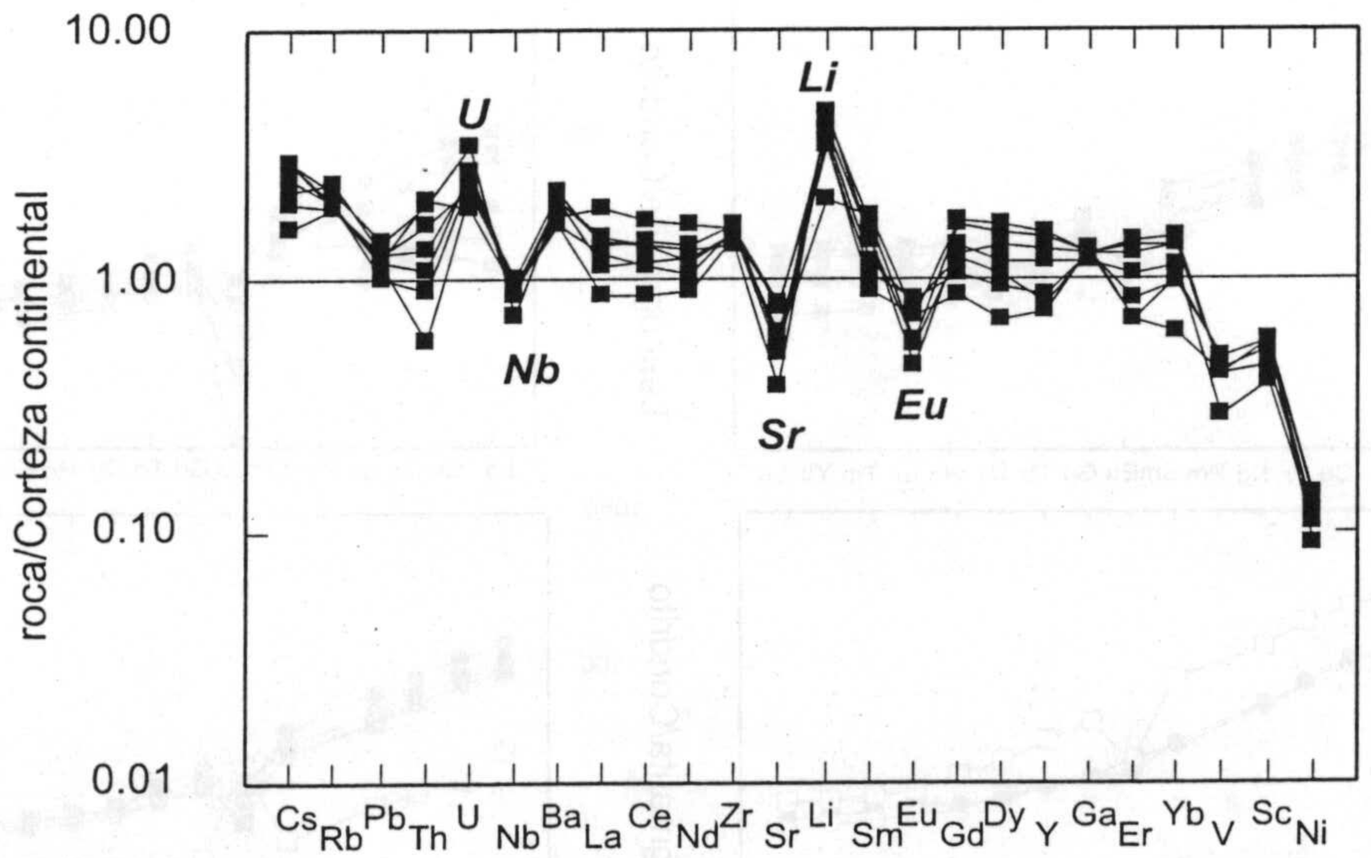


Fig. 12a.- Normalización de la granodiorita de Monesterio a la media de la Corteza continetal.

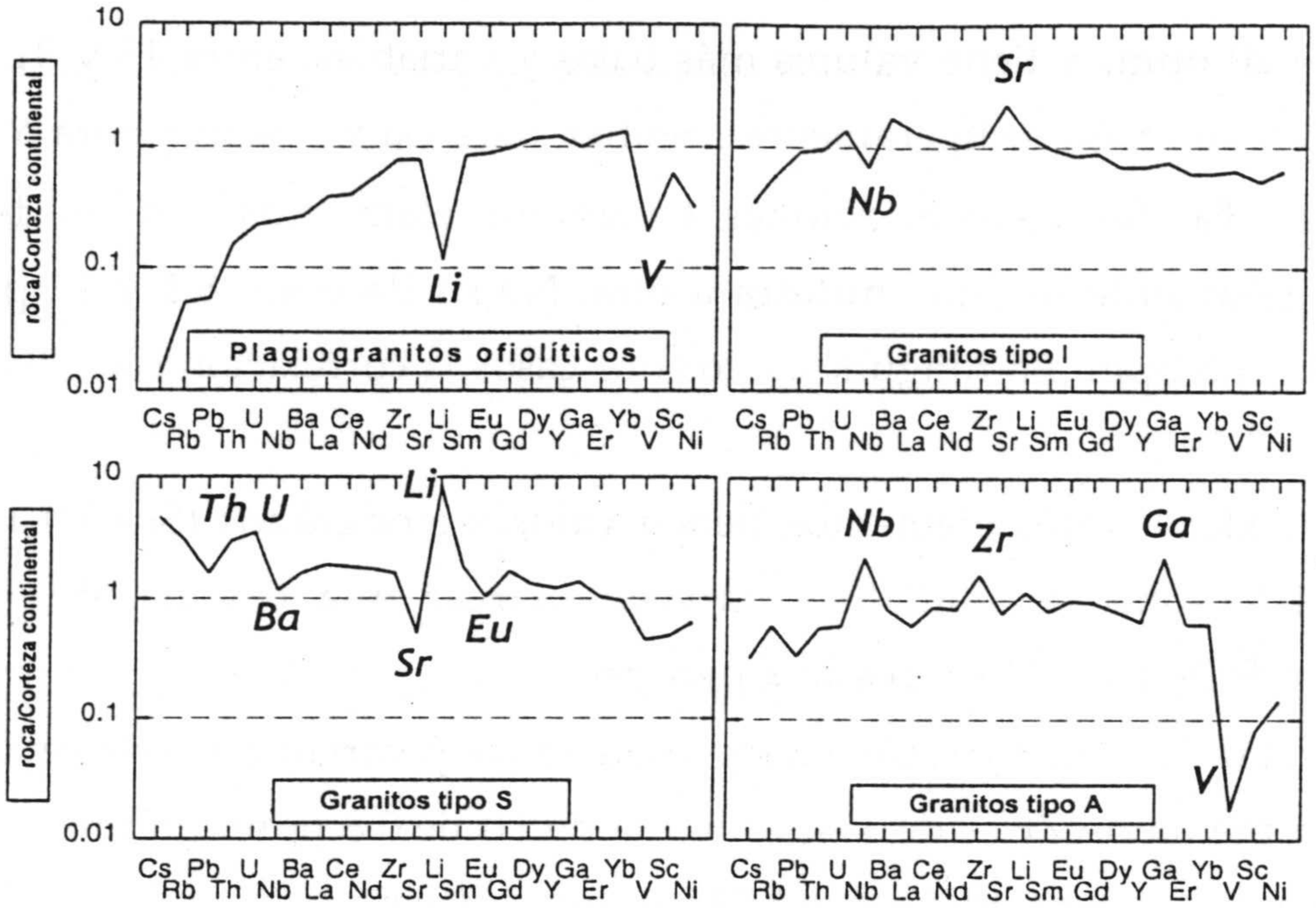
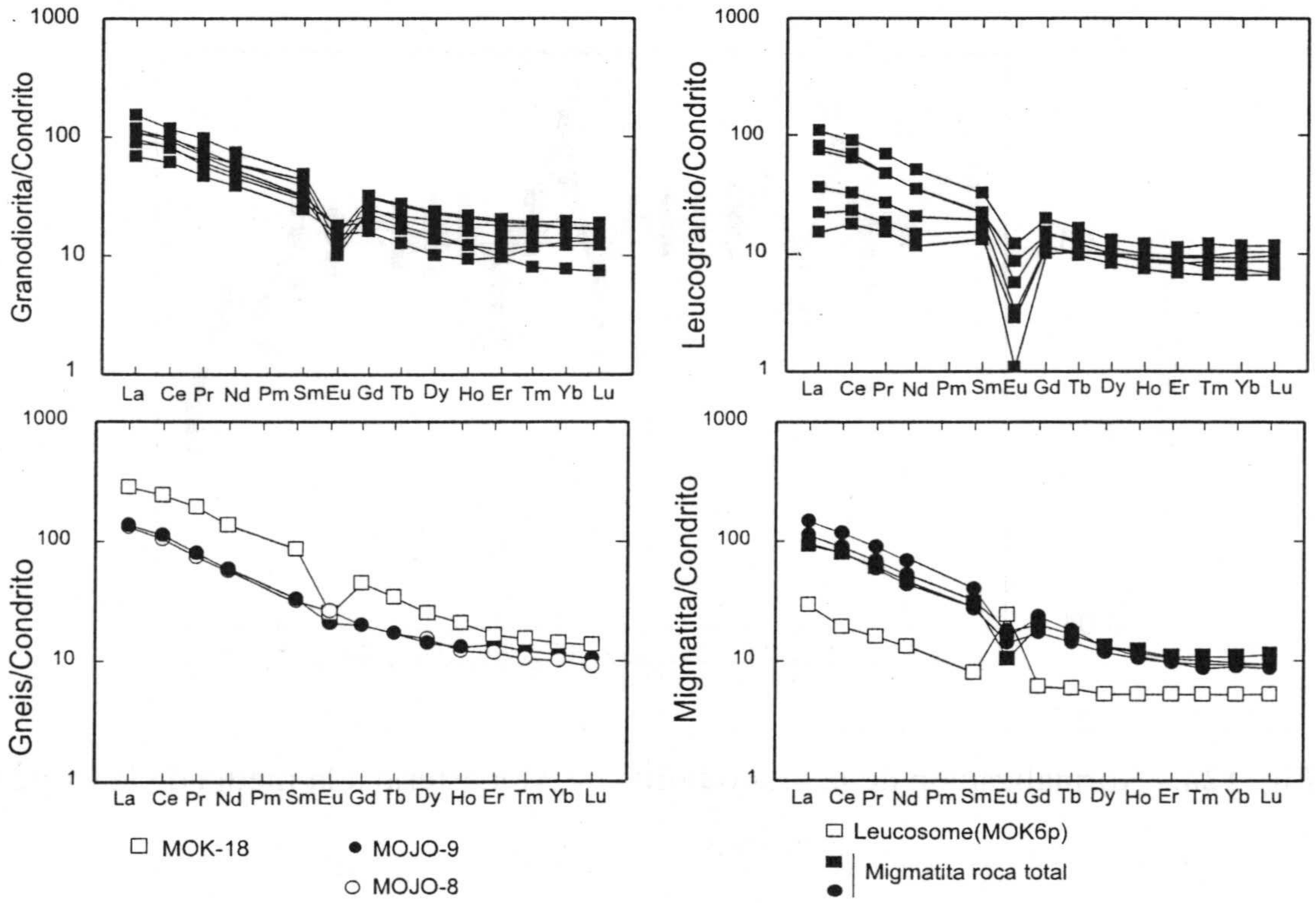


Fig.12- b) Normalización de granitos del Cinturón Varisco europeo a la media de la Corteza continental (Bea, 2001).

REE: como se observa en la Tabla 4, la concentración total de tierras raras no es muy alta, oscila entre 90 y 180 ppm. La fraccionación varía entre La_N/Lu_N= 5.1-15, además, se ha calculado la fraccionación de las tierras raras ligeras (LREE) y las pesadas (HREE) y en ambos casos no es muy alta, La_N/Sm_N= 2.5-3.5 y Gd_N/Lu_N= 1.2-30. La anomalía en Eu es siempre negativa (Eu/Eu*= 0.3-0.8) (Fig. 13).



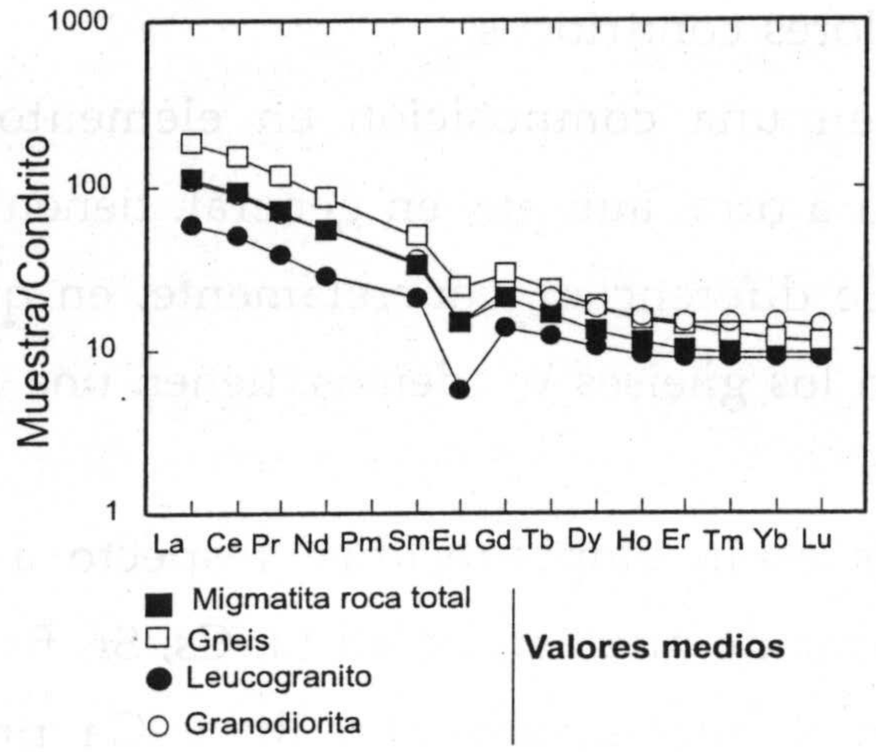


Fig. 13.- Diagramas normalizados de REE para las muestras del Complejo de Monesterio (valores de normalización de Anders y Ebihara, 1982).

Nd-Th: la relación Nd/Th calculada para estas rocas oscila entre 2.4 y 5.6, es decir, se trata de valores intermedios entre los de los materiales metasedimentarios con monacita (Nd/Th= 2.6, Bea y Montero, 1999) y materiales ortoderivados.

Como se mencionó al principio de este apartado, los valores de referencia corresponden a la media de la Corteza continental. En la Fig. 12b se observa la representación de distintos tipos de granitos del Cinturón Varisco europeo (Bea, 2001) normalizados a esta media. Este tipo de representaciones pueden ser útiles como discriminantes en el estudio tipológico de granitos y, si las utilizamos en nuestro caso, podemos comprobar que las muestras de la granodiorita de Monesterio tienen un espectro muy parecido al de los granitos tipo S y las mismas anomalías, positivas y negativas (Fig. 12a). Esto indicaría que el protolito que dio origen a las granodioritas tenía un componente metasedimentario, ciertamente distinto al de las migmatitas.

Las migmatitas presentan valores medios superiores, a las granodioritas, en Ba, Cr, Ni, Zn, Sn y Pb, inferiores en Be, Sr, Ga, Y, Mo y Tl y similares en el resto de elementos (Tabla 4). En la Fig. 13 se puede observar que los espectros de normalización de tierras raras son parecidos en los dos tipos de rocas, aunque las migmatitas tienen menor contenido en HREE. El leucosome se caracteriza por una alta concentración de Ba y una menor concentración de V, Cr, Y, Nb, Ta, Zr, Hf, Th y tierras raras y presenta una anomalía de Eu positiva

al normalizarlo a los valores condríticos.

Los gneises tienen una composición en elementos traza que varía bastante de una muestra a otra, aunque, en general, tienen valores cercanos a los de las migmatitas. Se diferencian, concretamente, en que el contenido en tierras raras es mayor en los gneises y, además, tienen una menor anomalía en Eu.

Los leucogranitos están empobrecidos, respecto a las granodioritas, gneises y algunas muestras de migmatitas, en Li, Cs, Sr, Ba, Sc, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Y, Nb, Zr, Hf, Mo y tierras raras. En Rb y Ga presentan un ligero enriquecimiento y en el resto de elementos los valores son similares. En estos leucogranitos se puede observar que hay un grupo de muestras enriquecidas en elementos traza respecto a otro grupo cuyos valores son muy parecidos a la muestra de leucosome (Tabla 4, Fig. 13).

En general y como se puede observar en los diagramas de Harker de elementos traza frente a SiO_2 (Fig. 5b), el conjunto de muestras del Complejo marca buenas correlaciones negativas en Li, Cs, Be, Sr, Sc, V, Cr, Ni, Cu, Zn y Mo, es positiva en Rb y en el resto de elementos se diferencian mal. Quizá lo más destacable de toda la descripción geoquímica de estos grupos de muestras, y como ya se ha mencionado, es la similitud que existe entre los leucogranitos y la muestra de leucosome. Esto sugiere que ambos podrían ser producto de la fusión parcial de las migmatitas. Esta relación entre leucosome, migmatitas y gneises y leucogranitos ya se había comentado en el apartado II.3.1, cuando se calculó la función discriminante. En el apartado de discusión se retomará este tema y también el de la relación con las granodioritas y el origen de estas.

II.4- Isótopos de Sr y Nd.

Se han seleccionado cuatro muestras de la granodiorita de Monesterio para el estudio de isótopos de Sr y Nd. Los valores de $^{87}Sr/^{86}Sr$, calculados para 510 Ma, varían entre 0.7058 y 0.7075 (Tabla 6), y son, por tanto, indicativos de granitos tipo I, con una mayor o menor contaminación cortical. La migmatita, sin embargo, posee valores de $^{87}Sr/^{86}Sr_{510}$ entre 0.70901 y 0.7093 (apartado II.5.2), netamente superiores, lo que apoya la idea de que la granodiorita no se ha generado por fusión parcial de la migmatita y, por tanto, no representa la

culminación del proceso migmatítico.

En cuanto a los isótopos de Nd (Tabla 7), la granodiorita tiene unos valores de εNd_{510} entre -4.43 y -3.08 y un valor medio de la relación $^{143}Nd/^{144}Nd_{510}$ = 0.5118. Esto hace que lleguemos a la misma conclusión que en el caso anterior, la granodiorita prodecería de un nivel más profundo que las migmatitas.

II.5- Geocronología.

II.5.1- Descripción de las muestras.

El material de la granodiorita de Monesterio elegido para estudio morfológico y datación, mediante cristal único de circón, ha sido recogido en un afloramiento no alterado localizado al S del Complejo (Mapa 1). Pertenece a la muestra MOK-2, que corresponde a la granodiorita menos deformada.

El estudio de la morfología externa de los circones, mediante lupa y microscopía convencional, muestra que el tamaño de grano de los cristales oscila entre 225x100 micras a 400x150 micras, aunque muchos están fragmentados, en parte debido al proceso de molienda. En ocasiones están algo redondeados, pero se diferencian perfectamente las caras prismáticas y piramidales. Tienen colores pardo-amarillo-marrón y van de transparentes a translúcidos (algunos son marrones rojizos y de carácter translúcido-opaco por la fuerte oxidación). Las diferentes tipologías en las que se incluyen estos cristales, según la nomenclatura de Pupin *et al.* (1978), son: P1, P2, P3 y G1 (Fig. 14a). En los diagramas de este mismo autor (Pupin, 1980), que relacionan los morfotipos de los circones con la geoquímica de la roca (Fig. 14b), los cristales proyectan en la zona con unos valores entre 750-600 ºC y un índice alto de alcalinidad lo que posiblemente esté indicando que su formación tuvo lugar al final de la cristalización (Pupin, 1980).

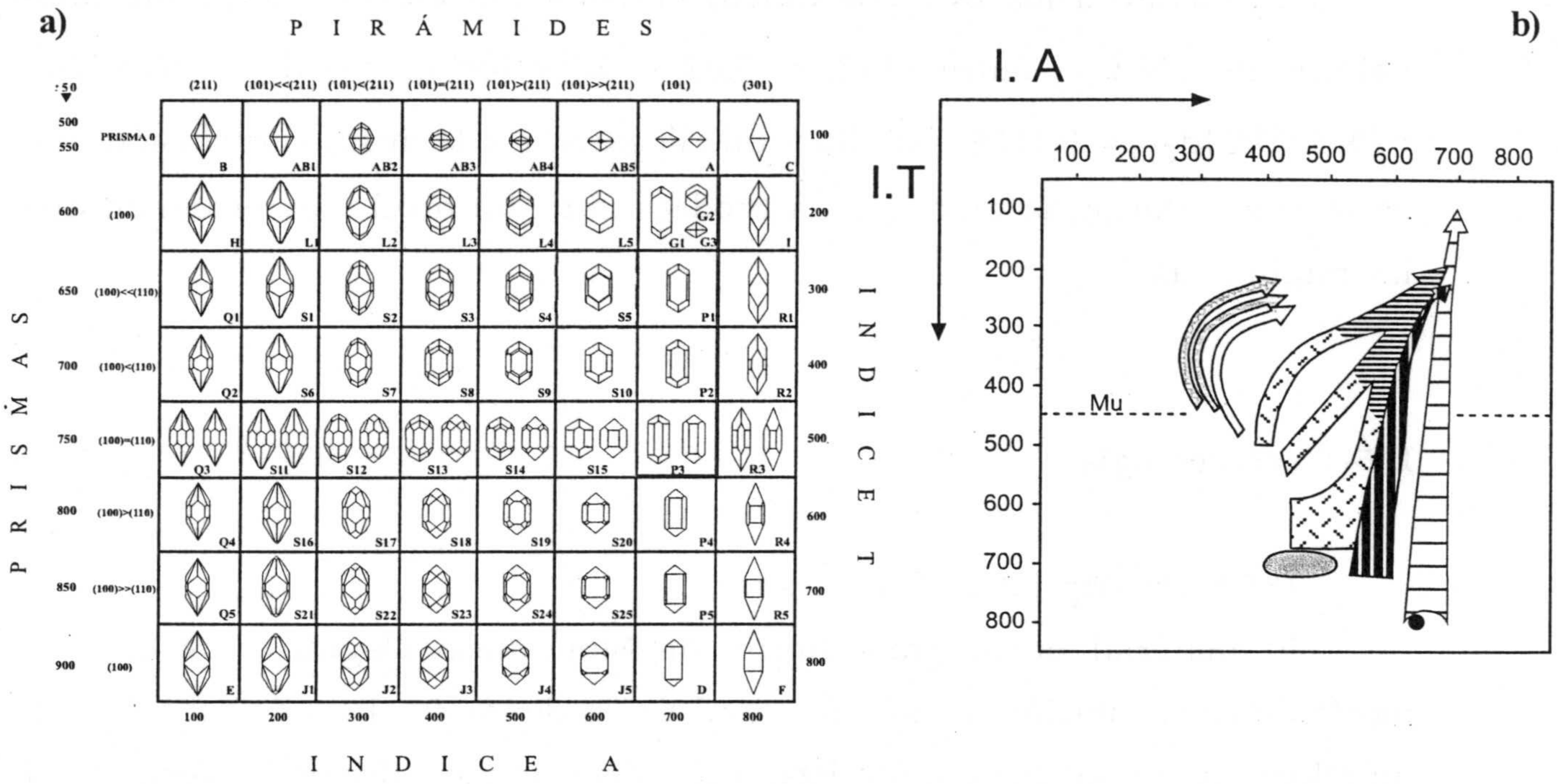
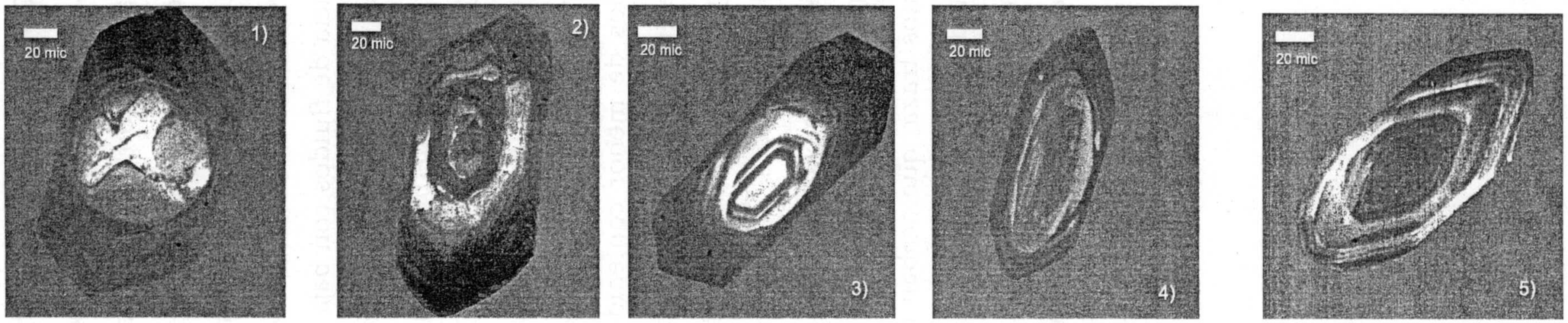


Fig. 14.- a) Principales tipos y subtipos de la clasificación tipológica y su correspondiente escala geotermométrica. El índice A corresponde al desarrollo relativo de las caras piramidales y el índice T al desarrollo relativo de los prismas (Pupin *et al.* (1978). **b)** Distribución de los principales grupos de rocas graníticas en relación con las poblaciones de circón. Granitos de origen cortical: (1) leucogranitos alumínicos, (2) monzogranitos y granodioritas subautóctonas, (3) monzogranitos y granodioritas alumínicas intrusivas. Granitos de origen cortical y mantélico: (4 a, b, c) granitos calcoalcalinos, la zona más clara corresponde con granodioritas y monzogranitos y la zona más oscura con monzogranitos y granitos alcalinos, (5) granitos subalcalinos. Granitos de origen principalmente mantélico: (6) granitos alcalinos, (7) granitos toleíticos.
Mu es el límite de los granitos moscovíticos. Pupin (1980).
Lo marcado en color rojo corresponde a las muestras de la granodiorita de Monesterio.

Para el estudio de la morfología interna de los circones, bajo catodoluminiscencia, se han realizado secciones de los mismos paralelas al eje C, de acuerdo con las descripciones morfológicas de Vavra (1993), en unos casos paralelas a (100) y en la mayoría a (110) por ser este el prisma más desarrollado. Todos los circones, en cualquiera de sus secciones (Fotos MOK-2/1-18) muestran un crecimiento mayor de las caras prismáticas respecto a las piramidales y el desarrollo de un zonado magmático más o menos concéntrico (el estudio de SEM no muestra zonados composicionales). Muchos de los cristales estudiados muestran una zona interna de alta luminiscencia correspondiente con un núcleo heredado que conserva o no el zonado (Fotos

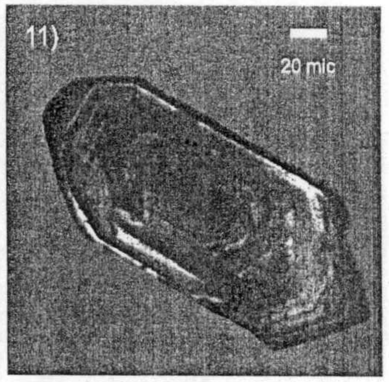
MOK-2/1, 2, 3, 7, 8, 9, 13 y 15). El hecho de no conservar el zonado puede deberse a un proceso de recristalización o bien a un estado metamíctico-desestabilización ocasionado, por ejemplo, por un proceso metamórfico. También se puede observar que en algunos circones hay partes irregulares intermedias (zonas muy luminiscentes) que posiblemente se corresponden con procesos de disolución-corrosión (Fotos MOK-2/3, 12 y 14), debido a la influencia de fluidos con baja super-saturación en Zr (Vavra, 1994). En algunos casos se puede ver que estos mismos procesos, menos acentuados, darían lugar a un redondeamiento del zonado y luego continuaría el crecimiento (Fotos MOK-2/4, 5, 16, 17 y 18). En las fotografías 2), 3) y 14) se aprecian mejor estas zonas muy luminiscentes que otros autores (Koschek, 1993; Chemale *et al.*, 1996, Hanchar y Miller, 1993; Hinton y Upton, 1991...) hacen corresponder con dominios de menor contenido en U, Y o contenidos variables en REE, Hf y otros elementos. Por otro lado, el espaciado del zonado varía; Sommerauer (1974) y Vavra (1990) relacionan este hecho con el grado de super-saturación en Zr del fundido, a mayor concentración menor espaciado, autores como Benisek y Finger (1993) lo relacionan con la concentración de otros elementos como U, Th, Y, y Pidgeon *et al.* (1998) lo atribuyen a una migración de los elementos traza, que acaban concentrándose en determinadas estructuras. En la granodiorita de Monesterio, todas estas anomalías del zonado descritas en los cristales no tienen un reflejo temporal que permita hablar de un proceso metamórfico intermedio (ver apartado siguiente) que las haya producido.

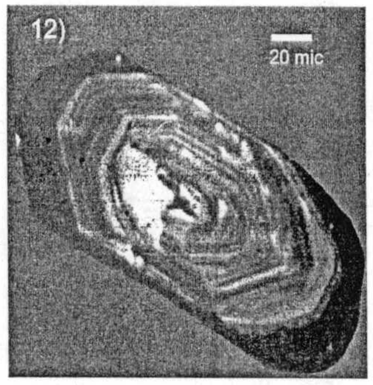
Secciones paralelas a (110)

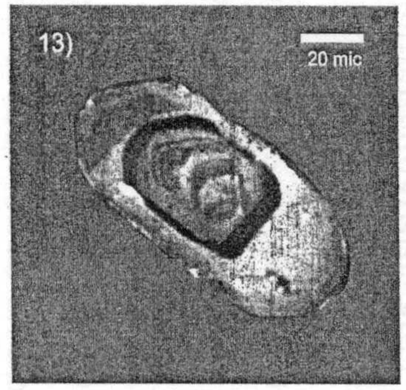


Fotos MOK-2/ 1-18 de la granodiorita de Monesterio. Imágenes de catodoluminiscencia y SEM. I

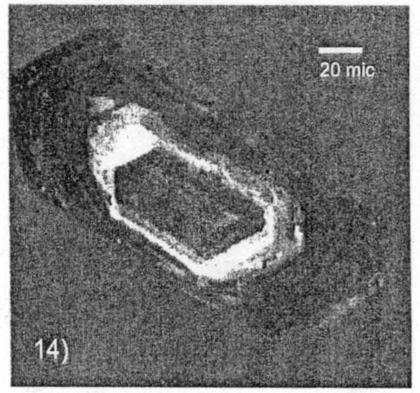
Secciones paralelas a (100)



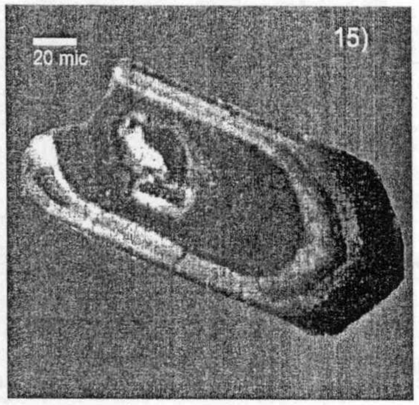


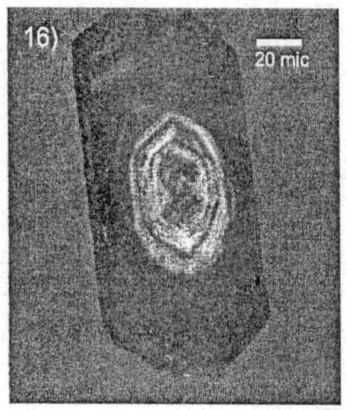


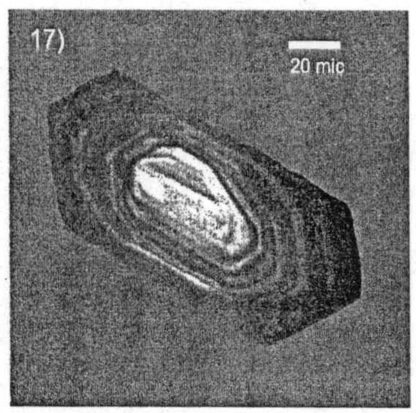
Secciones paralelas a (110)

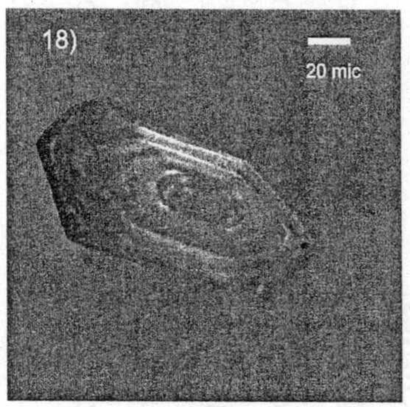


Secciones paralelas a (110)









Fotos MOK-2/ 1-18 de la granodiorita de Monesterio. Imágenes de catodoluminiscencia y SEM. II

II.5.2- Dataciones.

Edad de cristalización de la Granodiorita de Monesterio.

Los datos de edades obtenidos mediante la evaporación de circones se observan en la Tabla 8 (Fig. 15). De los seis cristales analizados, tres han permitido más de una medida, dando edades uniformes desde el borde al núcleo. Otro circón solo ha permitido una medida con el mismo valor. El conjunto da una edad media de 510±7 Ma (2σ) que se considera como la mejor estimación de la edad de cristalización. Estos circones eran cristales idiomórficos, tenían un tamaño de 200x100 micras aproximadamente, eran amarillentos-pardos y translúcidos.

Los otros dos cristales con los que se ha trabajado presentaban núcleos heredados. MOK-2.4 era un cristal alargado y ha dado tres medidas diferentes, la primera corresponde a la zona más externa y ha dado 493±39 Ma, con una alta cantidad de Pb común; la segunda medida representa la zona intermedia, con una edad de 1112±12 Ma, y la tercera mediada ha dado valores de 1696±23 Ma. La primera edad es cercana a la edad obtenida para la cristalización, la tercera representa la edad del núcleo y la segunda sería un valor intermedio, de mezcla entre el núcleo y el borde, al igual que ocurre con la medida tomada en MOK-2.11 que ha dado una edad de 1315±7 Ma.

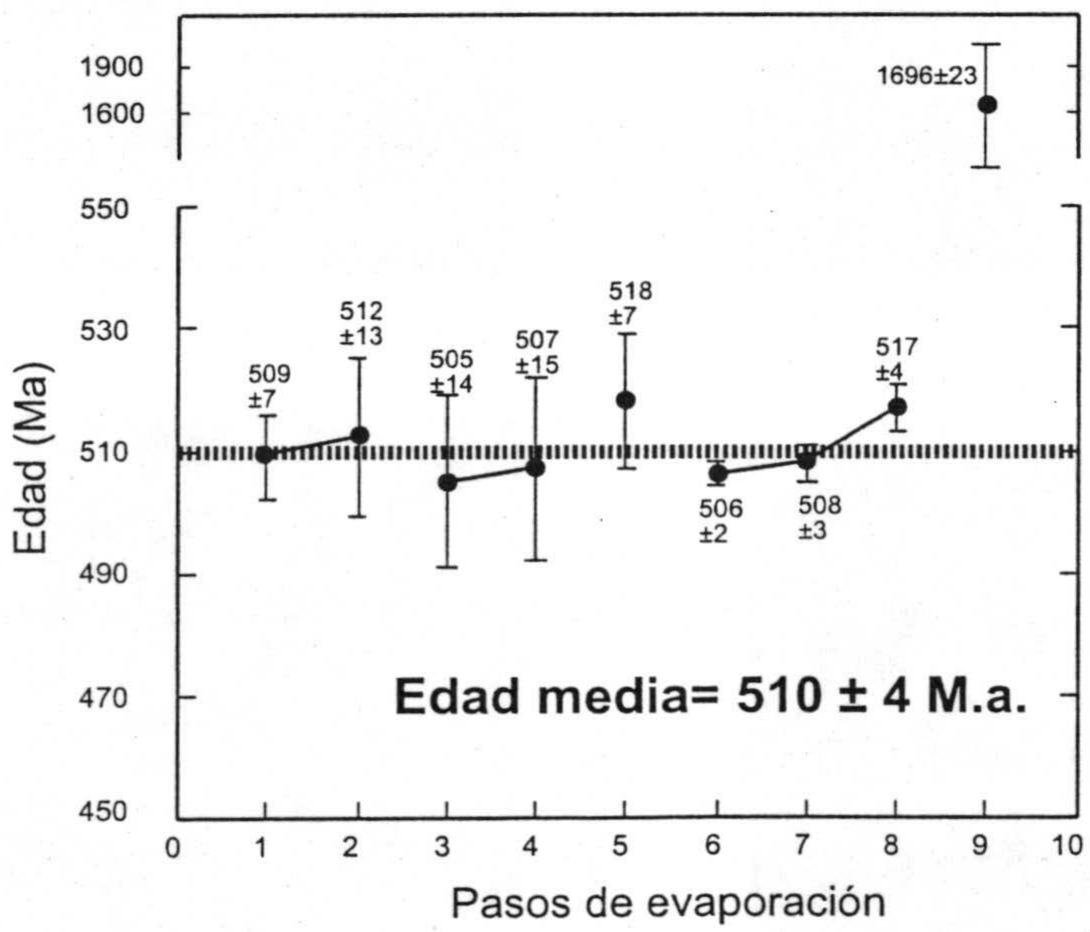


Fig. 15.- Edada de cristalización de la granodiorita de Monesterio.

De esta forma se puede concluir que la edad de cristalización de la granodiorita de Monesterio es 510 Ma y su protolito tiene un componente con

circones proterozóicos superiores, de 1696 Ma. Estos valores se corresponden, más o menos, con la intercepción superior e inferior en concordia dada por las dataciones U-Pb en concentrados de circones, por Ochsner (1993).

Edad de la migmatización.

Se ha realizado una datación Rb-Sr en los leucosomes de la migmatita, a partir de siete muestras: tres son muestras de roca total de una vena pegmatítica de leucosome, las otras son una muestra de roca total y tres concentrados minerales- plagioclasa, feldespato potásico y moscovita, de una vena de leucosome cercana de tamaño de grano medio. Después de haber reducido el tamaño de las muestras como se indica en el apartado I.3.4-8 se eliminaron a mano los restos de schlierens biotíticos y en el resto de la muestra se procedió a la separación mineral y análisis.

En el diagrama de $^{87}Rb/^{86}Sr$ *vs* $^{87}Sr/^{86}Sr$ (Fig. 16) se observa que las cuatro muestras de roca total y los concentrados de feldespato potásico y plagioclasa proyectan en una isocrona a 511±40 Ma con una relación inicial de $^{87}Sr/^{86}Sr$= 0.70914±0.00048. El grado de ajuste es excelente con una MSWD=1.7, el error alto en la edad se debe al hecho de que la coordenada menor de $^{87}Rb/^{86}Sr$ tiene la misma magnitud que la diferencia entre ella y la coordenada

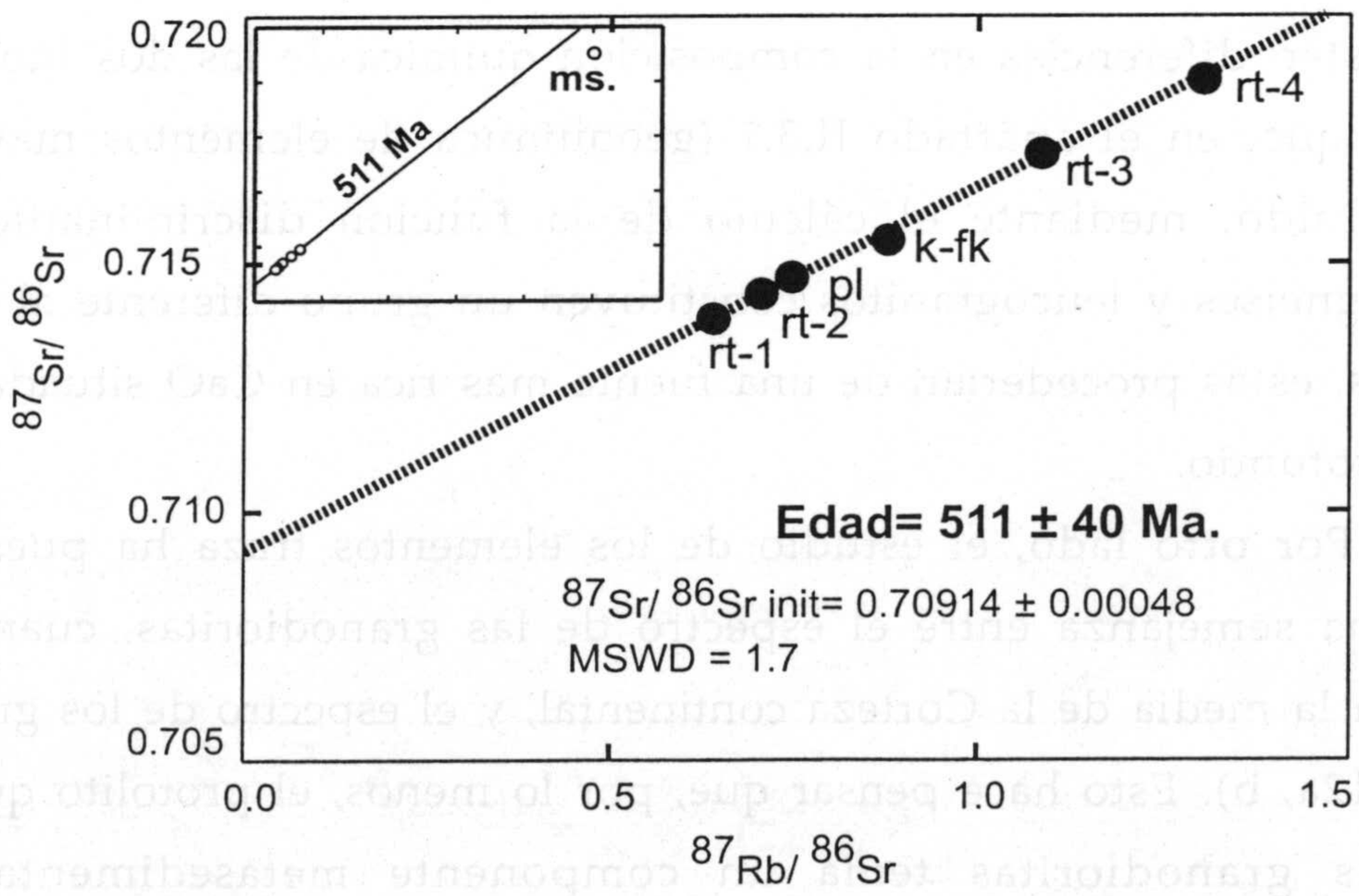


Fig. 16.- Edad de la migmatita de Monesterio.

mayor $^{87}Rb/^{86}Sr$ (Tabla 9). El concentrado de moscovita no proyecta en la misma isocrona, está considerablemente rejuvenecida y la edad de la moscovita-roca total es de aproximadamente 438 Ma; este efecto es debido probablemente a la pérdida de ^{87}Sr radiogénico, muy incompatible en micas, bien como consecuencia de procesos termales tardíos, deformación intensa... (discusión en Azor *et al.*,1995) o simplemente causado por una alteración.

II.6- Discusión.

La granodiorita de Monesterio presenta una serie de características que apoyan la idea de que derivó, por fusión parcial "in situ", de los materiales encajantes, tal como han propuesto Eguíluz *et al.* (1983) y Eguíluz (1987).

Los argumentos a favor de esta hipótesis son:

1- La similitud entre la edad de cristalización de la granodiorita y las migmatitas.

2- El tránsito localmente concordante entre granodioritas y migmatitas.

3- El fortísimo gradiente metamórfico en el encajante, que aumenta hacia la granodiorita en dirección prácticamente perpendicular al contacto.

Sin embargo, existen fuertes argumentos en contra de esta propuesta. Los más representativos son los siguientes:

1- Existen diferencias en la composición química de las dos litologías. Recordemos que, en el apartado II.3.1 (geoquímica de elementos mayores), hemos concluido, mediante el cálculo de la función discriminante, que migmatitas, gneises y leucogranitos constituyen un grupo diferente al de las granodioritas, estas procederían de una fuente más rica en CaO situada a un nivel más profundo.

Por otro lado, el estudio de los elementos traza ha puesto en evidencia una semejanza entre el espectro de las granodioritas, cuando se normalizan a la media de la Corteza continental, y el espectro de los granitos tipo S (Fig. 12a, b). Esto hace pensar que, por lo menos, el protolito que dio origen a las granodioritas tenia un componente metasedimentario o supracortical.

2- Existe una notable diferencia en la composición isotópica. En el apartado II.4 hemos visto que las granodioritas tienen una relación $^{87}Sr/^{86}Sr$

que varía entre 0.7058 y 0.7075, valores más típicos de granitos tipo I. Sin embargo, las migmatitas tienen una relación mayor, $^{87}Sr/^{86}Sr$ oscila entre 0.70901 y 0.7093. Por tanto, no parece posible que las granodioritas provengan de la fusión parcial de los materiales encajantes.

3- La granodiorita posee una mineralogía de accesorios caracterizada por allanita y titanita primarias, incompatible con la generación por fusión parcial de metapelitas (ver Bea, 1996).

Todas estas razones nos llevan a pensar que la granodiorita de Monesterio (1) se ha generado a partir de materiales diferentes a los que han dado lugar a las migmatitas encajantes, (2) provienen de un nivel más profundo que en el que se produjo la migmatización y (3) su protolito tenía un componente metasedimentario o bien en su ascenso ha habido algo de interacción con las rocas encajantes.

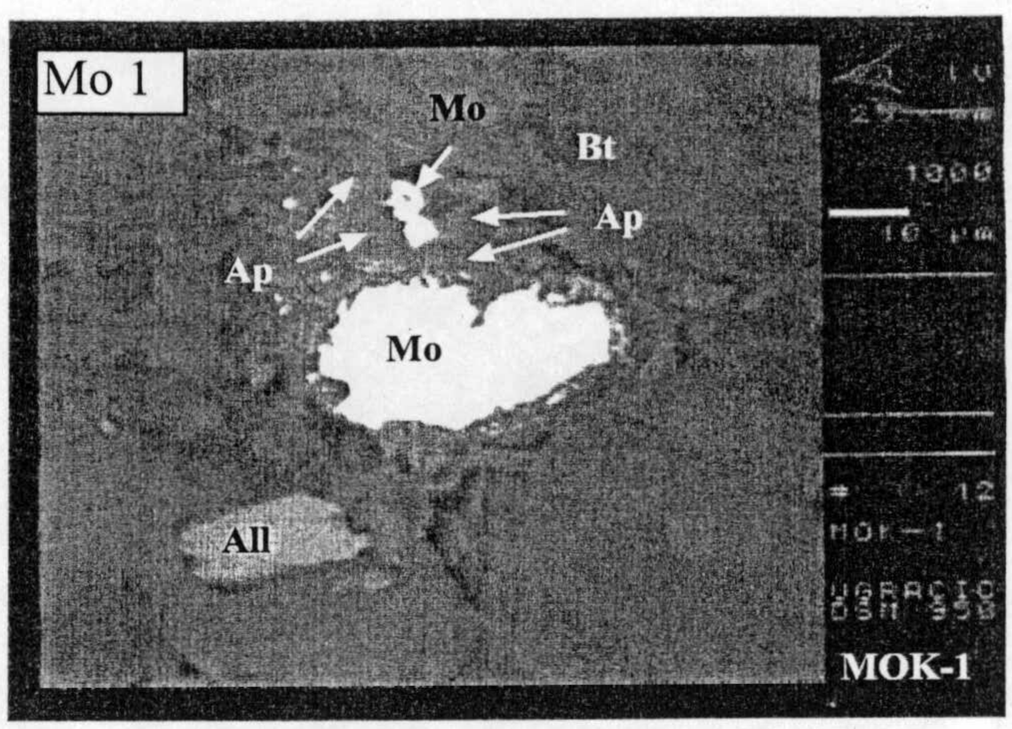
Los datos cronológicos indican que la granodiorita intruyó en el Complejo migmatítico durante el paroxismo metamórfico. Este hecho permite explicar la complejas relaciones entre ambos materiales, desde los contactos puramente netos a contacto más transicionales, aunque estos se observan, principalmente, cuando la deformación es más intensa. También, de esta manera, se entiende la existencia de xenolitos metamórficos en la granodiorita (Foto 2).

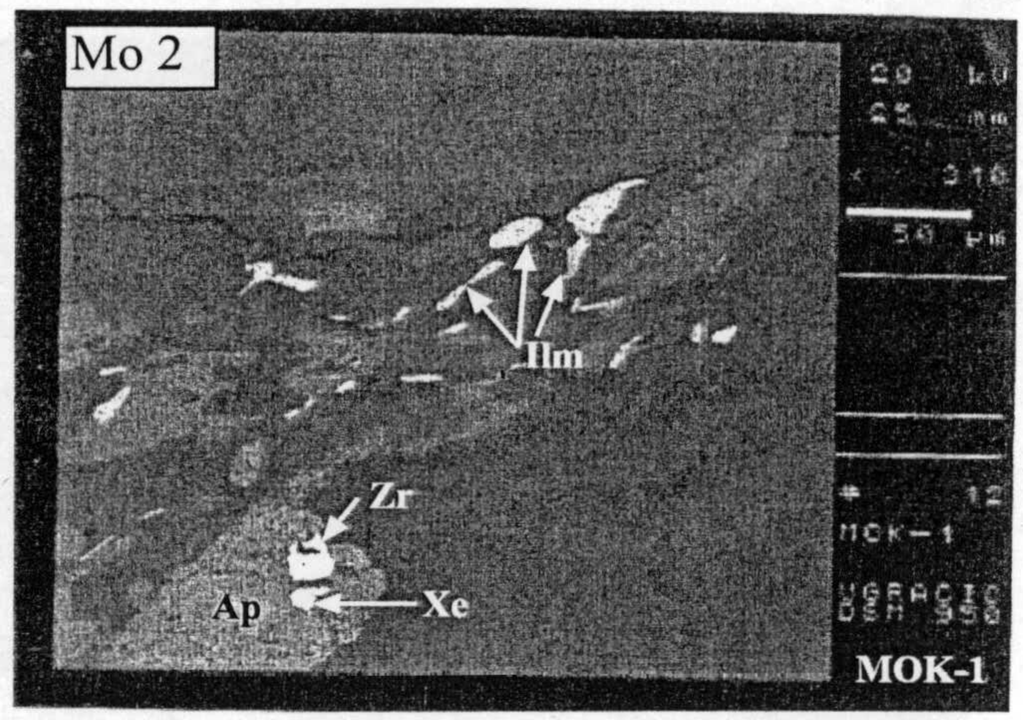
Es muy posible, además, que la granodiorita haya contribuido al desarrollo de la migmatización mediante transporte advectivo de calor, produciendo un "telescoping" de las isogradas. Esto podría explicar la rápida disminución del grado de metamorfismo a medida que nos alejamos en dirección perpendicular al contacto entre migmatitas y granodioritas.

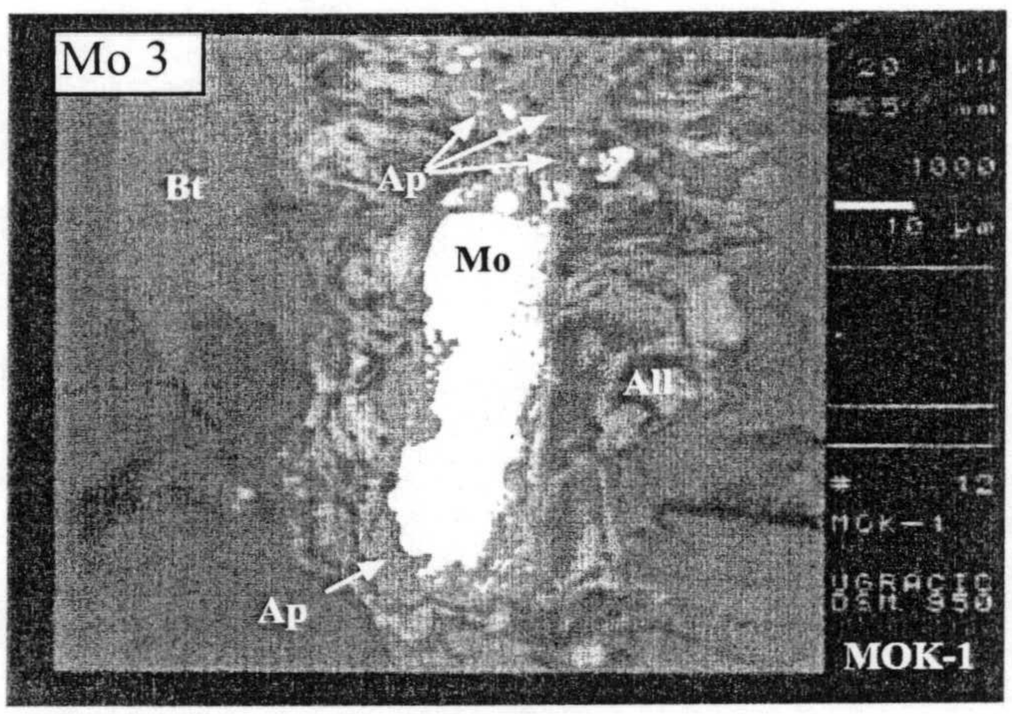
Sobre la relación que existe entre los leucogranitos y las migmatitas, hemos visto (Fig. 5a y Fig. 11) que por lo menos, en lo que se refiere a geoquímica de elementos mayores, hay una buena relación entre las muestras. El trabajo de Sánchez Fabián (2000) trata este problema; al observar las relaciones de campo y las similitudes químicas (elementos mayores y traza) entre los leucosomes de las migmatitas y los leucogranitos consideró ambas litologías como productos de una fusión parcial de las migmatitas, siendo la

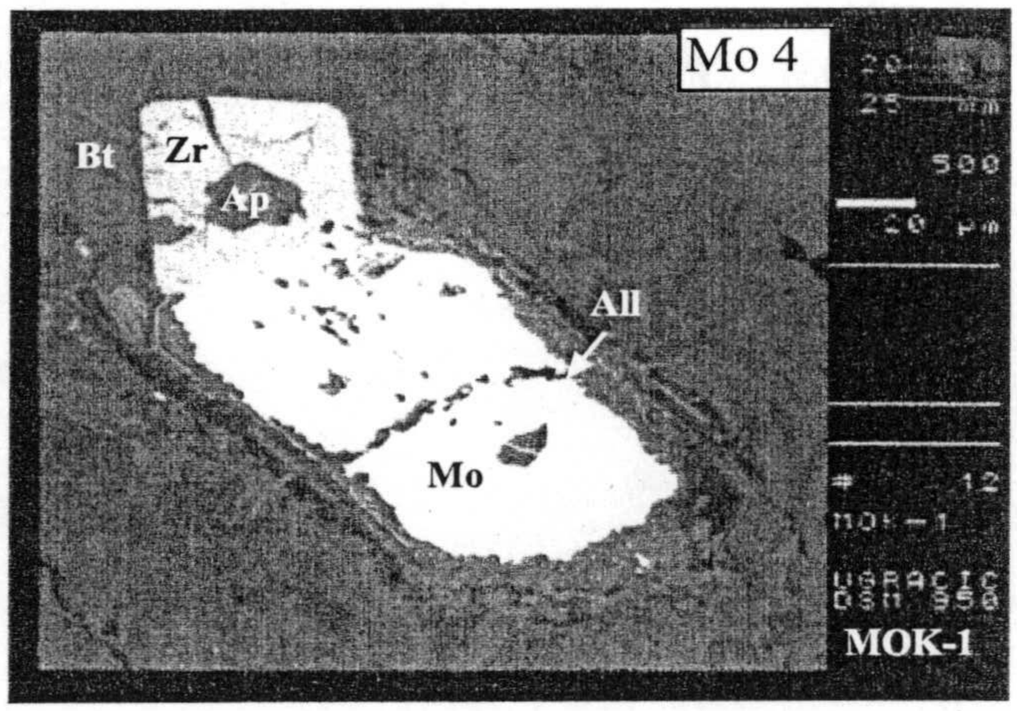
tasa de fusión mayor para los leucogranitos. Las diferencias geoquímicas que existen entre los diferentes tipos de leucogranitos se podrían explicar por la heterogeneidad de la fuente y/o el tiempo de residencia en la fuente y/o la tasa de fusión parcial que representan.

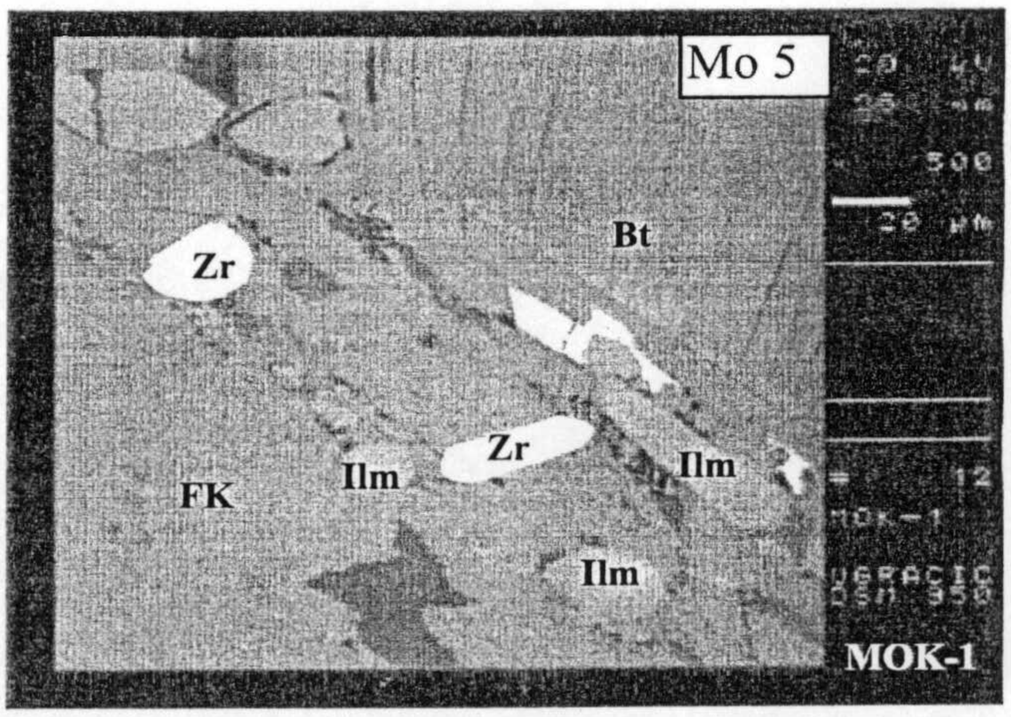
Fotografías de SEM.

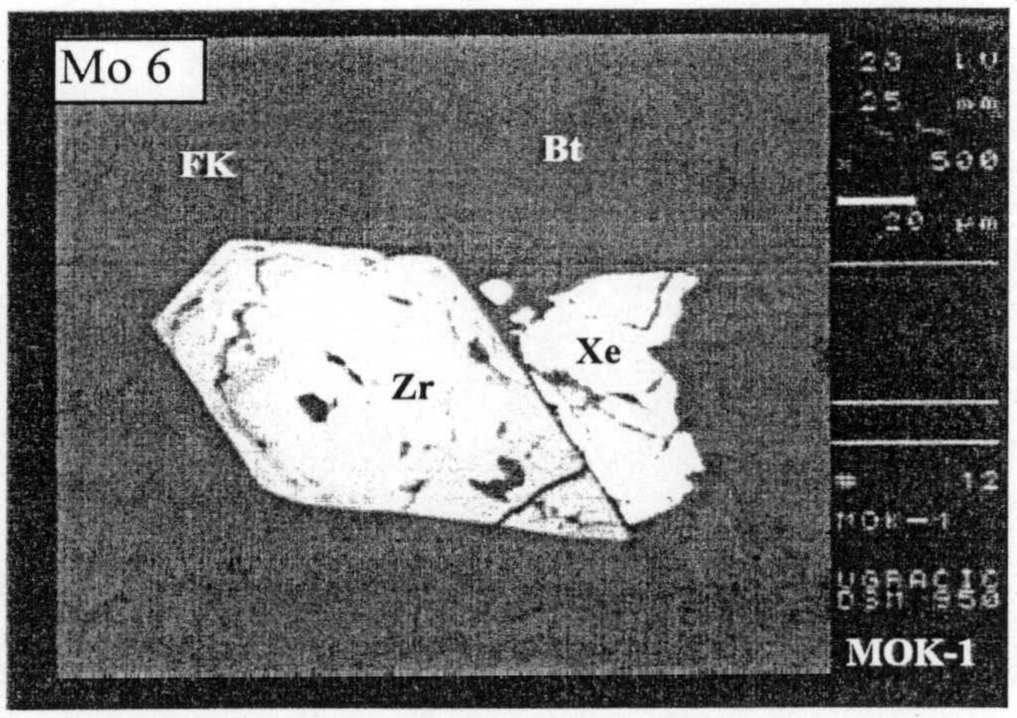




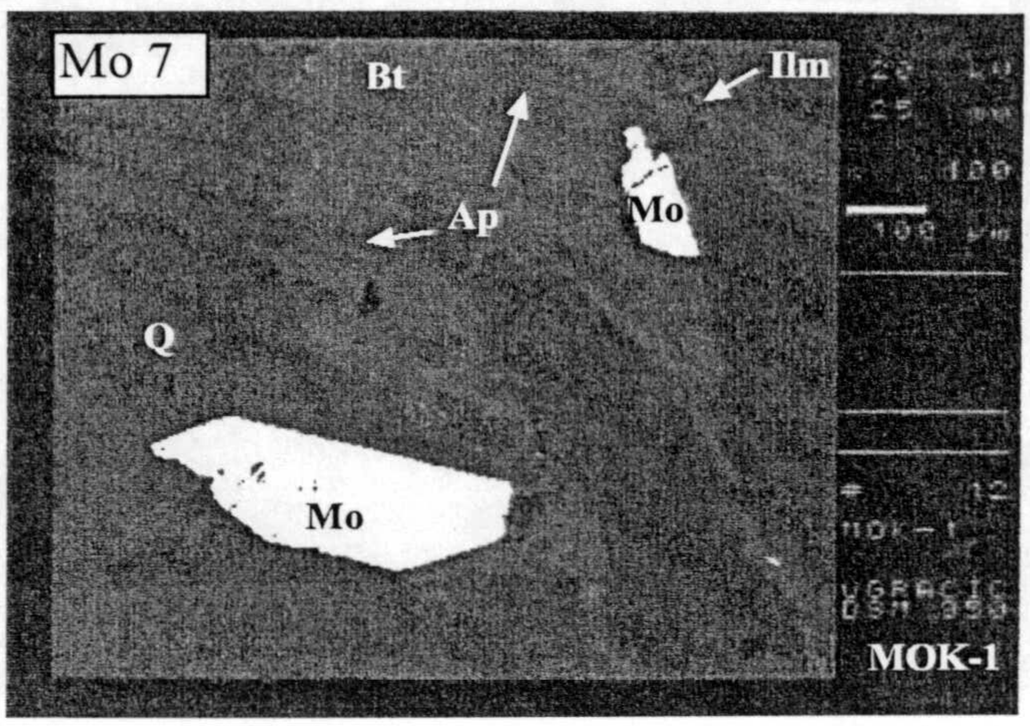


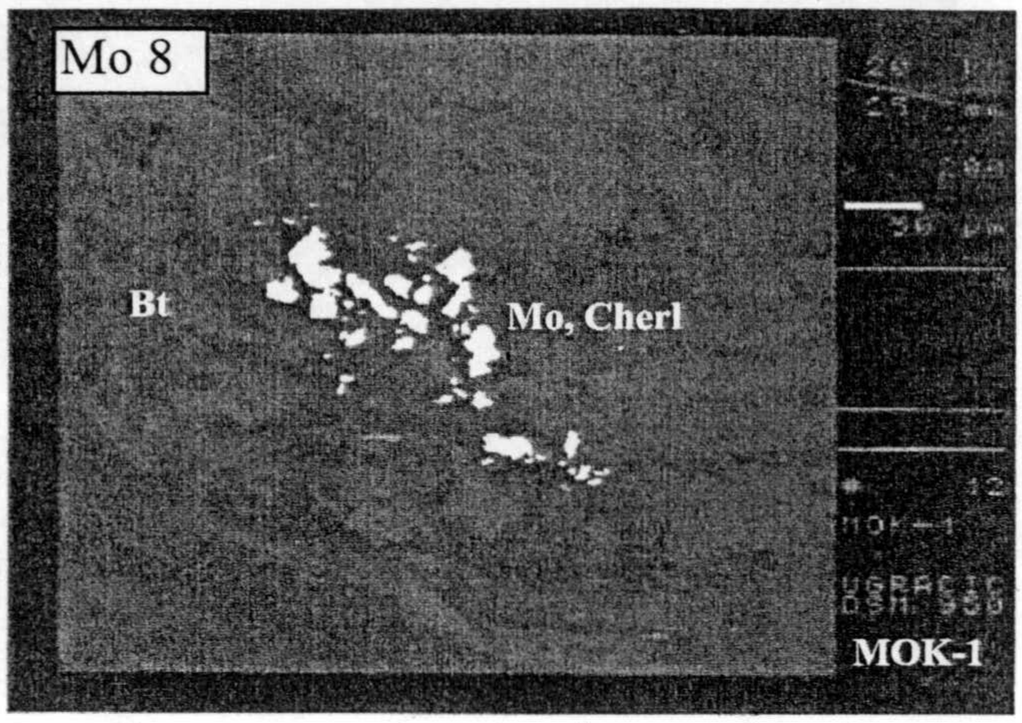






Fotos Mo 1-8. Imágenes de SEM de la granodiorita de Monesterio. I.





Fotos Mo1-8. Imágenes de SEM de la granodiorita de Monesterio. II.

III- Granito de Calera.

III.1- Relaciones de campo.

El granito de Calera de León forma un cuerpo intrusivo que se sitúa al NO de la localidad del mismo nombre (Provincia de Badajoz), concretamente en la parte central de la Hoja nº 897 (Monesterio) del Mapa Geológico de España (MAGNA). Tiene una forma alargada (7 x 3 km) en dirección NO-SE. Los contactos S y SE son de tipo intrusivo, con las metapelitas y metagrauvacas de la Sucesión Tentudía, que es la parte superior de la Serie Negra. El contacto N es de naturaleza mecánica; se trata del cabalgamiento de Monesterio, que lo pone en contacto con las granodioritas y leucogranitos de dicho Complejo. A lo largo de este contacto aparecen también pequeños afloramientos de la Sucesión Tentudía (Mapa 1).

El granito de Calera de León está afectado por una falla normal (N200E/70SO) con componente sinestral. El bloque levantado, al oeste, es una franja de menos de 1 km de ancho en superficie; el bloque hundido, al este, tiene una anchura máxima de 2.5 km. Los resultados de los estudios gravimétrico y magnetométrico indican que el granito de Calera tiene unos 400 m de profundidad aproximadamente. Por tanto, se trata de un cuerpo laminar afectado por diferentes pliegues, cuya intersección con la superficie topográfica produce un amplio afloramiento. En general, el cuerpo está afectado por una estructura antiforme, replegada por pliegues de fase 2 (Expósito Ramos, 2000. Mapa 4). El grado de deformación interna varía a lo largo del cuerpo, siendo mayor en los bordes, y especialmente en la zona al oeste de la falla, donde llega a transformarse a un ortoneis, con fábrica planolinear, con una foliación de dirección N150º-EO y un buzamiento subvertical a 45-75º (ver Mapa1 y 4). El desarrollo de la fábrica interna está causado por la fuerte acción del cabalgamiento de Monesterio y sus escamas.

Petrográficamente el granito de Calera de León está compuesto por tres facies, denominadas por Eguíluz (1987) facies común, facies leucocrática y facies aplítica. La facies común consiste en un granito biotítico, rosado, de tamaño de grano medio. A simple vista, la roca aparece compuesta por cristales allotriomórficos de cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita (Foto 11a). Esta facies suele estar muy alterada, presentando una profunda modificación de la biotita, bien sea por cloritización o seritización, de tal manera que en las zonas más deformadas, especialmente en la parte aflorante al E de la falla, se

incrementa la apariencia leucocrática del cuerpo.

La facies leucocrática está formada por un leucogranito de tamaño de grano medio, generalmente muy alterado. La deformación no parece muy penetrativa, en muestra de mano solo se aprecian algunos cuarzos estirados. En el campo, esta facies forma pequeños afloramientos discontinuos en la zona al E de la falla. A simple vista la roca está compuesta por cristales allotriomórficos de cuarzo y plagioclasa, junto con una pequeña proporción de cristalesallotriomórficos de clorita que, probablemente hayan pseudomorfizado a cristales de biotita (Foto 11b).

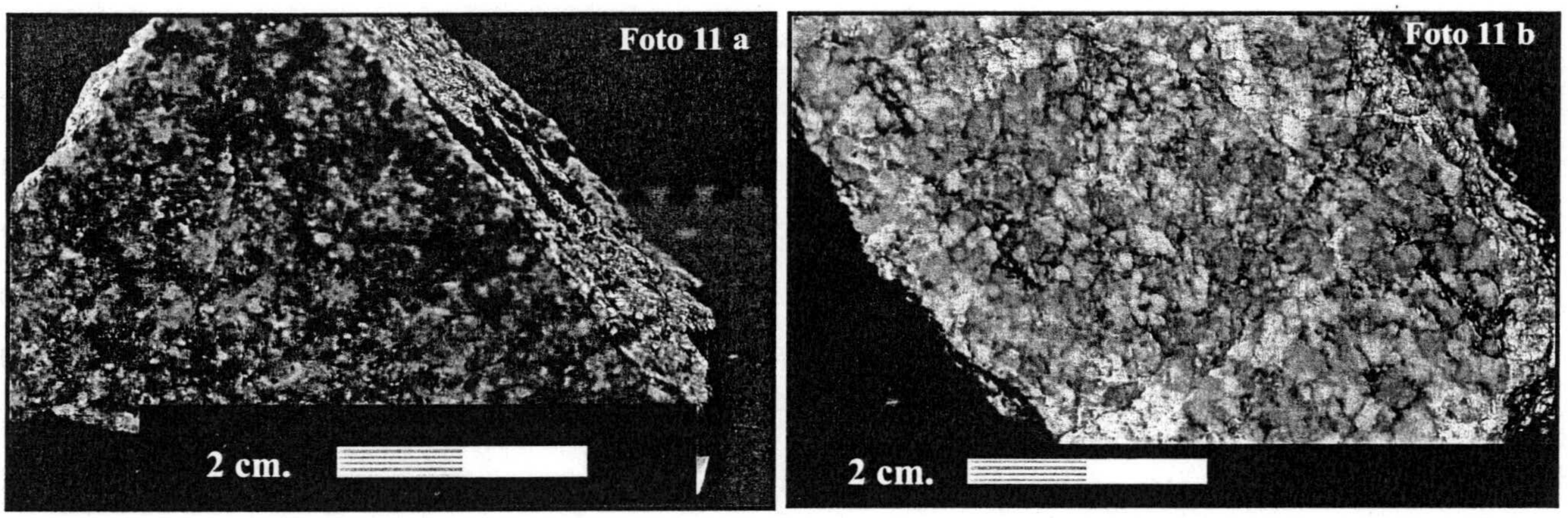
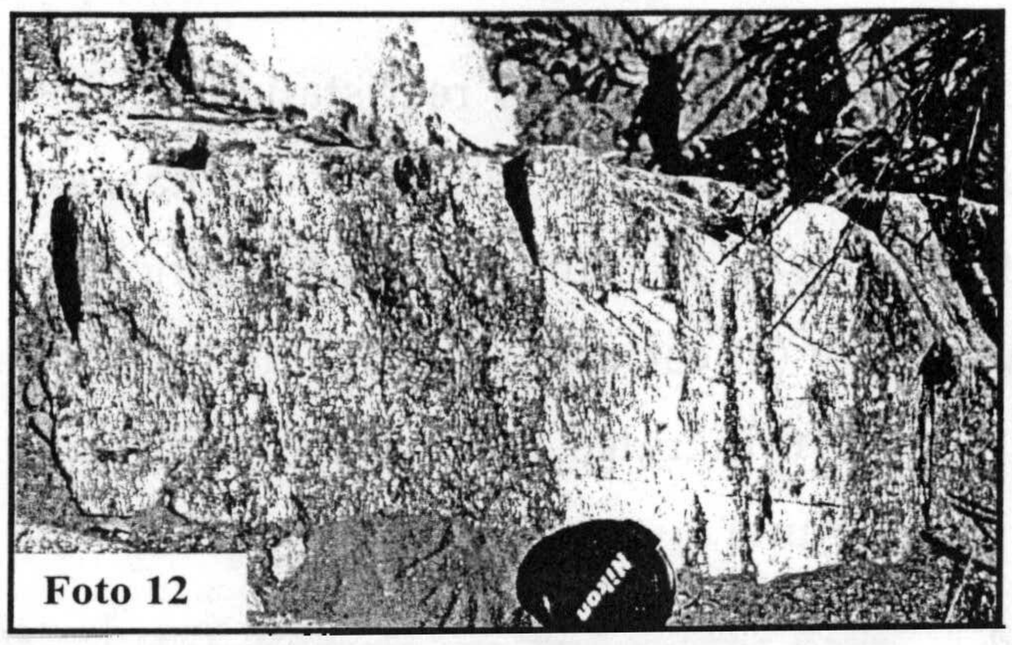


Foto 11.- Aspecto macroscópico del granito de Calera de León. a) Facies común. b) Facies leucocrática.

La naturaleza de los contactos entre la facies común y la leucocrática es difícil de definir debido a las malas condiciones de afloramiento. No obstante, las observaciones que hemos podido llevar a cabo sugieren la existencia de un paso gradual de una a otra.

La facies aplítica aparece de forma discontinua en la zona de borde del plutón. Puede presentarse en forma de diques o mediante un paso gradual desde la facies común. Por lo general, está fuertemente deformada (Foto 12).

El granito de Calera de León contiene enclaves microgranudos, de igual composición que la facies común, pero con más biotita; es posible, por tanto, que se trate de autolitos. Además, contiene enclaves hipermicáceos (Foto 13) y xenolitos del encajante. Todos ellos están orientados según la foliación principal del cuerpo.



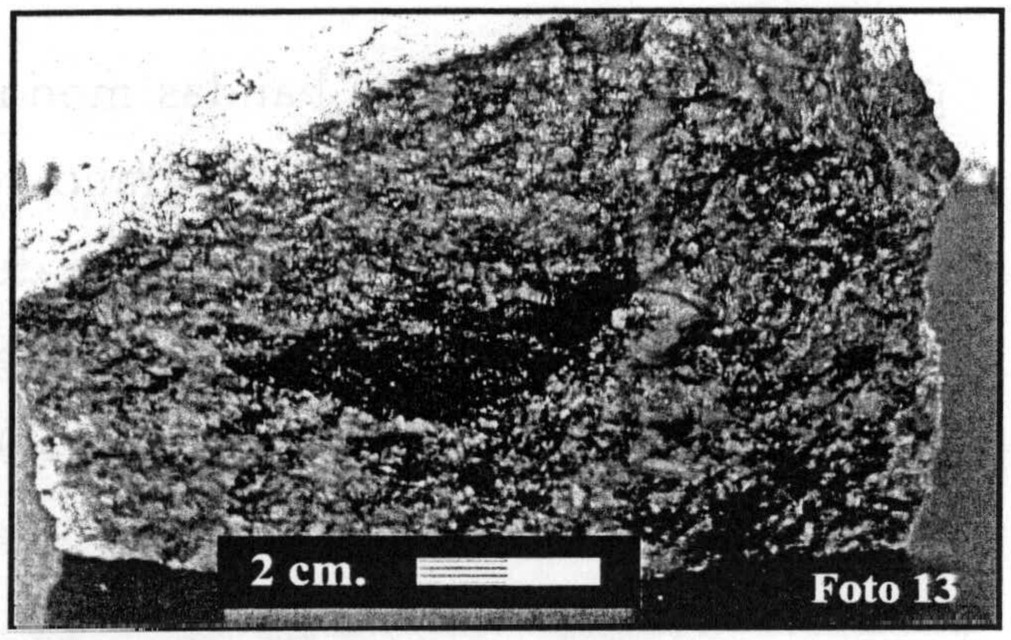


Foto 12.- Aspecto macroscópico de la facies granítica del granito de Calera.
Foto 13.- Enclave hipermicáceo.

Este granito de Calera desarrolla una aureola de contacto poco importante (Eguíluz, 1987) que produce una recristalización de las micas incoloras del encajante más próximo al borde. Cuando está en contacto con las calizas de Calera, pertenecientes a la misma Sucesión Tentudía, también se produce un skarn con mineralizaciones de blenda, galena y pirita.

Cortando al granito se encuentran diques tardíos de diabasa, similares a los que cortan al Complejo de Monesterio (N140-160E/50E).

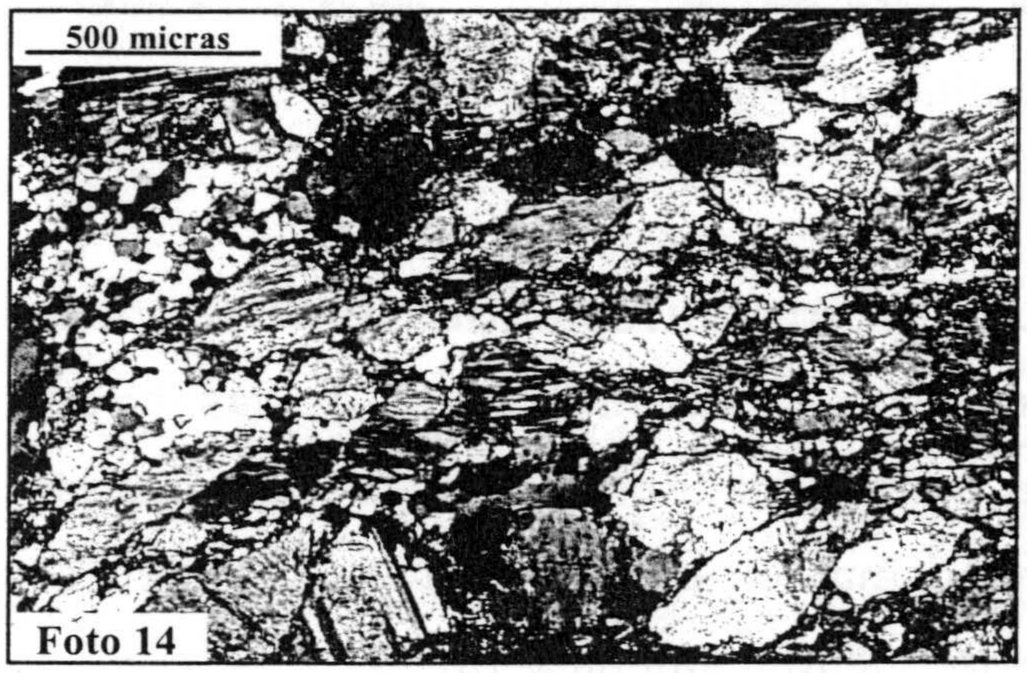
Finalmente, hay que mencionar que sobre este cuerpo no existe datos geocronológicos previos, aunque autores como Eguíluz (1987) y Ochsner (1993) lo asocian a granitos de edades similares como el de Tablada (511±8, 512±8, Ochsner, 1993). En este trabajo se han datado varias muestras del granito de Calera (ver apartado III.5.2) y los resultados indican una edad de cristalización del mismo de 524±4 Ma.

III.2- Petrografía.

Facies Común:

En el triángulo QAPF la facies común se proyecta dentro del campo de los monzogranitos (Fig. 2). Se trata de una roca de leuco a mesocrática, holocristalina, heterogranular y con texturas panallotriomórficas, localmente cataclásticas, afectadas por procesos de reducción de tamaño de grano y fracturación, con un relleno posterior de las fracturas por cuarzo recristalizado (Foto 14). Las muestras más deformadas tienen una estructura neísica formada

por la alternancia de (1) bandas monominerálicas de cuarzo recristalizado, (2) bandas, con mayor tamaño de grano, formadas por cuarzo, feldespato potásico y plagioclasa cuyos cristales están deformados y fracturados, con extinción ondulante y rodeados de cuarzo recristalizado y (3) estrechas bandas de biotita, normalmente muy alterada (Foto 15). Como minerales accesorios destacan apatito, circón, titanita, epidota, allanita y xenotima.



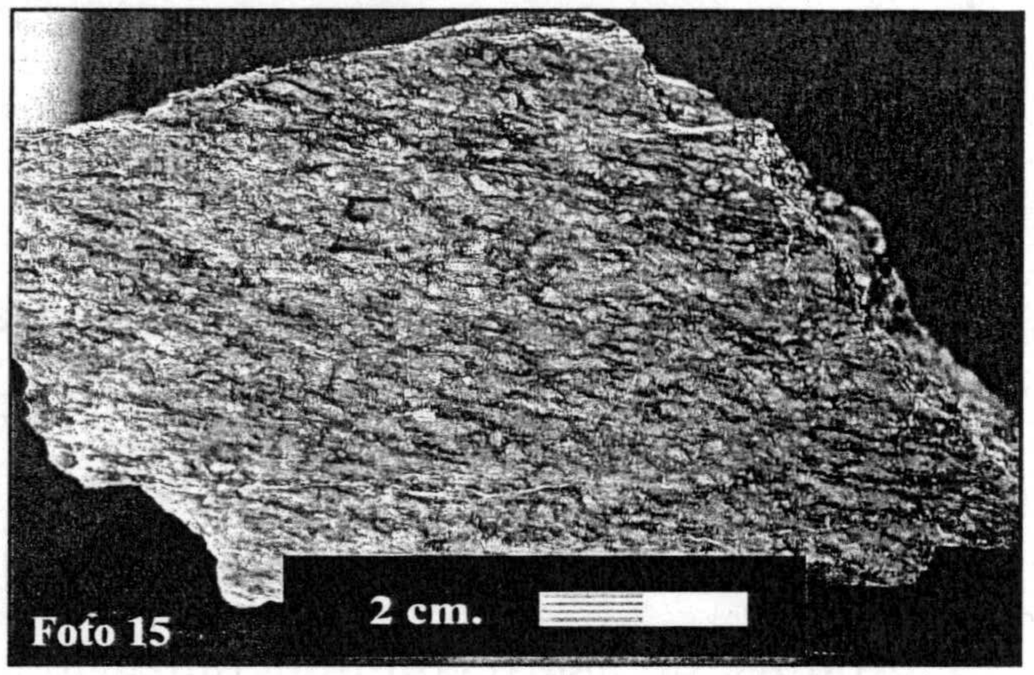


Foto 14.-Textura cataclástica de la facies común del granito de Calera (nicoles cruzados).
Foto 15.- Aspecto gneísico del granito de Calera.

Minerales esenciales y varietales:

Cuarzo: aparece de diferentes maneras: (1) como cristales allotriomórficos, de tamaño de grano medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 3 mm), (2) como cristales, también allotriomórficos, de grano fino ($\varnothing_{máx.} \approx$ 0.3 mm), (3) en masas irregulares de cuarzo recristalizado y (4) como pequeños cristales allotriomórficos, con los bordes redondeados, de $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.15 mm. Los cristales de tamaño medio tienen extinción ondulante y bordes suturados; los de tamaño fino están asociados a bordes de grano de los diferentes minerales. El cuarzo recristalizado aparece entre los granos, formando bandas alargadas en las muestras más deformadas, y también rellenando fracturas. Los cristales redondeados más pequeños están incluidos en plagioclasa y feldespato potásico.

Feldespato potásico: aparece formando cristales allotriomórficos, de tamaño $\varnothing \approx$ 0.2-4 mm. El desarrollo de pertitas es muy abundante, observándose diferentes tipos que van desde trenzadas a "string" y "rods" (según la nomenclatura de Alling, 1938). También hay

individuos con las maclas cruzadas típicas de la microclina. La deformación queda reflejada por la presencia de cristales con extinción ondulante y fracturas así como por la reducción del tamaño de grano de los mismos. Se observa el desarrollo de texturas de tipo protogino con cristales mayores rodeados de otros de menor tamaño.

El análisis con microsonda (Tabla 10) muestra que estos feldespatos tienen una composición que oscila entre Or= 42-97%, Ab= 3-58%, An= 0-9% (incluidos todos los análisis, tanto cristales con pertitas como los que no las muestran). La existencia de cristales de feldespato potásico con zonas aparentemente homogéneas, con un grado tan elevado de disolución sólida entre las moléculas de ortosa y albita (Fig. 17-diagrama Ab-An-Or) hace pensar que el granito de Calera de León cristalizó en condiciones hipersolvus.

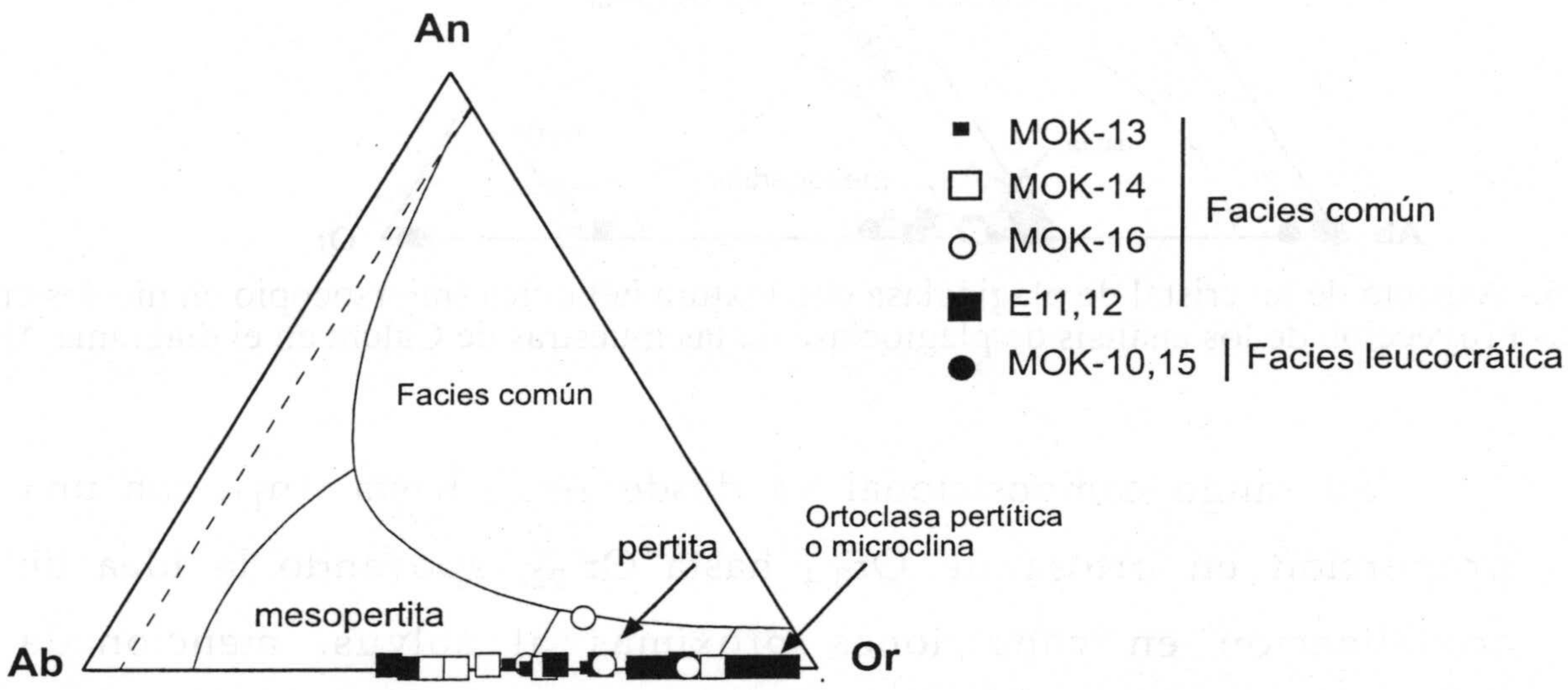
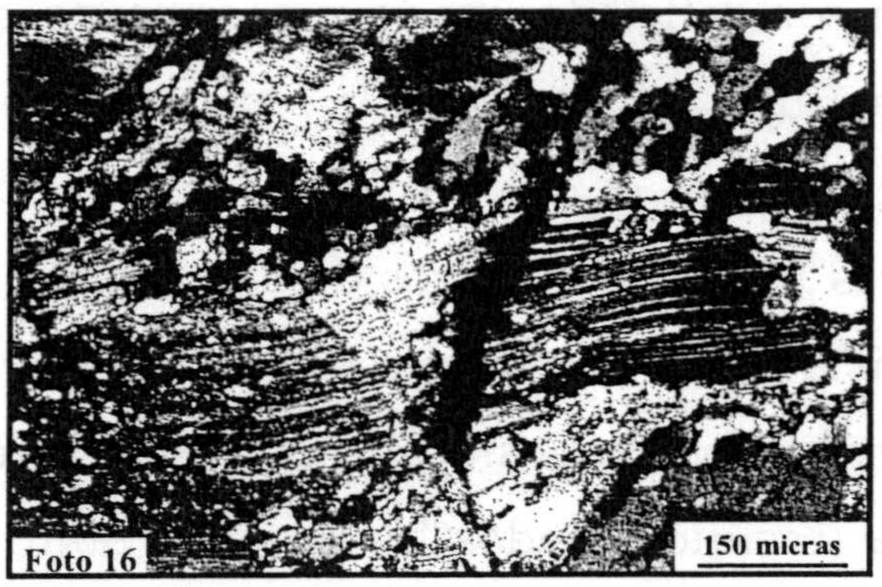


Fig. 17.- Proyección de los análisis de feldespato potásico de las muestras de Calera en el diagrama Ab-AnOr.

El feldespato potásico presenta inclusiones de cuarzo, plagioclasa y biotita y está alterado a sericita, sobre todo por los bordes.

Plagioclasa: la plagioclasa aparece formando cristales allotriomórficos, de tamaño de grano fino a medio ($\varnothing \approx$ 0.2-3 mm de largo). Por lo general, tienen maclas polisintéticas según la ley de la Albita. La zonación es poco evidente, con una tendencia hacia zonado difuso directo. Muchos de los cristales de plagioclasa tienen extinción ondulante, están fracturados y aparecen rodeados de cristales de menor tamaño, formando texturas protogínicas. En algunos casos, estas

plagioclasas muestran texturas helicíticas (Foto 16).



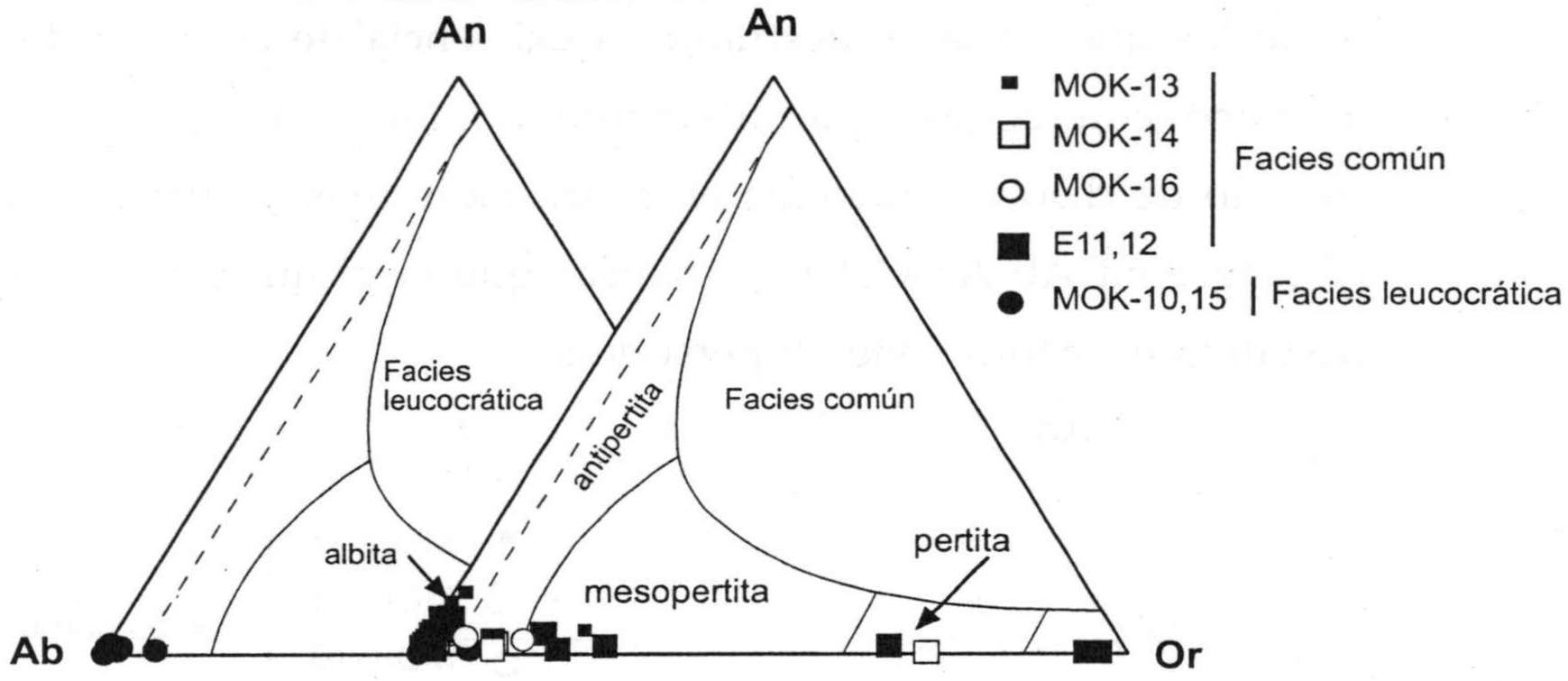


Foto 16.- Aspecto de un cristal de plagioclasa con textura helicítica (micrsocopio en nicoles cruzados).
Fig. 18.- Proyección de los análisis de plagioclasa de las muestras de Calera en el diagrama Ab-AnOr.

Su rango composicional va desde $An_{0.8}$ hasta An_{11}, con una proporción en ortosa de $Or_{0.4}$ hasta Or_{22}, apoyando la idea de cristalización en condiciones próximas al solvus, mencionada anteriormente. En el diagrama Ab-An-Or también se observa que los análisis de los cristales de plagioclasa se reparten de manera continua entre los campos de la albita y las mesopertitas. Los individuos con un grado más perceptible de exolución pertítica (la componente ortósica va de Or_{66-97} y la albítica de Ab_{73-99}) se encuentran, casi siempre, en las muestras más deformadas (Tabla 11 y Fig. 18), lo que indica que este grado de exolución pertítica podría estar controlado, al menos parcialmente, por la deformación.

Algunos individuos presentan una textura poiquilítica, con numerosas inclusiones de cuarzo. La alteración principal que se observa es a saussurita, pero también hay pequeños cristales de moscovita en la parte central de varios cristales.

Biotita: es el único mineral melanocrático. Se trata de una biotita con un pleocroismo de verde a marrón, muy mal conservada. En muchas ocasiones se presenta formando masas o grumos de pequeños cristales que se acomodan a las bandas de deformación. En pocos casos aparece como placas xenomórficas, de mayor tamaño ($\varnothing_{máx.} \approx$ 1 mm de largo), en las que se aprecian micropliegues.

La proyección de los análisis (Tabla 11) en el diagrama ^{IV}Al *vs* Fe/(Fe+Mg) (Fig. 19) muestra que para unos valores similares de ^{IV}Al (nunca superiores a 1.5) hay una variación en la relación Fe/(Fe+Mg) (entre 0.65 y 0.93), pero todos se distribuyen dentro del campo de la biotita. Los cristales de biotita menos magnesianos corresponden a la muestra de granito más ácida (MOK-14) y con menor grado de deformación, correspondiente a la zona de transición de la facies común a la leucocrática. Por el contrario, los cristales más magnesianos (E12) corresponden a una roca menos ácida, con mayor contenido en biotita y muy deformada. La muestra que da resultados intermedios (MOK-13) tiene también características intermedias a las mencionadas.

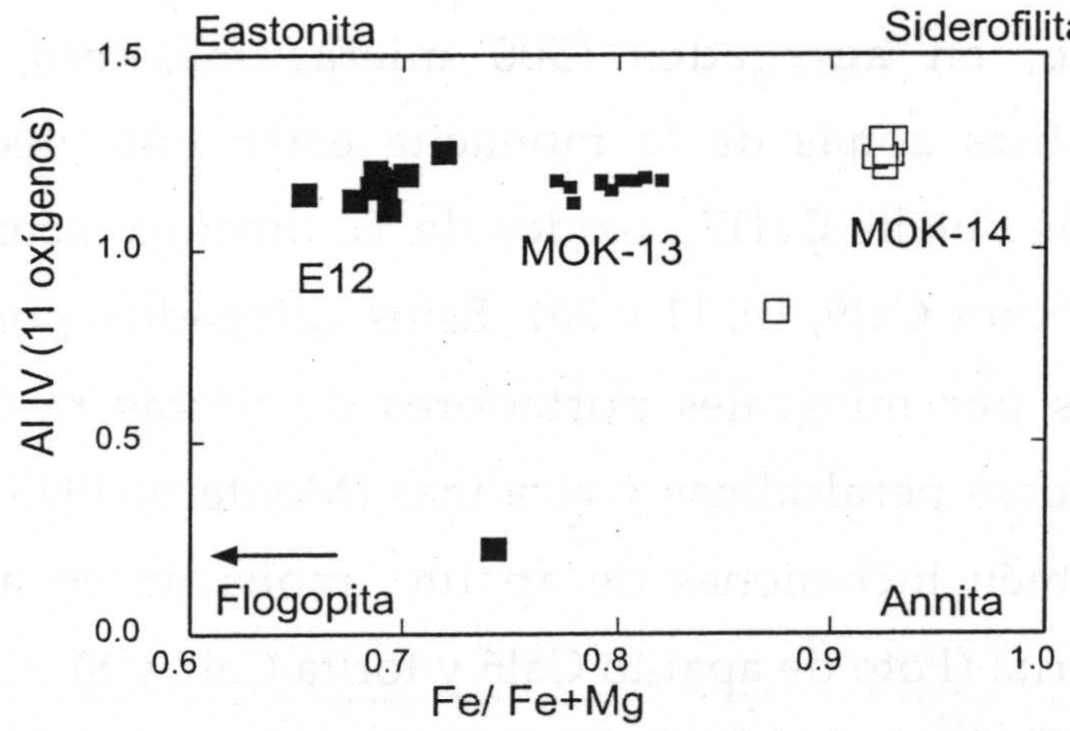


Fig. 19.- Proyección de los análisis de biotita del granito de Calera en el plano composicional de la biotita.

Los cristales de biotita tienen frecuentes inclusiones de circón, apatito, allanita y titanita y , en mayor o menor grado, siempre están cloritizados.

Minerales accesorios:

En general, los granitos de la facies común de Calera de León son pobres

en minerales accesorios. Los estudios con el microscopio óptico y con el SEM han puesto de manifiesto los siguientes:

Apatito: aparece en prismas cortos y redondeados, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 50-100 micras (diámetro aparente). En algunos casos (Foto Cal1) se observan apatitos con un núcleo de monacita y a su vez estos pueden aparecer incluidos en circones (Foto Cal2 y 6). En general, suelen estar incluidos en biotita, en alguna plagioclasa y también se encuentran ocupando posiciones intersticiales entre los minerales mayores.

Circón: aparece como prismas idiomórficos o subidiomórficos, con los bordes redondeados y, en muchos casos, están fracturados (Foto Cal3). Los cristales de circón son de tamaños variables, alcanzando unas dimensiones máximas de hasta 250x125 micras. Mediante SEM se ha observado la presencia de zonas enriquecidas en Y, sobre todo en los bordes, probablemente debido al incremento de disolución sólida con xenotima (Fotos Cal4 y 5). La mayoría de los cristales se encuentran incluidos en biotita, pero, al igual que los de apatito, también aparecen en posición intersticial. Es frecuente encontrar cristales de circón de menor tamaño, en agregados (500 micras máximo), con apatito, monacita (algunas zonas de la monacita están enriquecidas en Nd), parisita (Foto de detalle Cal17), óxidos de Ti, ilmenita, acumulaciones de LREE y torita (Fotos Cal9, 10, 11 y 26). Estos agregados, por tanto, suelen estar formados por minerales portadores de tierras raras y son muy frecuentes en rocas peralcalinas y alcalinas (Montero, 1993). Los cristales presentan también inclusiones de apatito, monacita en acumulaciones irregulares y torita (Foto de apatito Cal6 y torita Cal7 y 8)

Epidota: se presenta como cristales subidiomórficos, de diversos tamaños y los mayores llegan a tener un largo máximo de 0.5 mm. Ocupan posiciones intersticiales (Tabla 13). Los bordes de estos cristales suelen estar alterados a minerales del grupo de la epidota. También se ha observado epidota secundaria y minerales de su grupo como zoisitas. En este caso aparecen como un pseudomorfo de biotita, compuesto de pequeños cristales de epidota corroídos y en continuidad óptica rodeados por la zoisita.

Titanita: por lo general son fragmentos muy redondeados, con un

tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 50 micras. Suelen aparecen incluidos en biotita. En la Foto Cal12 se observan formando parte de un agregado junto con monacita secundaria y xenotima.

Allanita: es un mineral escaso, se presenta en cristales subidiomórficos, con los bordes corroídos y alterados y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.5 mm. Aparecen incluidos en biotita y también de forma intersticial.

Monacita: se muestra como cristales subidiomórficos a allotriomórficos, algunos de ellos muy corroídos (Fotos Cal10, 24, 25, 26 y 29). El tamaño oscila entre $\varnothing \approx$ 5-70 micras. Estos cristales aparecen tanto de manera aislada, relacionados con otros minerales accesorios formando agregados, como incluidos en circón (Foto Cal27). También se han observado cristales allotriomórficos de cheralita (Fotos Cal14 y 25). En las fotografías Cal9, 12 y 13 se observan acumulaciones de monacita secundaria intercrecida con otros minerales accesorios o bien de manera aislada.

Xenotima: no es muy abundante, aparece como pequeños cristales subidiomórficos, con los bordes redondeados y su tamaño varía entre $\varnothing \approx$ 5-15 micras. Se observan junto con otros minerales accesorios (Fotos Cal12 y 25) o bien incluidos en circón o rodeando a monacita (Fotos Cal28 y 29 respectivamente). En la foto Cal15 los cristales son allotriomórficos y de carácter secundario.

Fluorita: al igual que el mineral anterior no es muy abundante. Se presenta en cristales allotriomórficos, con los bordes redondeados, de un ligero color violeta y de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 150 micras. Se distribuyen de forma intergranular, aunque también se observan rellenando algunas grietas.

En el SEM también se ha visto cerianita rellenando algunas fracturas (Foto Cal16).

Facies leucocrática:

Esta facies se clasifica petrográficamente como un granito de feldespato alcalino, según el triángulo QAPF de Streckeisen (Fig. 2). Es una roca

leucocrática, holocristalina, heterogranular y panallotriomórfica. La deformación que presenta es menor que la de la facies anterior, se trata de una cataclasis generalizada que causa la fracturación de los cristales y el desarrollo de una textura en mortero. Los minerales mayoritarios observados son, por orden decreciente de abundancia: cuarzo, plagioclasa y escasa biotita. De nuevo hay muy pocos minerales accesorios entre los que destacan apatito, circón, titanita, monacita, xenotima, óxidos de Ti y torita.

Minerales esenciales y varietales:

Cuarzo: se distinguen tres variedades de cuarzo: (1) cristales allotriomórficos, de tamaño de grano medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 5 mm), (2) cuarzo recristalizado y (3) pequeños cristales allotriomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.15 mm. Los cristales de tamaño medio tienen extinción ondulante, bordes suturados, por lo general están muy fracturados y las grietas están rellenas de cuarzo y/o feldespatos. El cuarzo recristalizado aparece rodeando a otros cristales. Los cristales más pequeños están, igual que en la otra facies, incluidos en plagioclasa.

Plagioclasa: la mayoría de los cristales son allotriomórficos, de tamaño de grano medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 4 mm), aunque, en ocasiones, también se encuentran cristales subidiomórficos de menor tamaño ($\varnothing_{máx.} \approx$ 0.15 mm), generalmente incluidos en otras plagioclasas. Todos están maclados según la ley de la Albita. No se han observado cristales zonados.

Su composición es de albita casi pura (Fig. 18), con un componente albítico en torno a 100% ($An_{0.2-1}$). No hay restos de feldespato potásico, la albitización es completa y se reconoce albita con textura en tablero de ajedrez.

En los bordes de algunos cristales se desarrollan mirmequitas. En general, están alterados a moscovita y saussurita.

Biotita: es un mineral muy escaso que aparece como cristales allotriomórficos, de muy pequeño tamaño ($\varnothing \approx$ 0.1-0.5 mm). Estos cristales forman pequeños agregados que se distribuyen de forma intersticial. Presentan escasas inclusiones y estas son de circón y, en

general, están muy alterados a moscovita y clorita.

Minerales accesorios:

Al igual que la facies común, estas rocas son pobres en minerales accesorios. Tanto en el microscopio, como en el SEM, se han podido observar los siguientes:

Apatito: aparece en cristales subidiomórficos, con los bordes redondeados y son de pequeño tamaño ($\varnothing_{máx.} \approx$ 150 micras). Se encuentran en posición intersticial y relacionados con otros minerales accesorios como óxidos de Ti, xenotima, monacita y circón (Fotos Cal33 y 35).

Circón: se observa en cristales subidiomórficos, de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300x100 micras y están muy fragmentados en la mayoría de los casos. Alguno de los cristales de circón tiene un zonado composicional, con partes más o menos ricas en Fe, Ca, Th e Y, en este último caso probablemente son intercrecimientos con xenotima tal como los descritos por Bea (1996) (Fotos Cal20, 31 y 35). Aparecen de forma intersticial o relacionados con las micas alteradas. En estas muestras se encuentran pequeñas cantidades de agregados de circón, monacita, xenotima, torita, óxidos de Ti (Fotos Cal18, 31 y 35), sulfuros de Pb, acumulaciones de Th, titanita, apatito y barita. Hay cristales fracturados, sus grietas están rellenas de SiO_2 y tienen xenotima y probablemente fergusonita, de origen secundario, rodeando al cristal (Foto Cal21).

Titanita: es más escasa que en la facies anterior, se presenta en pequeños fragmentos subredondeados, de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.3 mm. Aparecen formando agregados con monacita (Foto Cal19).

Monacita: los cristales son subidiomórficos a allotriomórficos, están algo corroídos (Fotos Cal19, 33 y 34) y tienen un tamaño de grano $\varnothing_{máx.} \approx$ 100 micras. Suelen aparecer relacionados con apatito o incluidos en él (Fotos Cal33 y 35). También forman parte de los agregados de minerales accesorios compuestos por circón, titanita y torita (Fotos Cal18 y 19).

Xenotima: los cristales son allotriomórficos y de diversos

UNIVERSIDAD DE GRANADA
29 NOV. 2001
COMISION DE DOCTORADO

tamaños ($\varnothing_{máx.} \approx$ 60 micras de largo). En ocasiones tienen zonas ricas en Th. Algunos cristales aparecen incluidos en monacita (Foto Cal33) y otros en apatito y estos últimos están enriquecidos en Ca. También hay cristales de xenotima que forman agregados con circón, apatito y óxidos de Ti (Fotos Cal22, 23, 31 y 35). Como ya se ha mencionado, se observa xenotima secundaria relacionada con circón (Foto Cal21).

Óxidos de Ti: se trata de cristales subidiomórficos, de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 60 micras. Generalmente aparecen asociados a otros minerales accesorios, como hemos visto en las fotos Cal31 y 35.

Torita, y acumulaciones de Th y U: aparecen en cristales subidiomórficos, con los bordes muy corroídos y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 30 micras de largo. Suelen relacionarse con otros minerales accesorios como circón y xenotima. (Fotos Cal18, 20, 30 y 35).

Facies aplítica:

Petrográficamente esta facies se define como un granito de feldespato alcalino y está compuesta por fenocristales de cuarzo, plagioclasa (albita), feldespato potásico y alguna mica incolora dentro de una mesostasis de grano fino de composición similar; los minerales accesorios son biotita, titanita, circón y apatito. El cuarzo y el feldespato potásico se presentan en forma de cristales allotriomórficos mientras que los fenocristales de albita tienen una tendencia más idiomórfica. A pesar del carácter porfídico de la roca se trata de una facies con textura aplítica caracterizada por el tamaño de grano fino de sus minerales.

III.3- Geoquímica.

III.3.1- Elementos mayores.

El estudio geoquímico del granito de Calera de León ha estado muy limitado por la falta de afloramientos y el elevado grado de meteorización de los mismos. Por esta razón, solo se han podido estudiar un total de 9 muestras, 7 de la facies común y 2 de la facies leucocrática (Tabla 14).

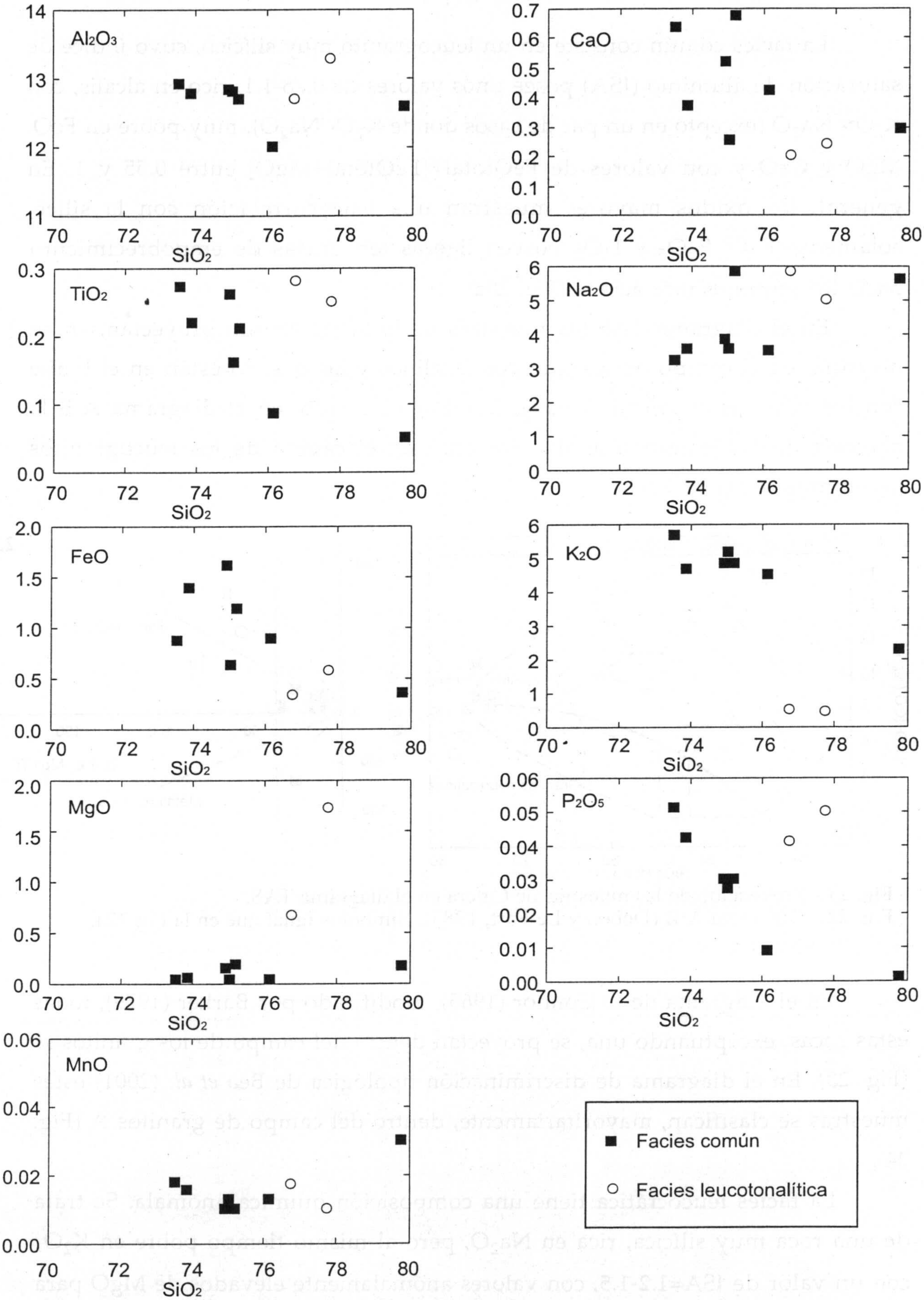
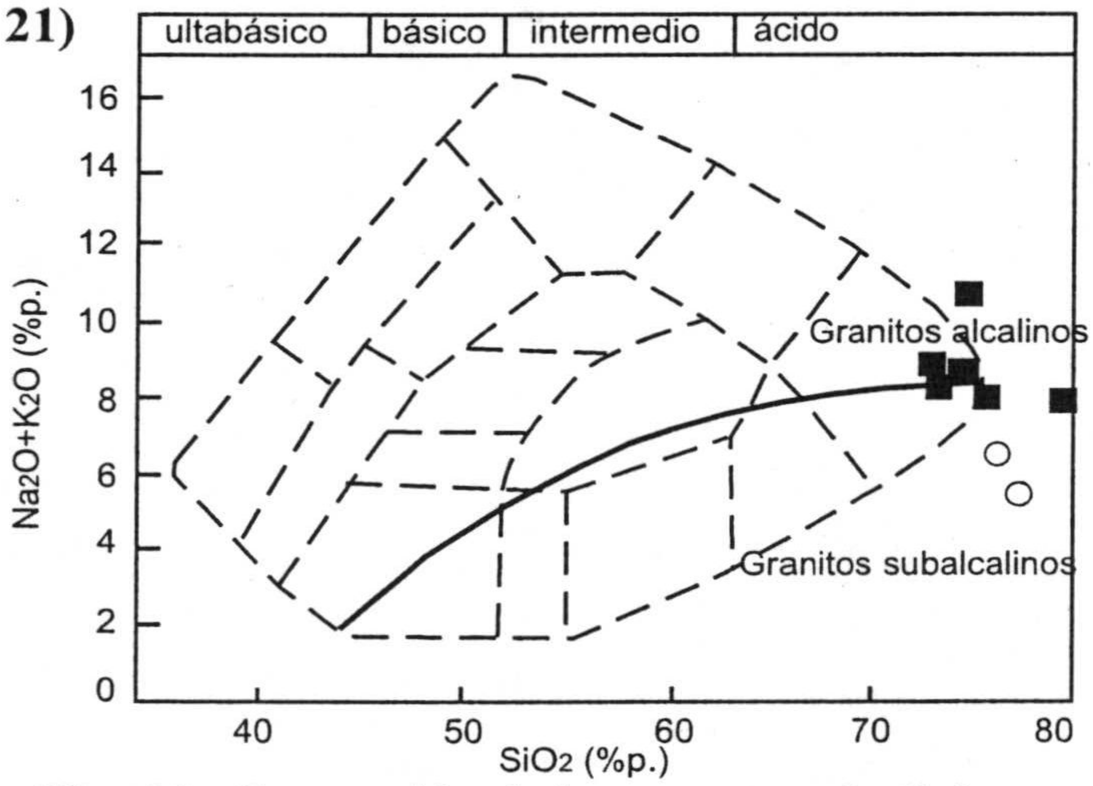


Fig. 20 a.- Diagramas de Harker para elementos mayores del granito de Calera de León.

La facies común consiste en un leucogranito muy silícico, cuyo índice de saturación de aluminio (ISA) posee unos valores de 0.78-1.1, rico en álcalis, con $K_2O > Na_2O$ (excepto en un par de casos donde $K_2O < Na_2O$), muy pobre en FeO, MgO y CaO y con valores de FeOtotal/[FeOtotal+MgO] entre 0.55 y 1. En general, los óxidos mayores muestran una baja correlación con la sílice, solamente K_2O, P_2O_5 y TiO_2 poseen ligeras tendencias de empobrecimiento hacia los términos más ácidos (Fig. 20a).

En el diagrama TAS las muestras de la facies común proyectan, en su mayoría, en el campo de los granitos alcalinos y las que no están en el límite con los granitos subalcalinos (Fig. 21). Por otro lado, en el diagrama A-B la mayoría de las muestras analizadas caen en el campo de los leucogranitos peraluminosos (Fig. 22).

21)



22)

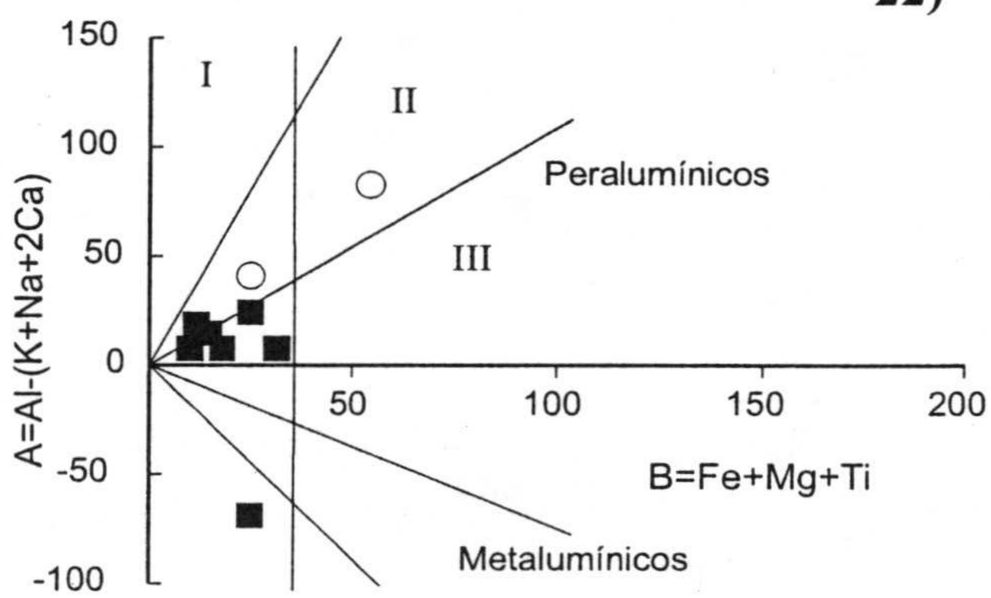
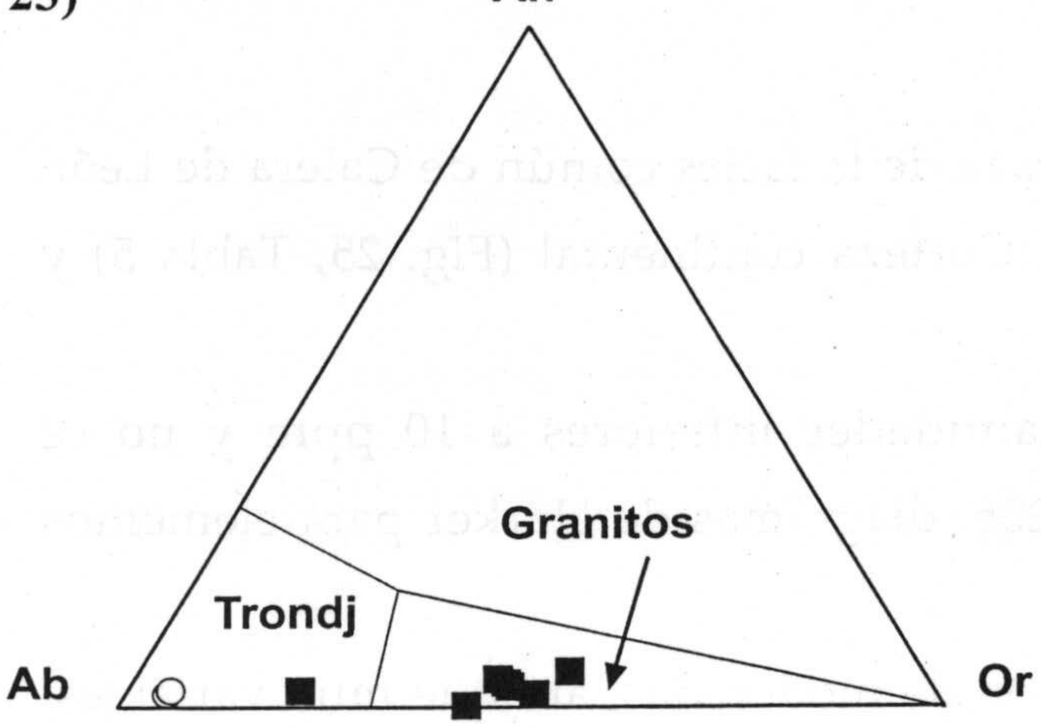


Fig. 21.- Proyección de las muestras de Calera en el diagrama TAS.
Fig. 22.- Diagrama A/B (Debon y Le Fort, 1983). Símbolos igual que en la Fig.22a.

En el diagrama de O´Connor (1965), modificado por Barker (1979), todas estas rocas, exceptuando una, se proyectan dentro del campo de los granitos *ss* (Fig. 23). En el diagrama de discriminación tipológica de Bea *et al.* (2001) estas muestras se clasifican, mayoritariamente, dentro del campo de granitos A (Fig. 24).

La facies leucocrática tiene una composición química anómala. Se trata de una roca muy silícica, rica en Na_2O, pero al mismo tiempo pobre en K_2O, con un valor de ISA=1.2-1.5, con valores anómalamente elevados de MgO para sus contenido de SiO_2 (ver diagramas Harker, Fig. 20a) y con unos valores medios de FeOtotal/[FeOtotal+MgO]=0.2, más propios de una roca máfica o

23)



24)

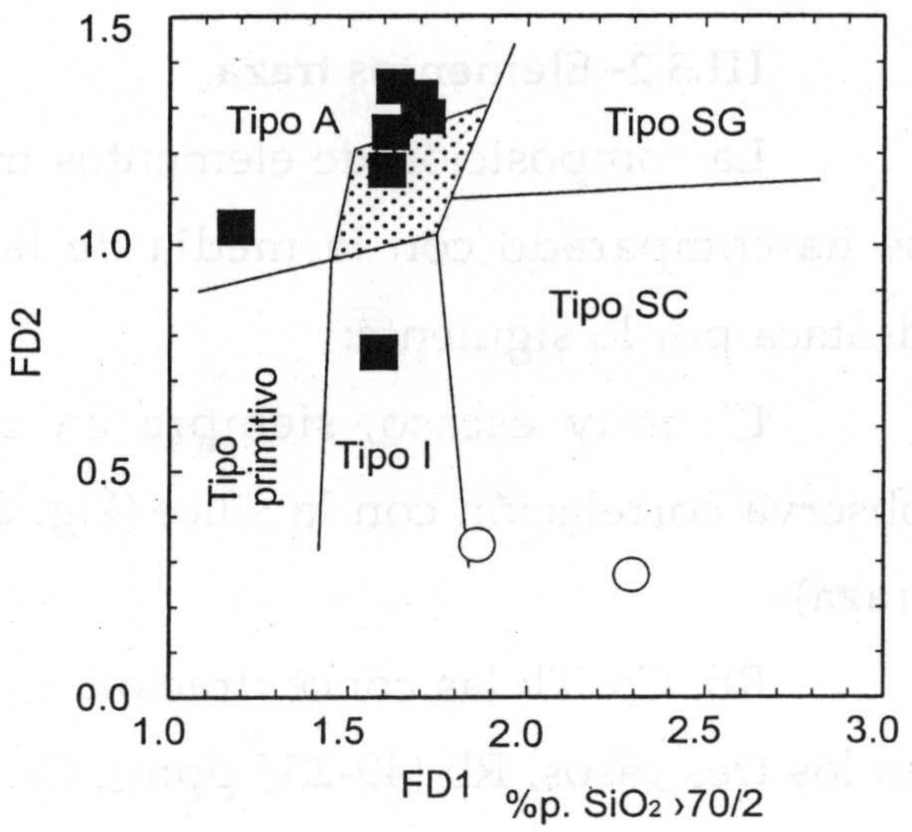


Fig. 23.- Proyección de las muestras de Calera en el diagrama Ab-An-Or.
Fig. 24.- Diagrama FD1/FD2 de discriminación de granitos (Bea *et al.*, 2001).
Nomenclatura igual que en la Fig.10.

ultramáfica que de un granito. En este sentido, y como veremos más adelante, recuerdan a los diques de leucogranito-leucotonalita intruídos en la peridotita de Ronda (Cordilleras Béticas), que han sido profundamente modificados por reacción con ésta (Acosta, 1997), aunque en nuestro caso tienen menores contenidos en K_2O.

Por otra parte los bajos contenidos en K_2O acompañados por el alto MgO, respecto a la facies común, podrían hacer pensar en un plagiogranito similar a los que se encuentran asociados a complejos ofiolíticos como productos de diferenciación en la secuencia (Coleman, 1977) o a los complejos gabro-graníticos muy primitivos (Fershtater *et al.*, 1997), pero en ambos casos el contenido en CaO, FeO y casi siempre en MgO es superior al de los leucogranitos de Calera. Veremos más adelante que también la proporción de elementos traza no es compatible con dicha idea.

Lo más destacable de la proyección en los diferentes diagramas discriminatorios es que en el de O´Connor (1965), modificado por Barker (1979), se clasifica como trondhjemita (Fig. 23), y en la proyección en el diagrama de discriminación tipológica de Bea *et al.* (2001), para %p. SiO_2›70, la facies leucocrática está en el campo de Granitos tipo SC (granitos tipo S con baja relación FeO/[FeO+MgO]) (Fig. 24).

III.3.2- Elementos traza.

La composición de elementos traza de la facies común de Calera de León se ha comparado con la media de la Corteza continental (Fig. 25, Tabla 5) y destaca por lo siguiente:

Li: muy escaso, siempre en cantidades inferiores a 10 ppm y no se observa correlación con la sílice (Fig. 20b, diagramas de Harker para elementos traza).

Rb, Cs, Tl: las concentraciones son de moderadas, aunque muy variables, en los tres casos, Rb (49-235 ppm), Cs (0.5-4.3 ppm) y Tl (0.14-1.1 ppm); parecen tener una correlación positiva con la sílice.

Los valores de K/Rb son muy variables, pero llegan a ser altos, hasta 414, más propios de magmas básicos. También se han calculado las relaciones Cs/Rb y Tl/Rb (Tabla 14) y estas son similares en todas las muestras, existiendo siempre, entre ambos pares, una muy buena correlación positiva.

Be: este elemento se presenta en concentraciones de moderadas a altas (3.8-6.6 ppm) y tiene una ligera correlación positiva con la sílice.

Sr, Ba: la concentración de ambos elementos es muy variable. El valor de Sr es bajo y algo superior el de Ba (Sr=11-81 ppm y Ba=31-599 ppm) y en ambos casos destacan como anomalías negativas muy marcadas respecto a la media de la Corteza continental y al espectro de granitos tipo A de la Fig. 12b. La correlación con SiO_2 es negativa, especialmente en el caso de Ba.

Sc, V, Cr, Ni, Cu, Zn: las concentraciones son bajas para Sc (3.2-6.2 ppm), V (1.1-14 ppm) y Zn (12-49 ppm) y aun inferiores para Cr (1-6.8 ppm), Ni (0.9-3.8 ppm) y Cu (0.9-7.2 ppm). Los mayores contenidos en Ni, Cu y Zn se dan en la misma muestra (MOK-29), posiblemente debido a la mayor abundancia de sulfuros que presenta. La proyección en los diagramas de Harker frente a SiO_2 muestra una ligera tendencia negativa para Sc, V, Cr y Ni y ésta no es nada clara para Cu y Ni.

Ga, Y: los contenidos en Ga son muy uniformes y altos (23-25 ppm) en todas las muestras y los de Y son algo más variables, de medios a altos (37-81 ppm). La correlación con SiO_2 es positiva en los dos casos, pero baja.

Nb, Ta: las concentraciones en ambos elementos son muy uniformes en todas las muestras y bajas, teniendo en cuenta que son rocas de carácter alcalino (Nb=8.3-9.5 ppm y Ta=0.95-1.6 ppm). La correlación con SiO_2 parece

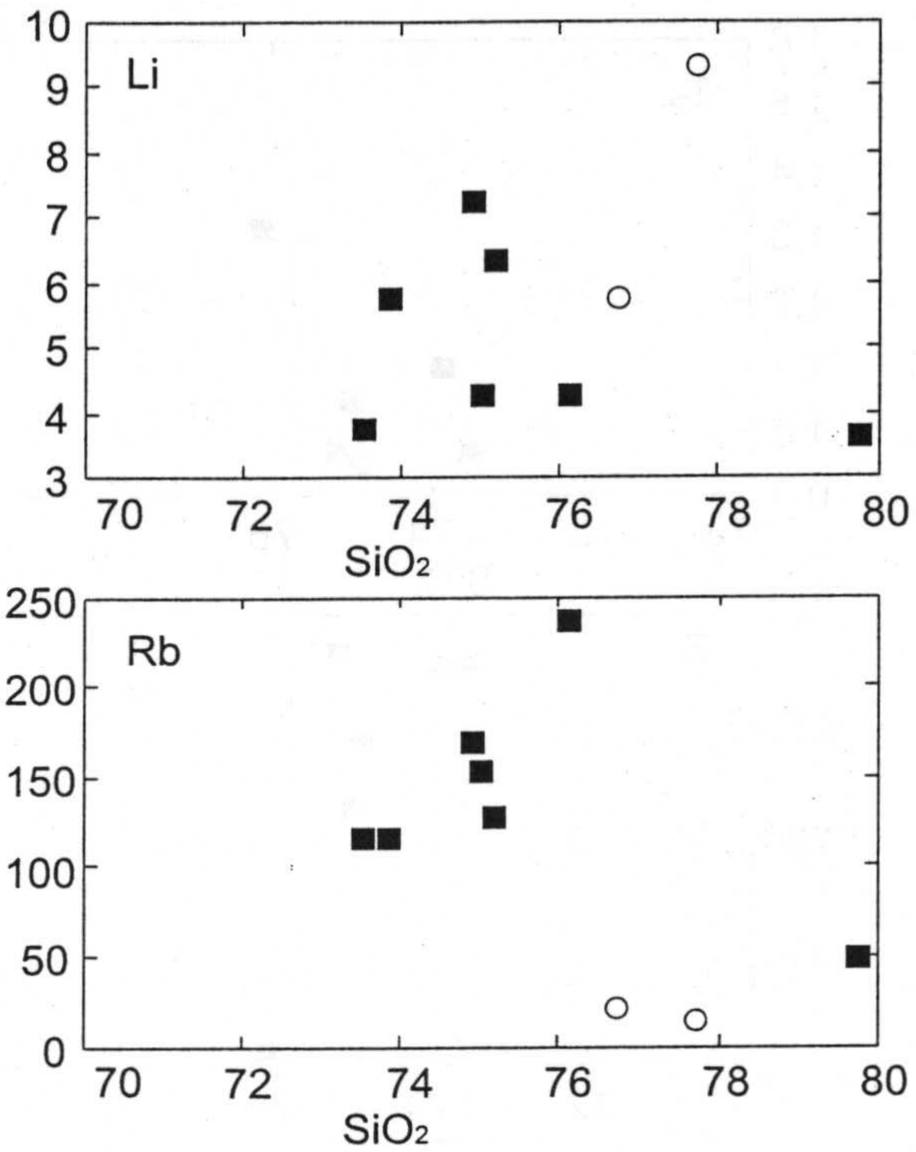


Fig. 20 b.- Diagramas de Harker para elementos traza del granito de Calera de León. I

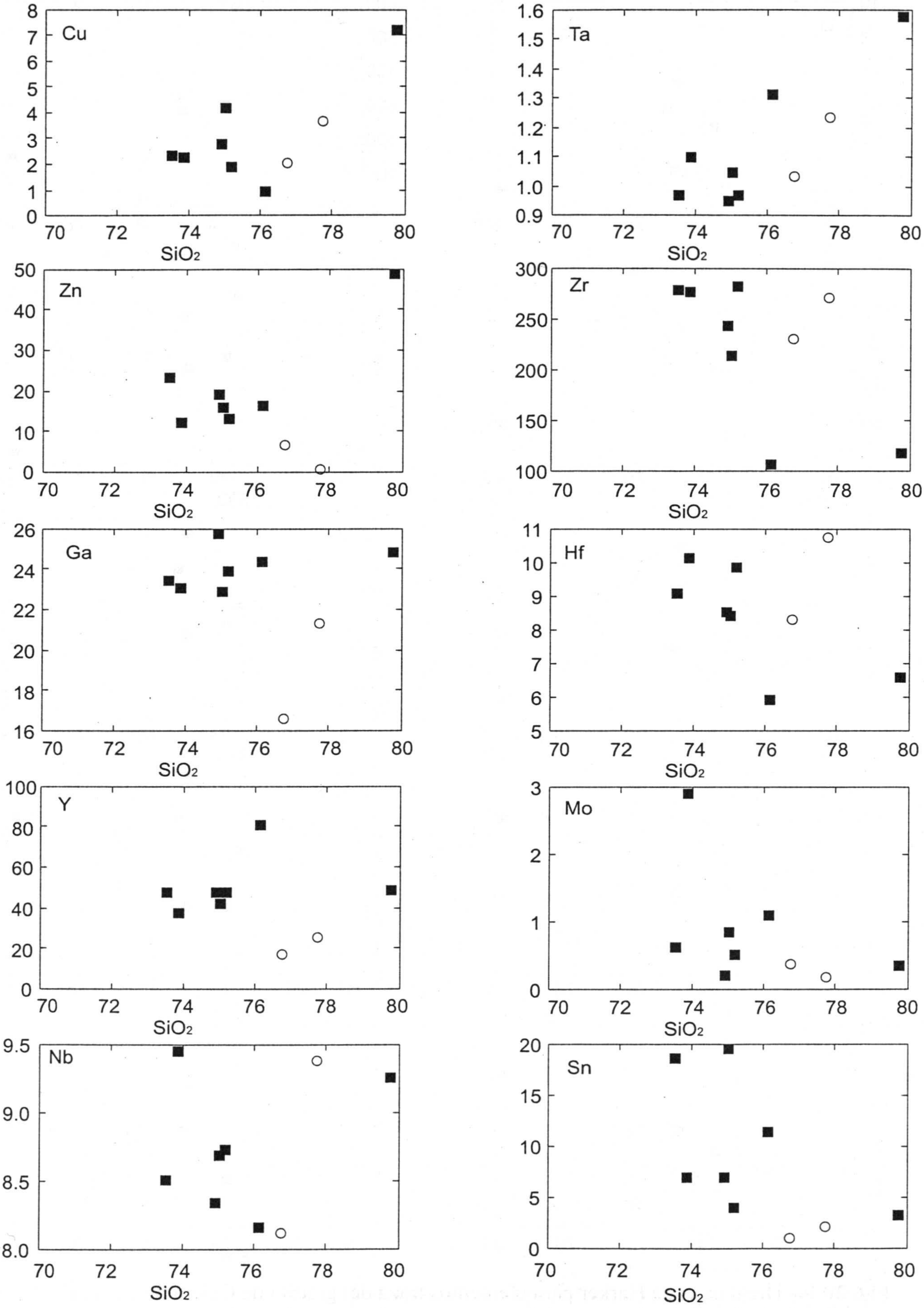


Fig. 20 b.- Diagramas de Harker para elementos traza del granito de Calera de León. II

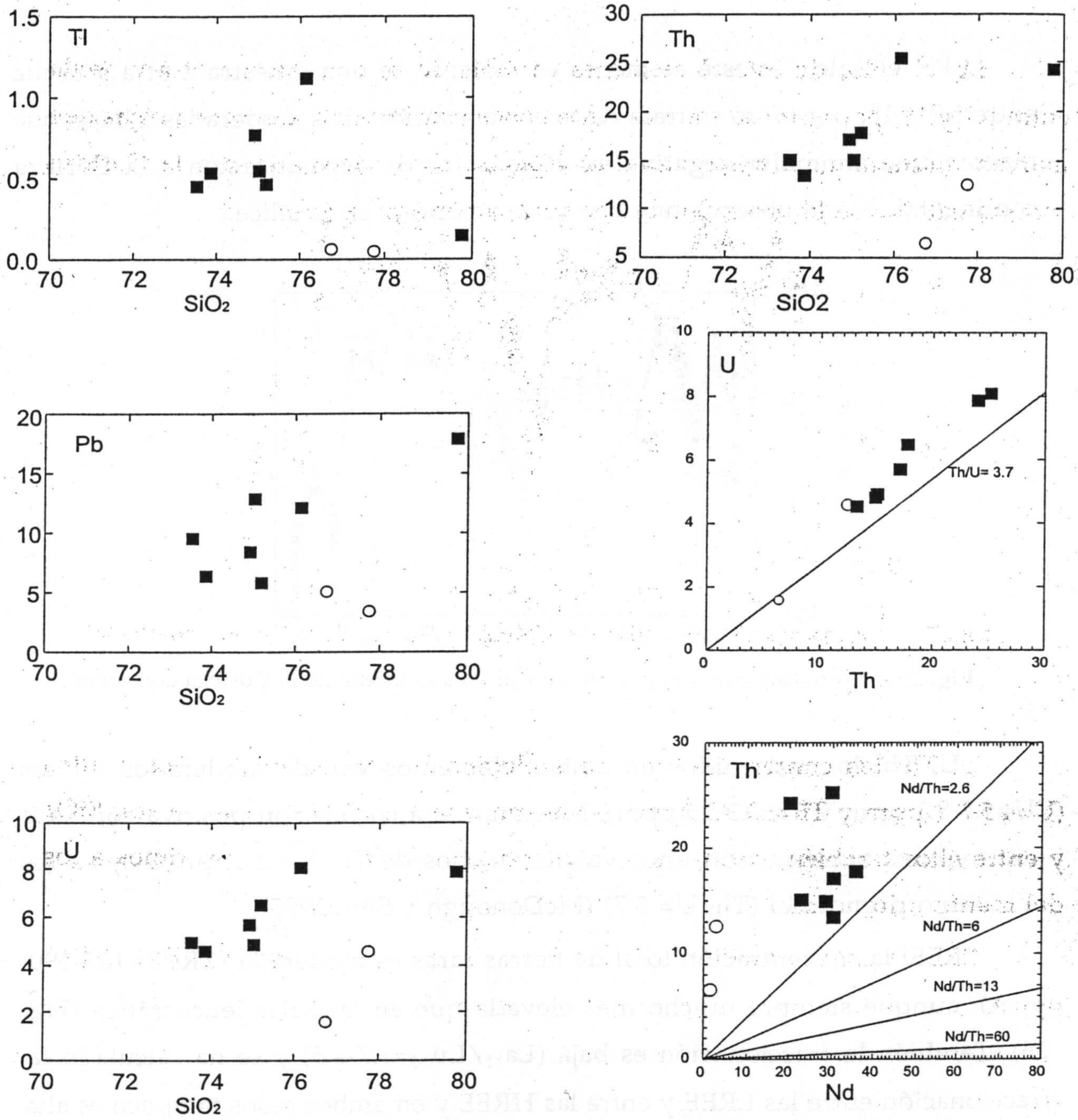


Fig. 20 b.- Diagramas de Harker para elementos traza del granito de Calera de León. III

negativa en el caso de Nb y positiva para Ta. También se ha calculado la correlación entre ambos elementos y esta es positiva y baja.

Sn, Mo: los valores varían de altos a moderados para Sn, que presenta unos contenidos entre 3.2-20 ppm y de moderados a bajos para Mo, entre 0.2-2.9 ppm. Ninguno de los dos elementos muestra buena correlación con SiO_2.

Zr, Hf: las concentraciones en estos dos elementos son moderadas a altas en algunas muestras, entre 106-282 ppm para Zr y 5.9-10 ppm para Hf. Parece que ambos tienen una correlación negativa con la sílice.

Pb: el valor de este elemento es variable de una muestra a otra y oscila entre 5.7 y 18, por tanto se trata de unas concentraciones moderadas a bajas que marcan una anomalía negativa en el espectro de normalización a la Corteza continental. No se observa una buena correlación con la sílice.

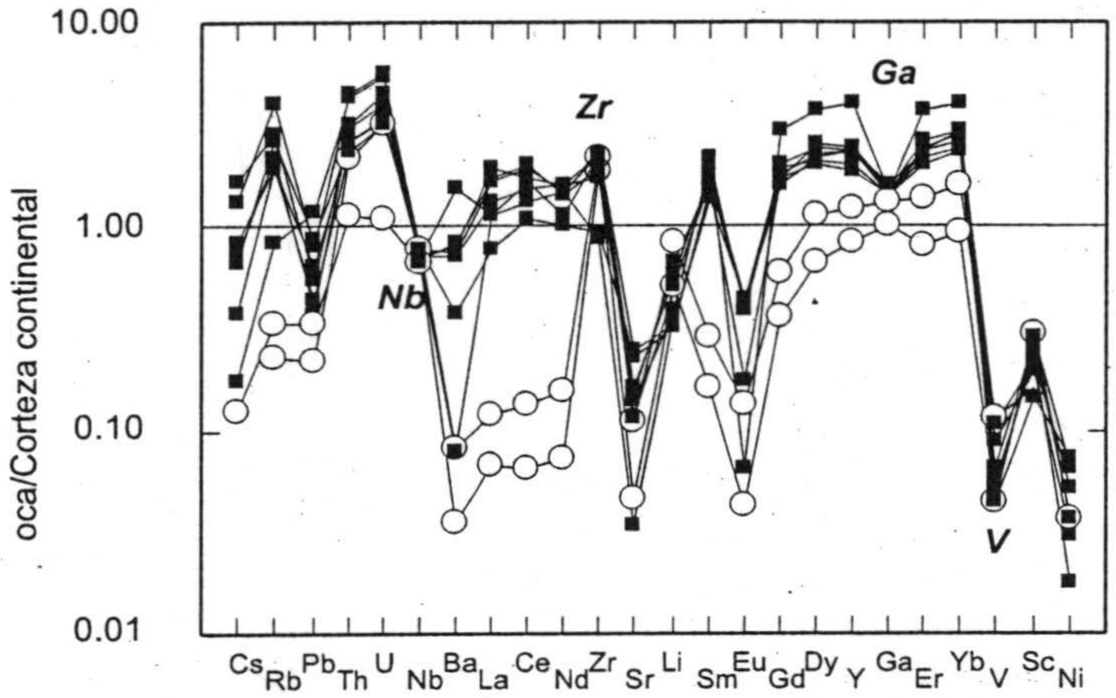


Fig. 25.- Normalización del granito de Calera a la media de la Corteza continetal.

U, Th: los contenidos en ambos elementos van de moderados a altos (U=4.5-8.1 ppm y Th=13-25 ppm). Muestran una correlación positiva con SiO_2 y entre ellos también, con unos valores medios de Th/U= 3.1, próximos a los del manto primordial (Th/U= 3.7) (McDonough y Sun, 1995).

REE: la concentración total de tierras raras es moderada (ΣREE=123-190 ppm), aunque siempre mucho más elevada que en la facies leucocrática (Fig. 26). También la fraccionación es baja (La_N/Lu_N=1.7-4.5) y se ha calculado la fraccionación entre las LREE y entre las HREE y en ambos casos tampoco es alta (La_N/Sm_N=1.4-3.0 y Gd_N/Lu_N=0.8-1.1). La anomalía de Eu siempre es negativa (Eu/Eu*=0.03-0.3).

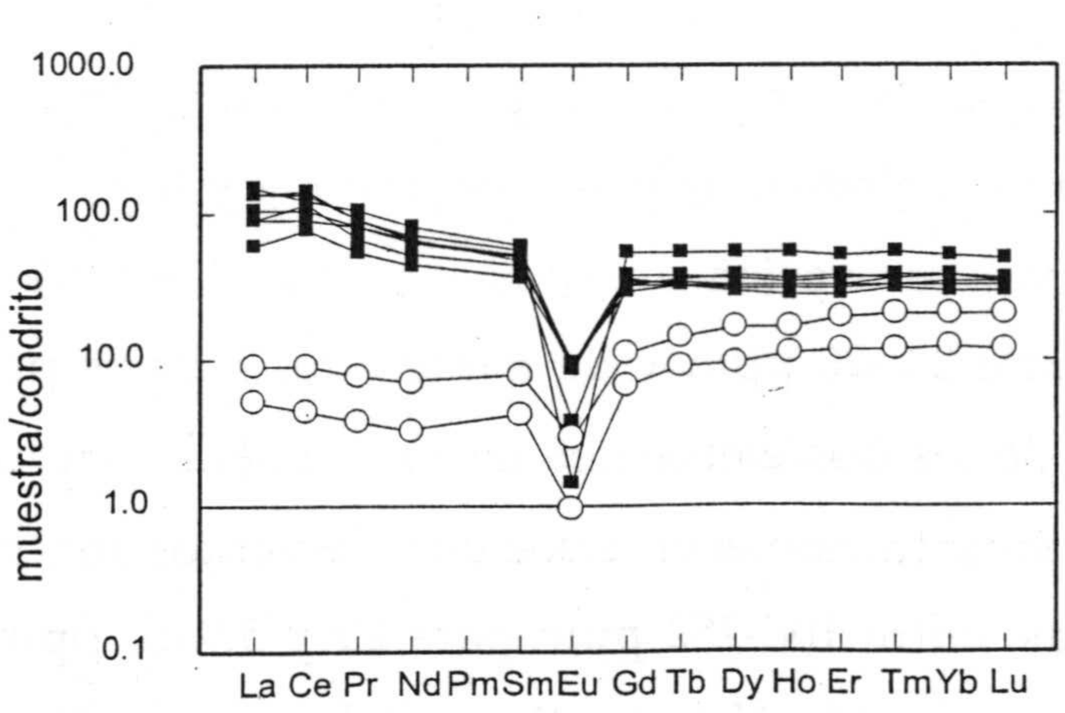


Fig. 26.- Diagramas normalizados de REE para las muestras de Calera de León.

Nd-Th: se ha calculado la relación Nd/Th y para todas las muestras esta es menor de 2.6, que es valor obtenido para materiales corticales con monacita (Bea y Montero, 1999). Una relación mayor se espera en derivados mantélicos sin contaminación cortical.

La composición de elementos traza de la facies leucocrática es también notablemente anómala presentando al mismo tiempo analogías y discrepancias importantes frente a la facies común. Así, se encuentra empobrecida en los elementos del cortejo del K (Rb, Cs, Tl y Ba) y las relaciones K/Rb y Cs/Rb son menores (la relación Tl/Rb no varía mucho- Tabla 14).

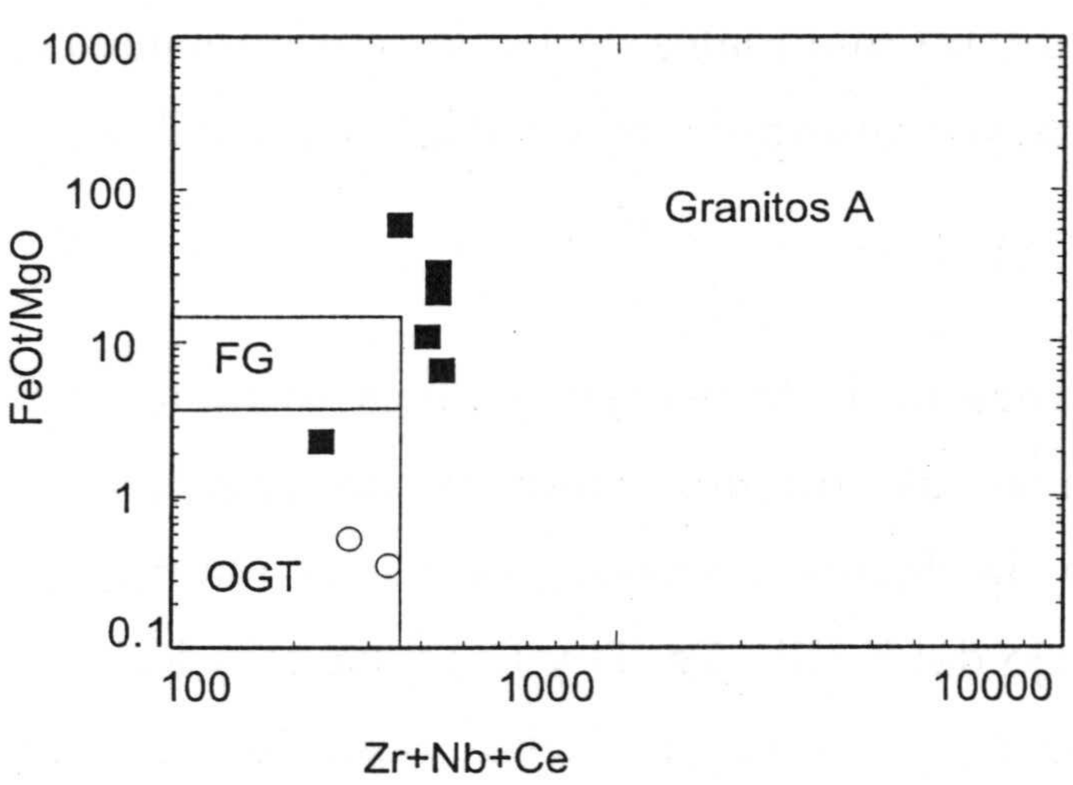
También presenta contenidos netamente más bajos de Be, Sr, Zn, Y, Sn, Pb, Th, U y REE, especialmente LREE. La relación Th/U de una de las muestras es superior a 4, por encima del valor de 3.7 del manto, y la otra muestra analizada tiene valores similares a los de la facies común.

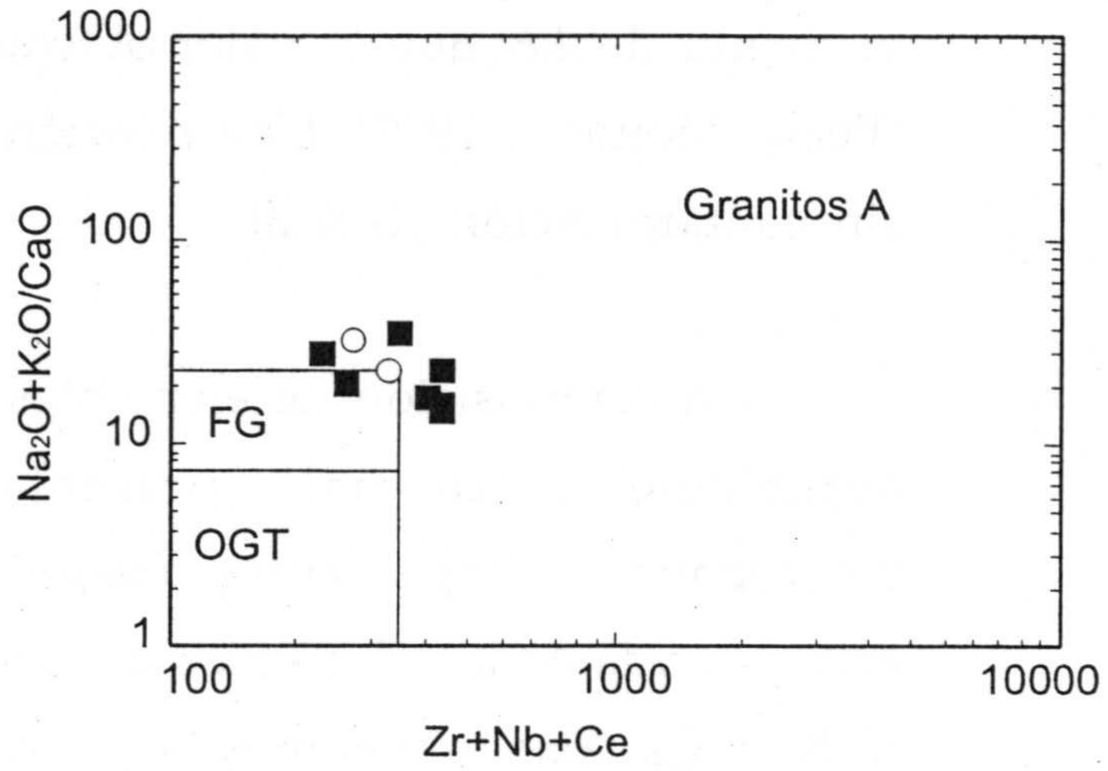
Quizá la diferencia más notable entre ambas facies se encuentra en el modelo de distribución de REE (Fig. 26) que, en este caso, se caracteriza por $La_N/Lu_N < 1$, algo inusual en los granitoides de la Península Ibérica (Bea *et al.*, 1999). La proyección en el diagrama normalizado de REE muestra que la anomalía en Eu es similar, pero las relaciones La_N/Sm_N y Gd_N/Lu_N son muy inferiores. Esta separación entre las dos facies también pueden apreciarse cuando se normalizan las muestras a la Corteza continental (Fig. 25).

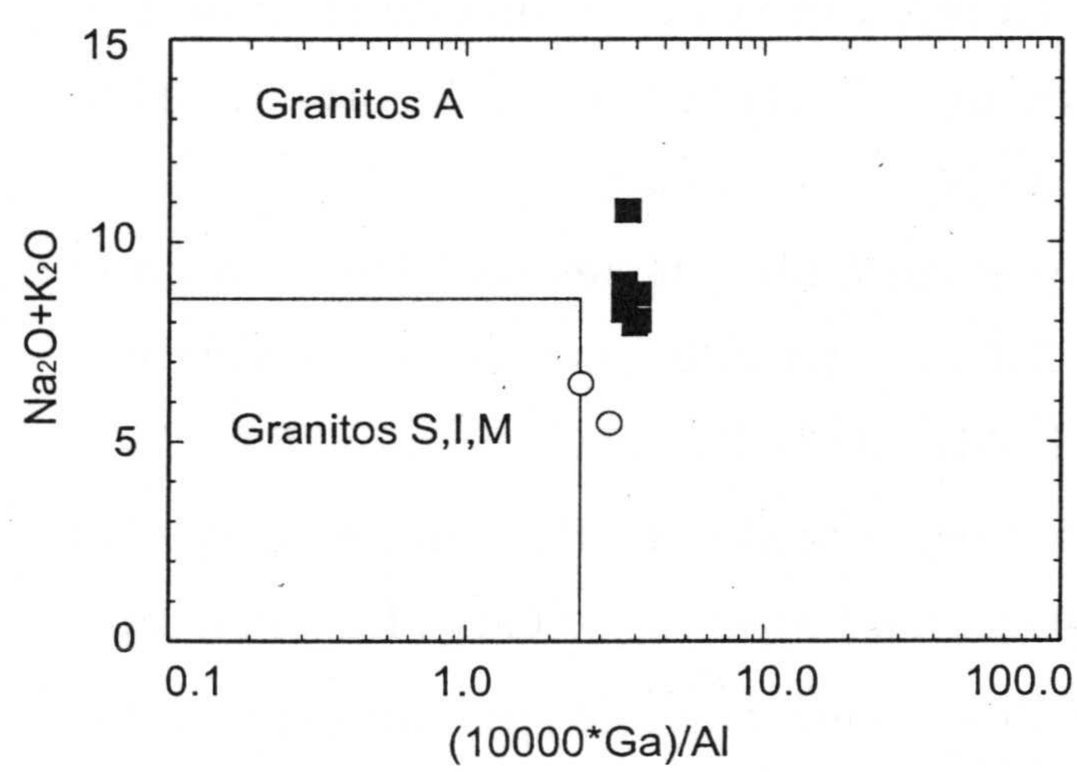
A pesar de estas diferencias, la facies leucocrática guarda algunas analogías significativas con respecto a la facies común, siendo la más importante la persistencia de elevados contenidos en Zr y los mismos valores de la relación Zr/Hf.

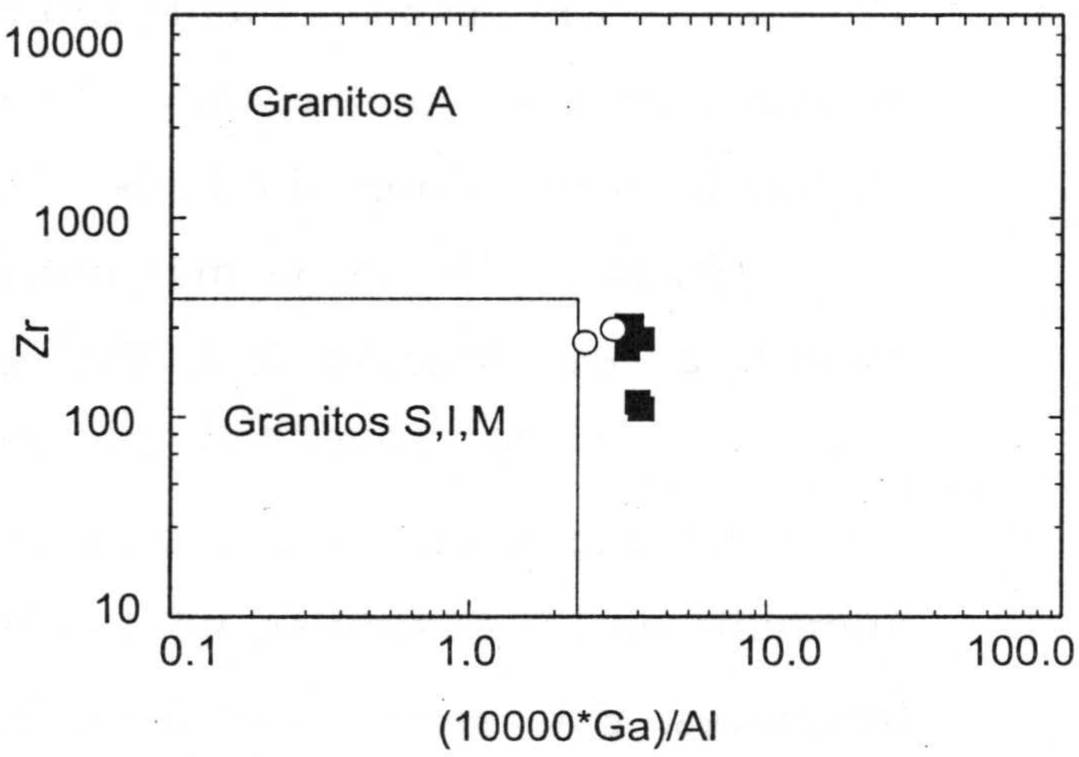
- Clasificación tipológica:

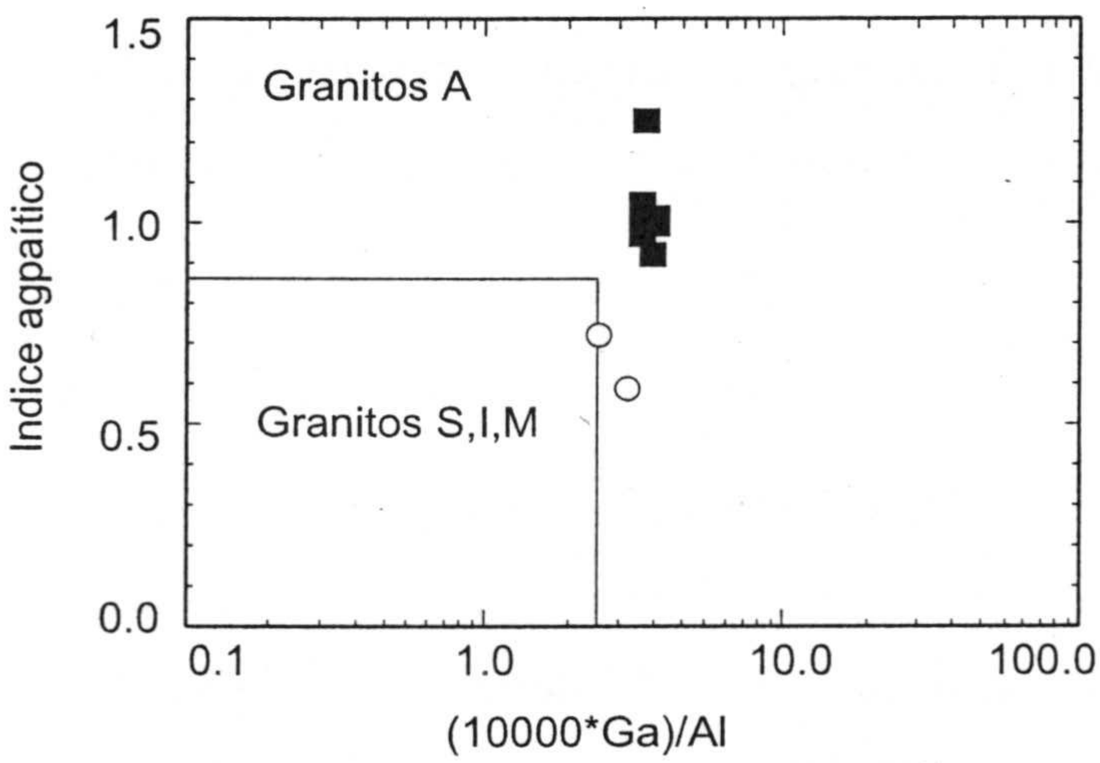
La facies común presenta muchas características geoquímicas que indican que se trata de un granito de tipo A. Destacan los valores altos de FeO/FeO+MgO en algunas muestras, un ISA cercano a 1, elevado Na_2O+K_2O, así como notables contenidos de Ga, Zr, U, Th y HREE. Por consiguiente, en los diagramas de discriminación tipológica de Whalen *et al*. (1987), Eby (1990-1992) y Bea *et al*. (2001) (Fig. 27, 28, 24) se proyectan dentro del campo de granitos A, en algunos casos cerca del límite de granitos S o I altamente fraccionados; en el











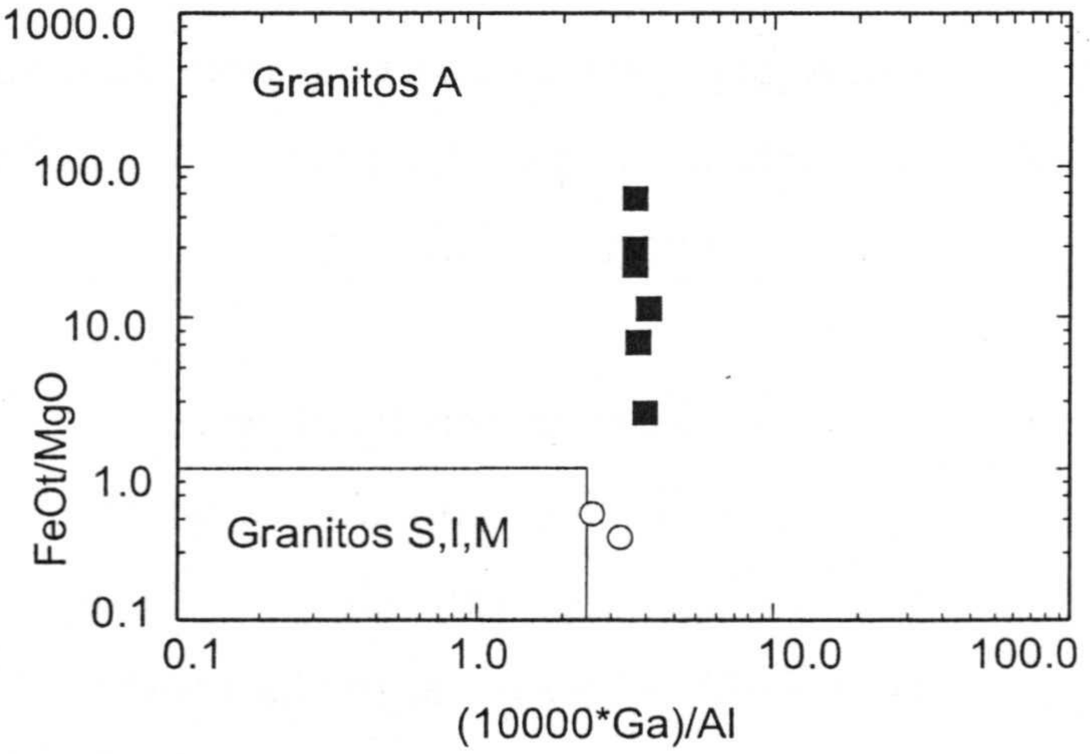
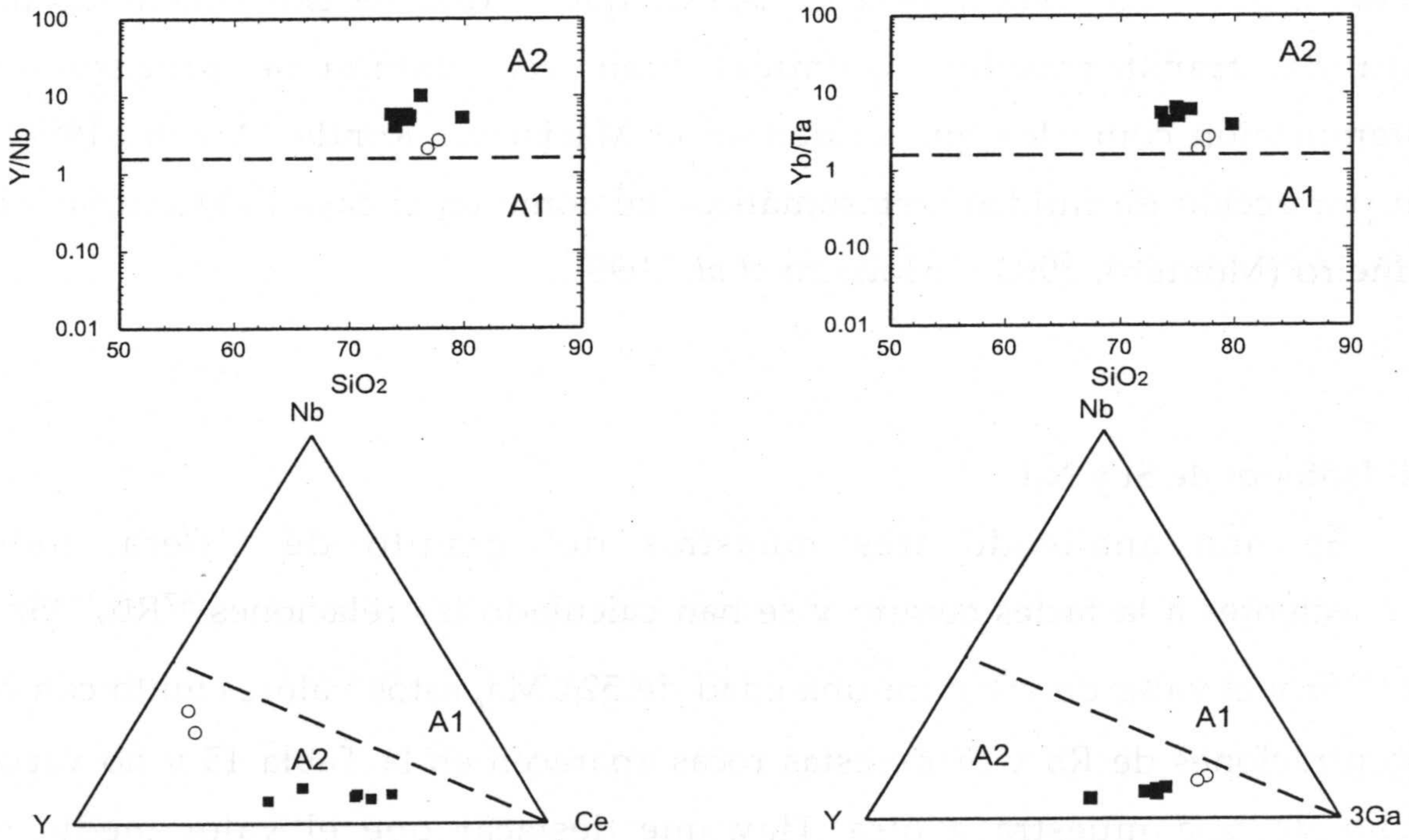


Fig. 27.- Diagramas de discriminación de granitos A (Whalen *et al.*, 1987) para las muestras de Calera de León.

diagrama de Sylvester (1989) (Fig. 29) están en el campo de granitos calcoalcalinos altamente fraccionados. Así mismo, Eby (1990-1992) estableció una subdivisión de los granitos A en dos subgrupos, A1 y A2. El primero, A1, relacionado con diferenciados mantélicos del mismo tipo que los magmas producidos en zonas de islas oceánicas, intraplaca y rifting continental, y comúnmente asociado espacial y temporalmente con rocas máficas. El segundo, A2, se relaciona con basaltos de márgenes continentales y de arcos de isla dentro de un mayor rango de ambientes como pueden ser granitos post-colisión, granitos emplazados al final de un periodo de alto flujo de calor y magmatismo granítico... Al proyectar las muestras del granito de Calera en estos diagramas de Eby (1990-1992) todas las muestras proyectan en el campo A2 (Fig. 28).

28)



29)

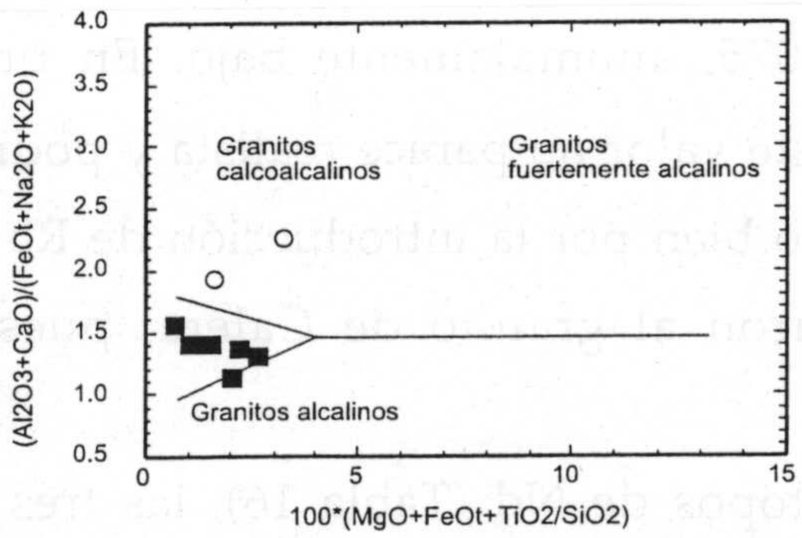


Fig. 28.- Proyección de las muestras de Calera en los diagramas de discriminación de granitos A, tipos A1 y A2 de Eby, 1992.
Fig. 29.- Diagrama de discriminación de Sylvester, 1989.

Concluimos, por tanto, que la facies común de Calera de León representa un granito de tipo A, subtipo A2.

La clasificación tipológica de la facies leucocrática, así como sus posibles conexiones con la facies común, son mucho más difíciles de establecer. Las muestras proyectan en el límite entre granitos A y granitos I y M sin fraccionar de los diagramas de Whalen *et al*. (1987). En el gráfico de Sylvester (1989) y Bea *et al*. (2001) se muestran como granitos calcoalcalinos y, finalmente, en los diagramas de Eby (1990-1992) están, junto con el resto de muestras de la facies común, en el campo A2. En este contexto hay que preguntarse de nuevo si esta facies representa un producto metasomático o se trata de un magma original, para este último caso sería un magma con algunas características de tipo A (alto contenido en Zr) y algunas tipo S (alto ASI). En nuestra opinión los datos obtenidos son más favorables a la idea de que la roca ha experimentado una profunda transformación química, bien sea debida a procesos de contaminación como los que se dan en el Macizo de Ronda (Acosta, 1997) o bien por acción de fluidos metasomáticos tal como en el caso del Complejo de Galiñeiro (Montero, 1993 y Montero *et al*. 1998).

III.4- Isótopos de Sr y Nd.

Se han analizado tres muestras del granito de Calera, todas pertenecientes a la facies común y se han calculado las relaciones $^{87}Rb/^{86}Sr$ y $^{87}Sr/^{86}Sr$ y el valor de εSr para una edad de 524 Ma, estos valores junto con las concentraciones de Rb y Sr de estas rocas aparecen en la Tabla 15 y no varían mucho de una muestra a otra. Hay que destacar que el valor medio de $^{87}Sr/^{86}Sr_{524}$ es de 0.70075, anómalamente bajo. En principio, y como se discutirá más adelante, este valor no parece realista y podría estar causado bien sea por la pérdida de Sr o bien por la introducción de Rb durante los procesos de alteración que afectaron al granito de Calera, puestos de relieve en el apartado anterior.

Respecto a los isótopos de Nd (Tabla 16), las tres muestras estudiadas dan resultados muy similares, caracterizados por los valores positivos de εNd_{524} (0.84-0.98). Existe, pues, una cierta concordancia entre los valores de

$^{87}Sr/^{86}Sr$ init y εNd lo que nos mueve a pensar que los valores calculados de $^{87}Sr/^{86}Sr$ anómalamente bajos no deben de ser radicalmente distintos de los que tendría si la roca no se hubiera alterado.

III.5- Geocronología.

III.5.1- Descripción de las muestras.

Se han seleccionado tres muestras de este granito, dos pertenecientes a la facies común, MOK-13 y MOK-16 y una a la facies leucocrática, MOK-10. Las muestras se tomaron en aquellos afloramientos donde la roca se encontró más fresca y menos deformada (Mapa 1).

Las características morfológicas externas de los circones separados para datación son las siguientes:

Facies común: (MOK-13,16)

La mayoría de los cristales tienen un tamaño entre 60-250 micras de largo por 125 micras de ancho máximo. En general presentan fracturas (Foto E14) y muchos son fragmentos, en parte por el proceso de trituración de la muestra. El color varía entre pardo y marrón, con aspecto metamíctico y casi todos son translúcidos, incluso opacos, habiendo pocos cristales transparentes.

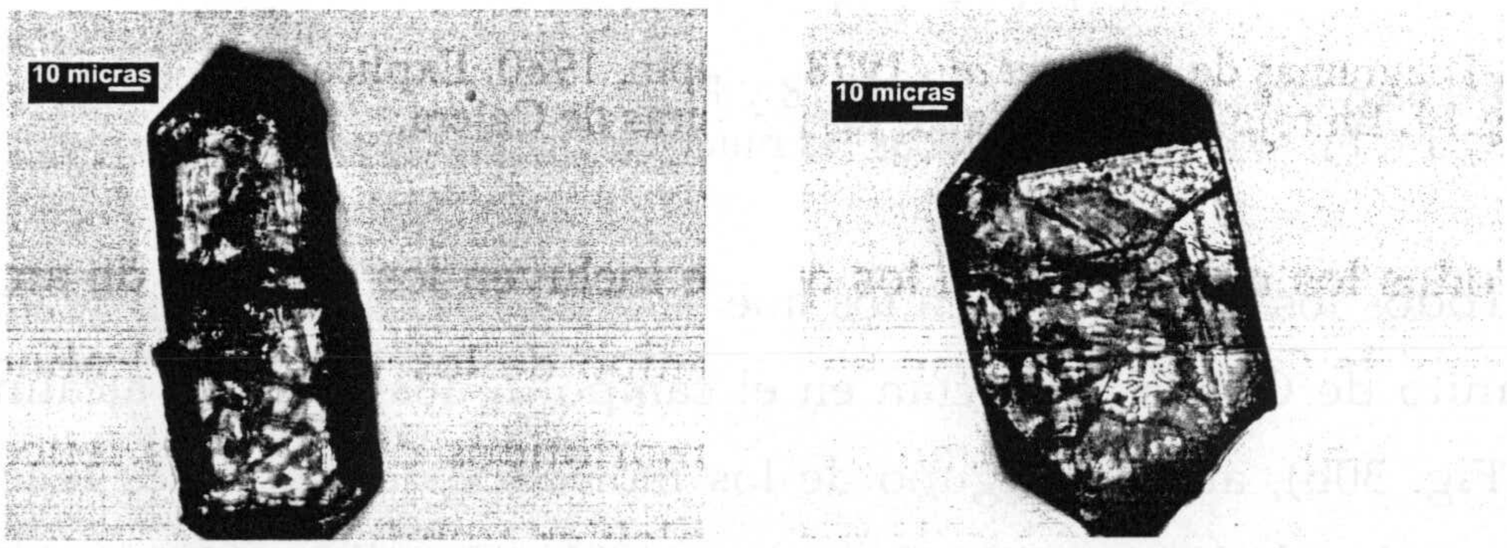


Foto 17.- Aspecto escalonado de los circones del granito de Calera de León.

Algunos individuos presentan la superficie mate y frecuentemente aparecen corroídos (con aspecto escalonado) (Foto 17) indicando reacciones con fluidos tardimagmáticos. Este efecto es característico de los granitos A y se suele atribuir a la elevada actividad del F en la fase fluida, puesta de manifiesto por

la existencia de fluorita en algunas muestras (ej. Montero *et al.*, 1998). Se observan inclusiones en forma de aguja (apatitos) y en otros casos más redondeadas. Pertenecen a las clases P2-P5 y D de Pupin *et al.* (1978) (Fig. 30a).

Facies leucrática: (MOK-10)

El tamaño de los circones oscila ente 60-300 micras de largo por 100 micras de ancho. Son de color pardo-rosado, de transparentes a translúcidos y en algunos casos presentan inclusiones. Pertenecen a las clases P1, P2, P5 y D de Pupin *et al.* (1978).

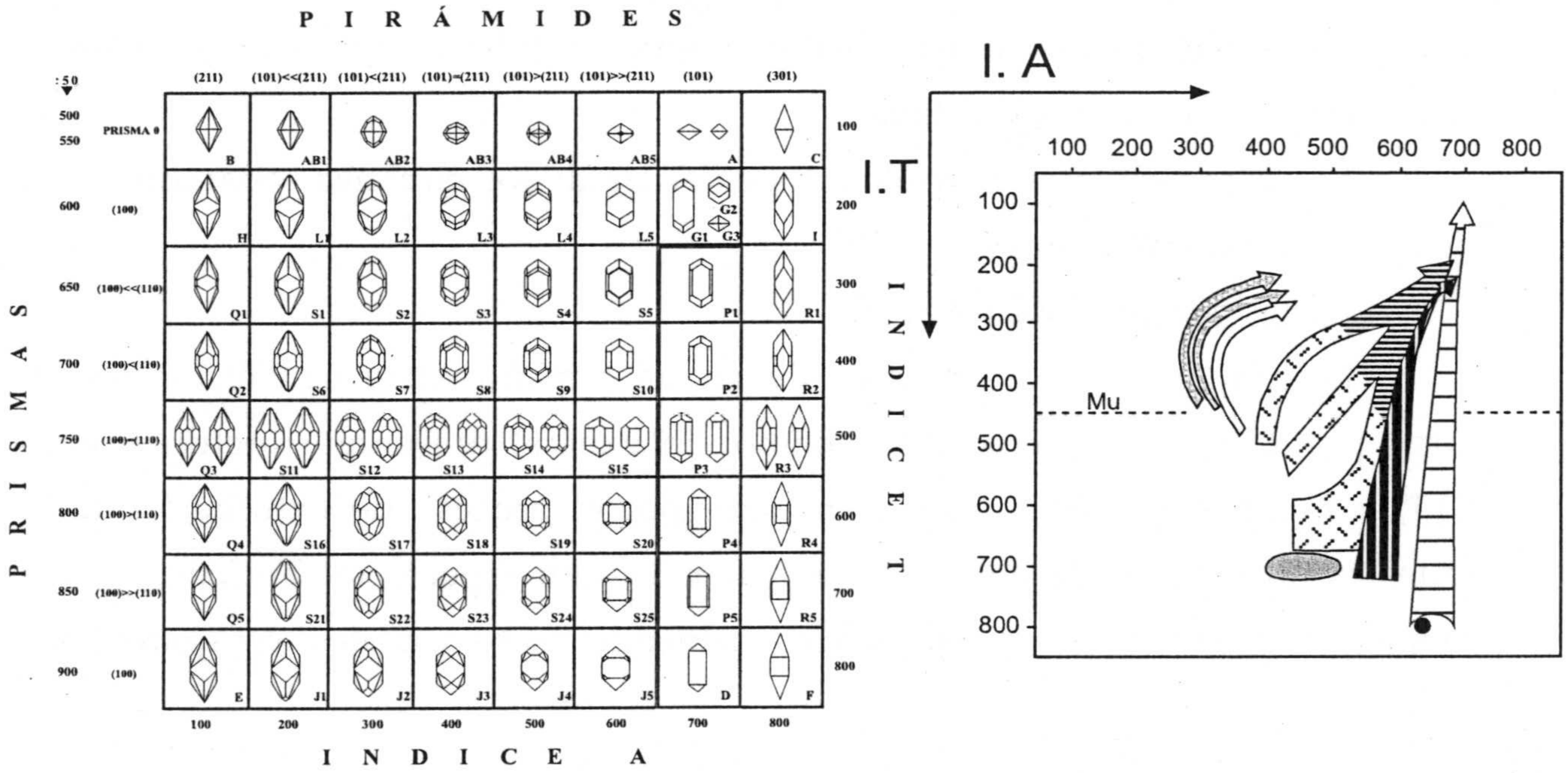
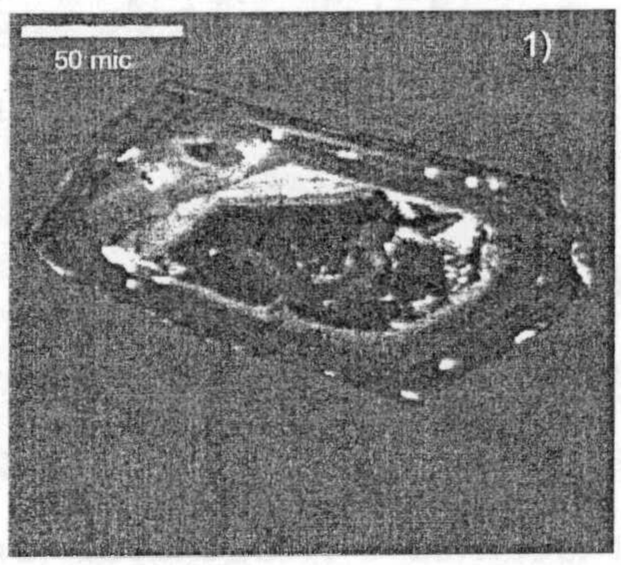


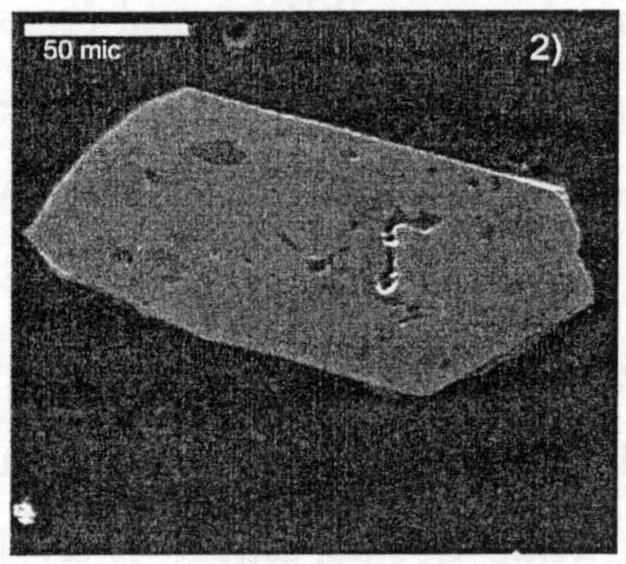
Fig. 30.-Diagramas de Pupin *et al.*, 1978 y Pupin, 1980. Explicación en la Fig.14. En rojo están señaladas las muestras de Calera.

Todos los morfotipos en los que se incluyen los circones de ambas facies del granito de Calera proyectan en el campo de los granitos alcalinos (Pupin, 1980) (Fig. 30b), aunque alguno de los morfotipos de la facies leucocrática se solapa con los de los granitos de series toleítica-trondhjemítica.

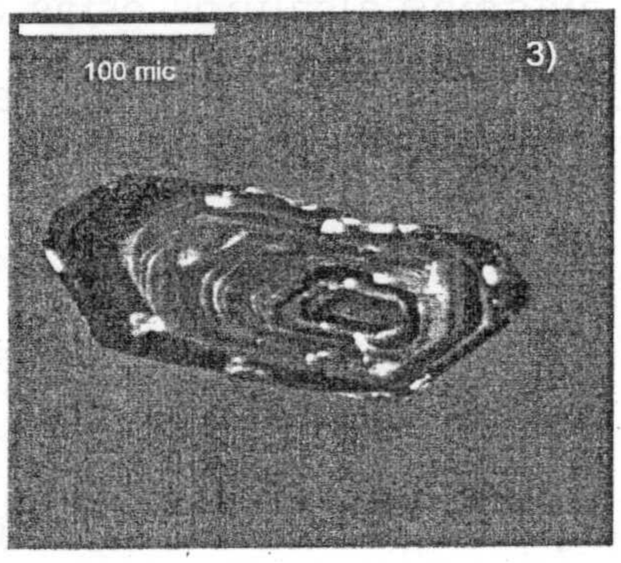
El estudio de la morfología interna, mediante SEM-catodoluminiscencia, se ha realizado sobre secciones del cristal paralelas al eje C , la mayoría paralelas a (100) y una a (110). Todo este estudio ha revelado que los cristales de circón están fuertemente zonados con un zonado oscilatorio idiomórfico (Fotos CL) que indica su origen magmático. El zonado oscilatorio

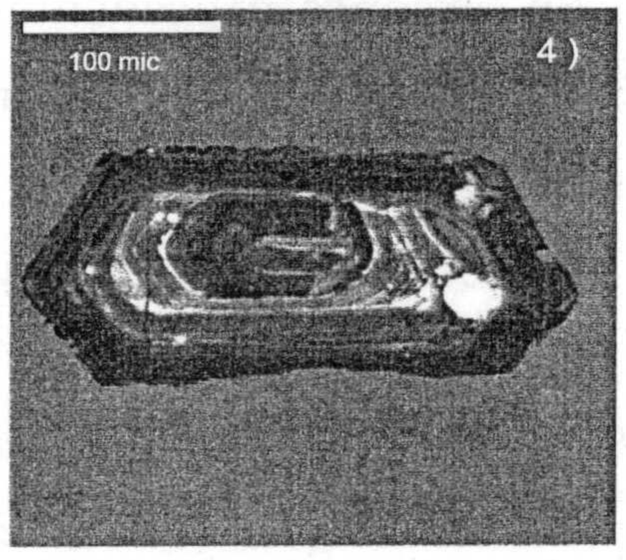
MOK-16. Secciones paralelas a (100)



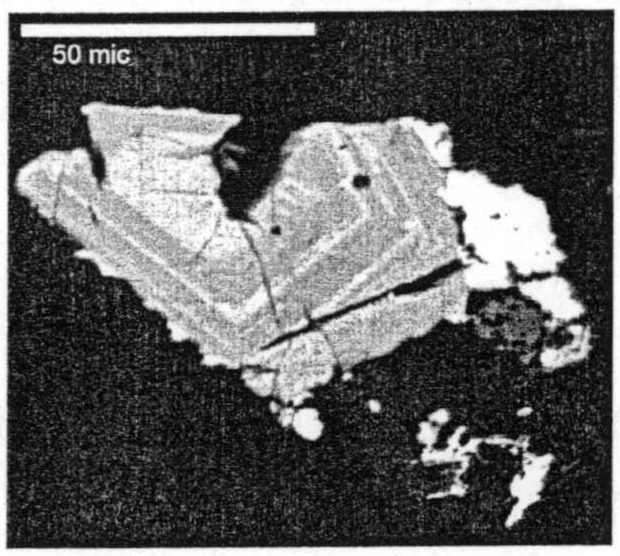


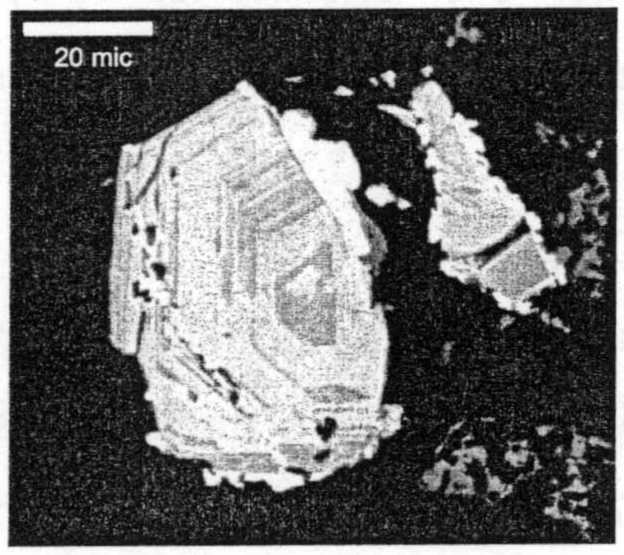
Sección paralela a (110)



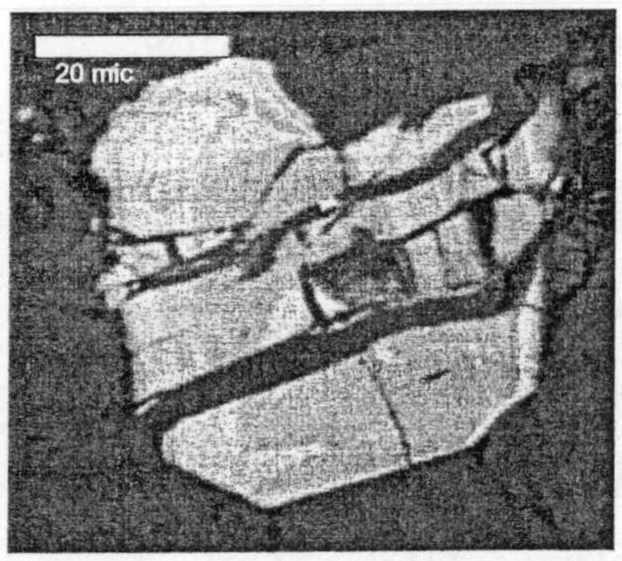


E-11





MOK-15



Fotos MOK-16, E-11 y MOK-15 del granito de Calera de León.
Imágenes de catodoluminiscencia y SEM.

es apreciable incluso en BSE y está causado por la distribución de impurezas de Fe y Ca detectables en el EDAX y también se relaciona directamente con la concentración de diferentes elementos como Zr, Hf, U, Th, Y y REE (Sommerauer, 1974; Vavra, 1990; Benisek y Finger, 1993) (Fotos E11 y MOK-15). En las imágenes se puede observar un predominio de crecimiento de la cara prismática {010} respecto a la cara piramidal {011}. En el zonado oscilatorio se distinguen algunas zonas claras muy luminiscentes e irregulares (Foto MOK-16/1) que se interpretan como estados intermedios de disolución y recrecimiento. En circones procedentes de magmas alcalinos estas anomalías no son muy frecuentes ya que el cristal habría tenido una historia termal más o menos constante que solo variaría por un nuevo influjo de magma. En algunos casos se puede apreciar que hay cristales cuya zona interna (MOK-16/1) no muestra un zonado y esto se ha explicado como procesos de recristalización (Pidgeon, 1992). No se han observado muchos ejemplares con núcleos heredados (Foto MOK-16/4). Finalmente se puede ver, en las fotografías de catodoluminiscencia, que hay cristales con gran cantidad de puntos brillantes que corresponden con inclusiones de apatitos (Fotos MOK-16/1, 3 y 4 y puntos más oscuros en la foto MOK-16/2 que es una imagen de SEM).

III.5.2- Dataciones.

Se han analizado satisfactoriamente un total de cinco circones, uno de la facies leucocrática y el resto de la facies común y todos han permitido más de una medida (los resultados aparecen en la Tabla 17) que en total da una edad media de cristalización de 524±4 Ma (2σ) (Fig. 31). Los cristales tenían un tamaño máximo de 300x75 micras, eran de color pardo y de transparentes a opacos. No se han analizado ejemplares con núcleos heredados.

Todos los circones han dado edades más o menos uniformes con los resultados más antiguos a medida que se evaporaban zonas más internas del cristal. El circón de la facies leucocrática, MOK-10.2, en el que se han realizado tres medidas, era el ejemplar de mayor tamaño, más transparente e idiomórfico y el que ha presentado la edad media más antigua (530±9 Ma), pero dentro del margen de error del resto de análisis. Los demás cristales pertenecían a la facies común y eran prismas de menor tamaño y más oscuros.

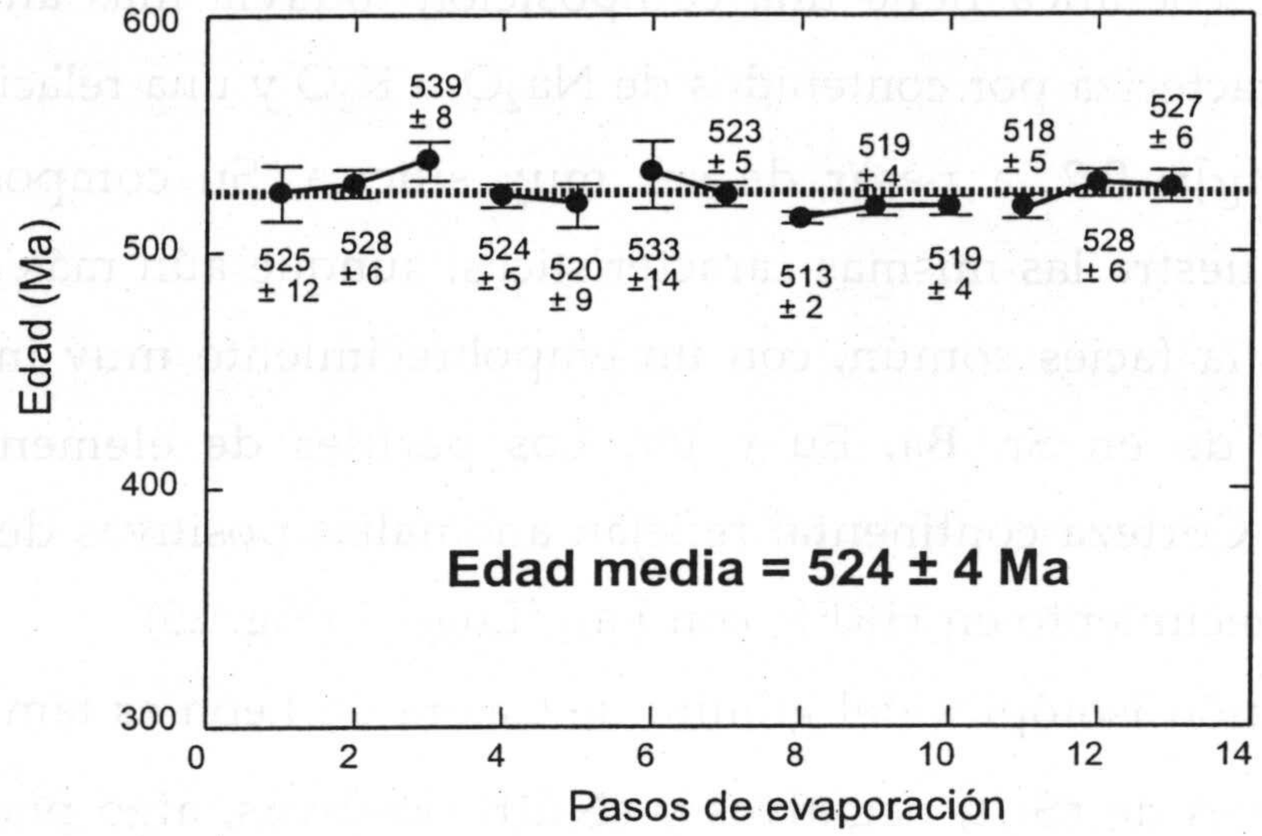


Fig. 31.- Edad de cristalización del granito de Calera de León.

III.6- Discusión.

El granito de Calera de León presenta unas características mineralógicas y geoquímicas singulares, con una facies diferenciada cuya geoquímica no es habitual dentro de los datos conocidos para la Península Ibérica.

La facies común es un granito hipersolvus que, aunque ligeramente peraluminoso, presenta una tipología A. Como la mayoría de los granitos tipo A, se caracteriza por tener una relación Fe/Fe+Mg muy elevada, entre 0.86 y 1, junto con altos contenidos de alcalis y una relación K_2O/Na_2O variable.

Su composición de elementos traza es bastante peculiar, con profundas anomalías negativas de Sr, Eu y, en menor medida, Pb y Ba, que sugieren una fuerte fraccionación causada por feldespatos, especialmente por la plagioclasa. Al mismo tiempo está enriquecida en HFSE, como Be, Y, Th, U y HREE. Los perfiles normalizados (al condrito) de REE muestran una escasa fraccionación LREE/HREE y una fuerte anomalía negativa de Eu. Los valores Nd/Th son bajos (Fig. 20b) y ambos elementos no guardan una correlación apreciable. Esto indica la fraccionación por una fase que contenga LREE y esté exenta de Th, tal como pueden ser los anfíboles.

En conclusión, la composición química sugiere un magma de naturaleza A, fuertemente fraccionado por la precipitación de feldespatos y anfíbol.

La facies leucocrática tiene una composición todavía más anómala. Si recordamos, se caracteriza por contenidos de Na_2O ›› K_2O y una relación media de FeOt/[FeOt+Mg]= 0.2, a pesar de ser muy silícica. Su composición de elementos traza muestra las mismas características, aunque aún más acusadas, que en el caso de la facies común, con un empobrecimiento muy importante en LREE además de en Sr, Ba, Eu y Pb. Los perfiles de elementos traza normalizados a la Corteza continental reflejan anomalías positivas de Zr, Th y U, así como enriquecimiento en HREE, con La_N/Lu_N ‹ 1 (Fig. 25).

La composición isotópica del granito de Calera de León es también muy anómala, con valores de εSr(t) negativos y εNd(t) positivos, algo poco común entre las rocas graníticas. Como ya se mencionó anteriormente, los valores anómalamente bajos de $^{87}Sr/^{86}Sr$ pueden atribuirse a procesos tardíos, bien sea de lixiviación del Sr o bien de enriquecimiento en Rb. Pero los valores anómalamente elevados de εNd(t) difícilmente pueden atribuirse a procesos de movilidad post-formación, dada la relativa inmovilidad, a escala mesoscópica, de las tierras raras. Adicionalmente, el hecho de que εSr(t) y εNd(t) se proyecten dentro de la línea de correlación que forman el resto de granitos de la zona (Fig. 61), nos hace pensar que los valores calculados no deben desviarse significativamente de los reales y, por tanto, reflejan una signatura isotópica muy primitiva, impropia de magmas generados a partir de materiales continentales con un tiempo de residencia cortical alto.

La geoquímica de roca total de la facies común y la geoquímica isotópica indica, por tanto, que se trata de un magma de origen profundo, probablemente mantélico, que evolucionó hacia términos silícicos por fraccionación de anfíbol y feldespatos.

Una cuestión importante es averiguar la relación genética entre la facies común y la facies leucocrática. Las relaciones de campo (contactos graduales entre ambas), al igual que la geoquímica de elementos mayores y algunos traza, de la facies leucocrática (Na_2O › K_2O y empobrecimiento en REE) sugieren que esta es un producto diferenciado. Sin embargo, esta hipótesis presenta problemas para explicar sus particularidades geoquímicas, tales como (1) las bajas concentraciones de K_2O, (2) el enriquecimiento en MgO y disminución de Fe/Fe+Mg y (3) los contenidos en Zr, Th y U, muy altos y similares a los de la

facies común.

En un intento de aclarar este problema se ha comparado el granito de Calera con otros cuerpos conocidos. Así, los valores bajos de K_2O de la facies leucocrática ya se habían relacionado con los valores de los complejos gabro-graníticos tipo Urales (Fershtater *et al.*, 1997) (apartado III.3.1). Este tipo de granitos, además, presentan elevados contenidos en MgO y un empobrecimiento en LILE y LREE respecto al magma basáltico del que proceden y que en su evolución tiene cada vez más relación con procesos continentales. A pesar de las coincidencias geoquímicas, no podemos aplicar esta hipótesis para explicar la composición y procedencia de la facies leucocrática; hay que tener en cuenta que en nuestro caso las concentraciones de K_2O y MgO son compatibles con una alta concentración en SiO_2, composición muy diferente a la de los complejos gabro-graníticos. Tampoco con esta posibilidad de asimilación de material cortical se explicaría la composición anómala en algunos elementos traza de la facies leucocrática de Calera.

Eguíluz (1987) sostiene que la diferencia entre las dos facies es debida al desarrollo de procesos tardimagmáticos (aparición de fase albítica). Esta podría ser la causa que explicara la diferencia que existe en el contenido en K_2O, aunque no el resto de las anomalías.

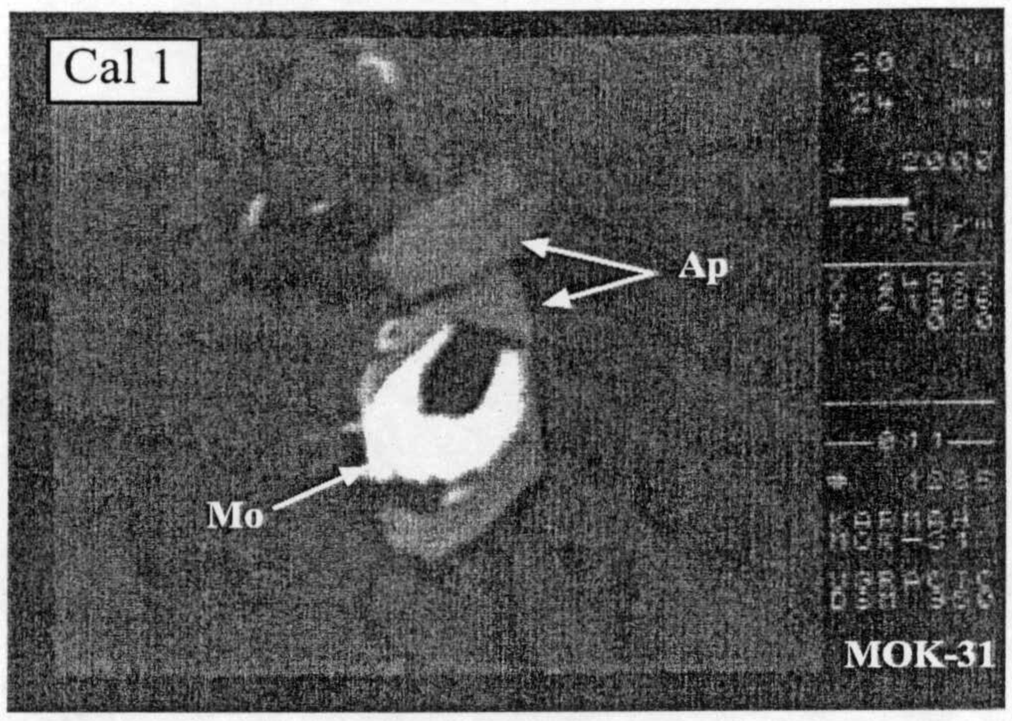
Respecto al enriquecimiento en MgO de la facies leucocrática también vimos (apartado III.3.1) que este hecho recordaba a la composición de los diques de leucogranito y leucotonalita intruidos en la peridotita de Ronda. Estos diques representan fundidos generados a partir de las diatexitas infrayacentes y se consideran diferentes pulsos que ascienden a través de la peridotita, modificándose por interacción química con ella (Acosta, 1997). Este fenómeno causa el empobrecimiento en la mayoría de elementos traza, menos en LREE. La situación de Calera es bastante diferente puesto que no hay evidencias de rocas máficas. Adicionalmente, a pesar de la semejanza en el comportamiento de los elementos mayores, las diferencias en elementos traza son tan grandes que no parece posible atribuir un mecanismo similar al de Ronda.

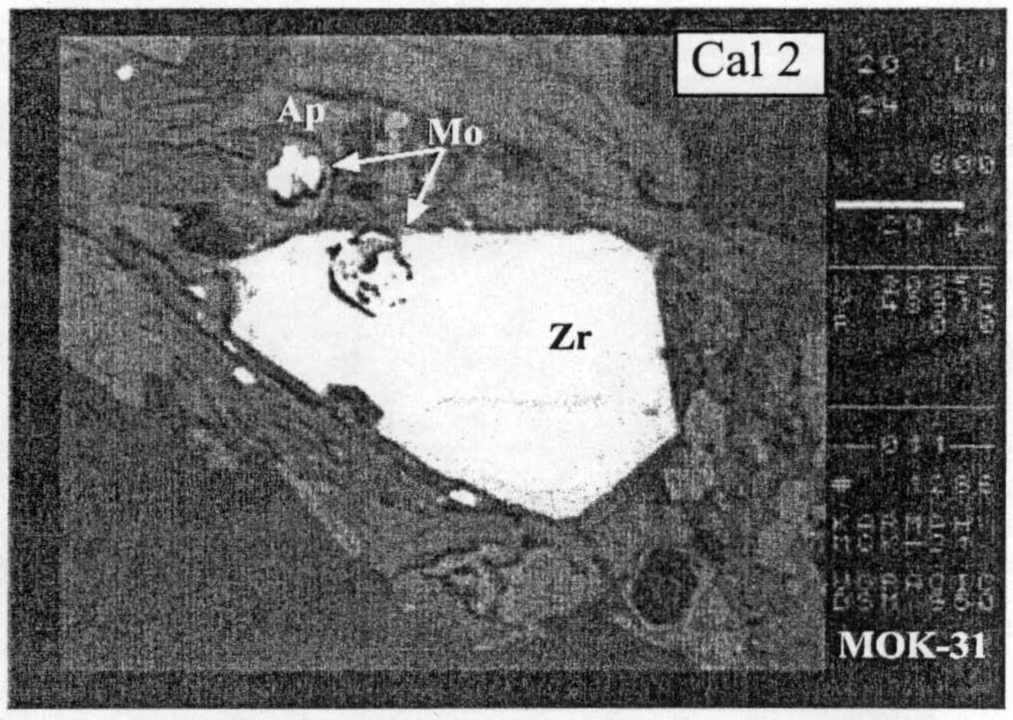
Una forma de explicar el alto contenido en MgO de la facies leuocrática,

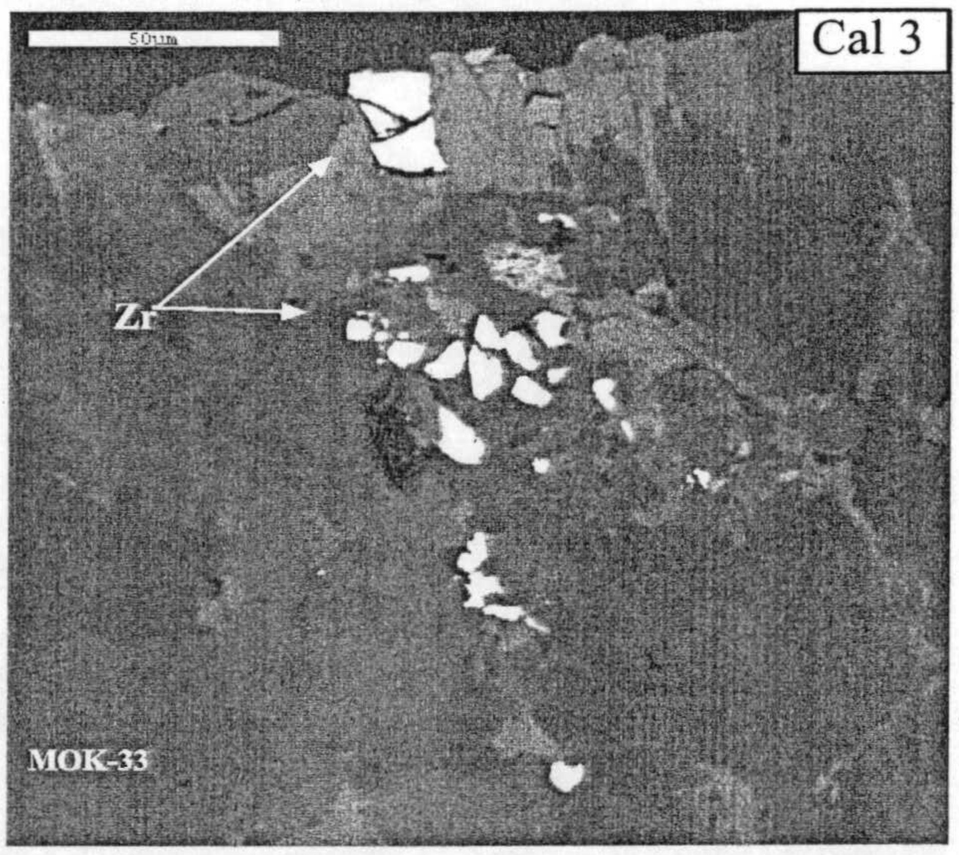
a pesar de su acidez, podría ser el siguiente: en un momento dado de la evolución del magma que dio lugar al granito de Calera de León, se produjo un aumento brusco del potencial de oxidación, esto ocasionó la transformación de Fe^{2+} a Fe^{3+}; por tanto, los minerales Fe-Mg que precipitaron, como las biotitas, pasaron a tener altas concentraciones de Mg, serían más bien flogopitas.

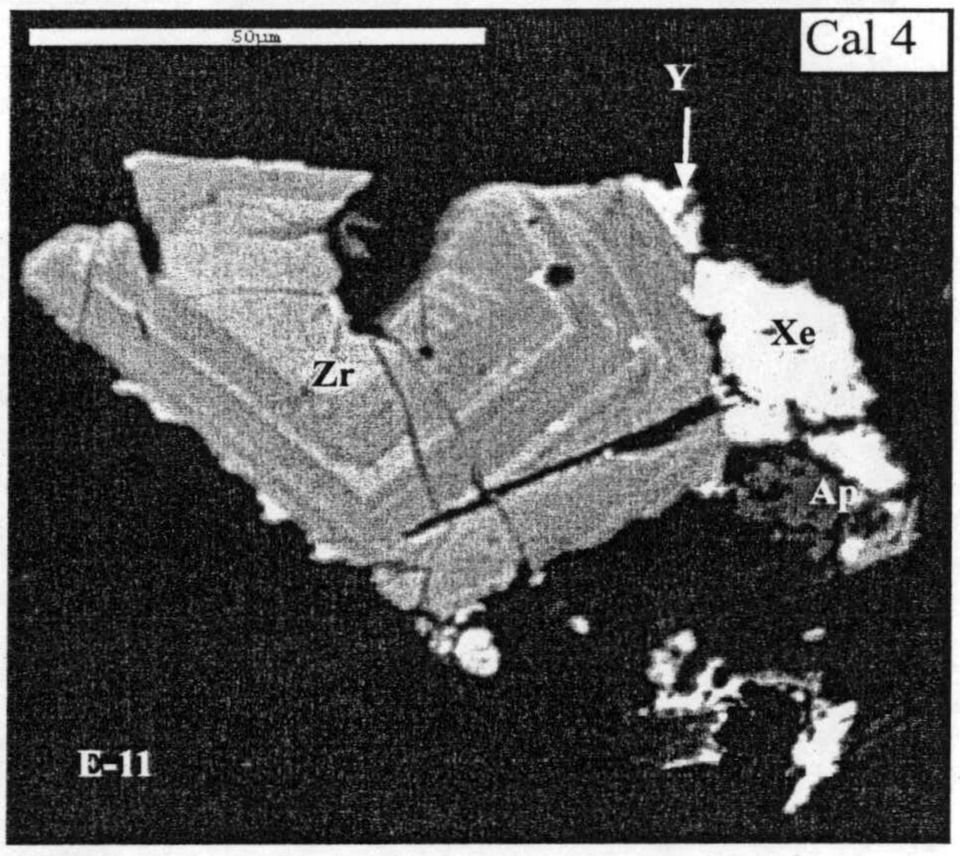
Por último, quedaría comentar el hecho de que tratándose, la facies leucocrática, de un producto diferenciado tiene un enriquecimiento anómalo en Zr, Th y U. Para este punto se ha tomado como referencia el macizo peralcalino de Galiñeiro (Montero, 1993, Montero *et al.*, 1998). Estas rocas tienen una composición anómala de elementos traza, caracterizada por el enriquecimiento en Zr, Hf, U, Th y REE de una facies respecto a otras; esto ha sido debido a procesos metasomáticos tardi- y post-magmáticos que han removilizado estos elementos. Durante los últimos estados de la fraccionación magmática se produjeron fluidos, enriquecidos en REE, F y HFSE, que en su ascenso, a través de fracturas, causaron la alteración metasomática. En el granito de Calera de León no hay evidencias claras pero podría apelarse a un proceso parecido. Si bien la facies leucocrática representa un producto diferenciado, esta no sufriría un metasomatismo por el ascenso de fluidos tardimagmáticos sino que se trata de una diferenciación magmática con una fase fluida rica en F que es capaz de formar complejos de REE y HFSE. El descenso de la temperatura produce el descenso de la actividad del F, la ruptura de estos complejos y la cristalización de minerales como fluorita, allanita, monacita, xenotima, titanita, torita y circón, minerales que encontramos en las dos facies de Calera y que explicarían así la composición geoquímica anómala, al menos con respecto a los elementos traza. El como estas rocas se han enriquecido en MgO no parece que pueda explicarse mediante este mecanismo, y es una cuestión a la que, de momento, no podemos dar respuesta.

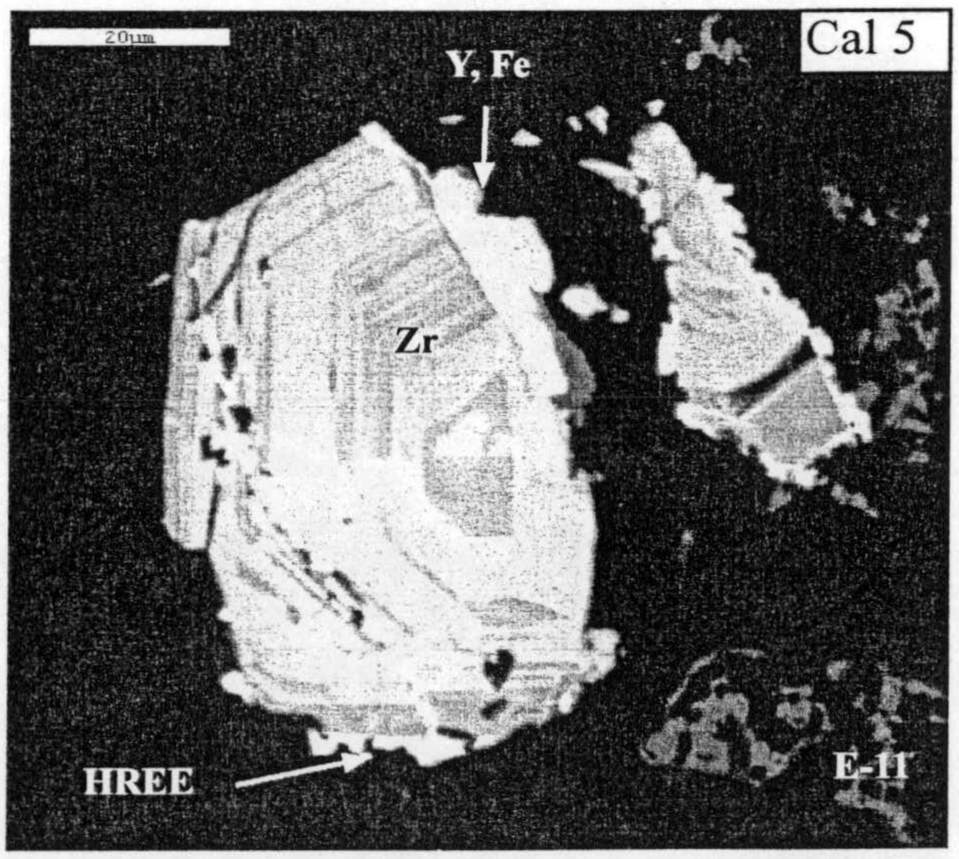
Fotografías de SEM.

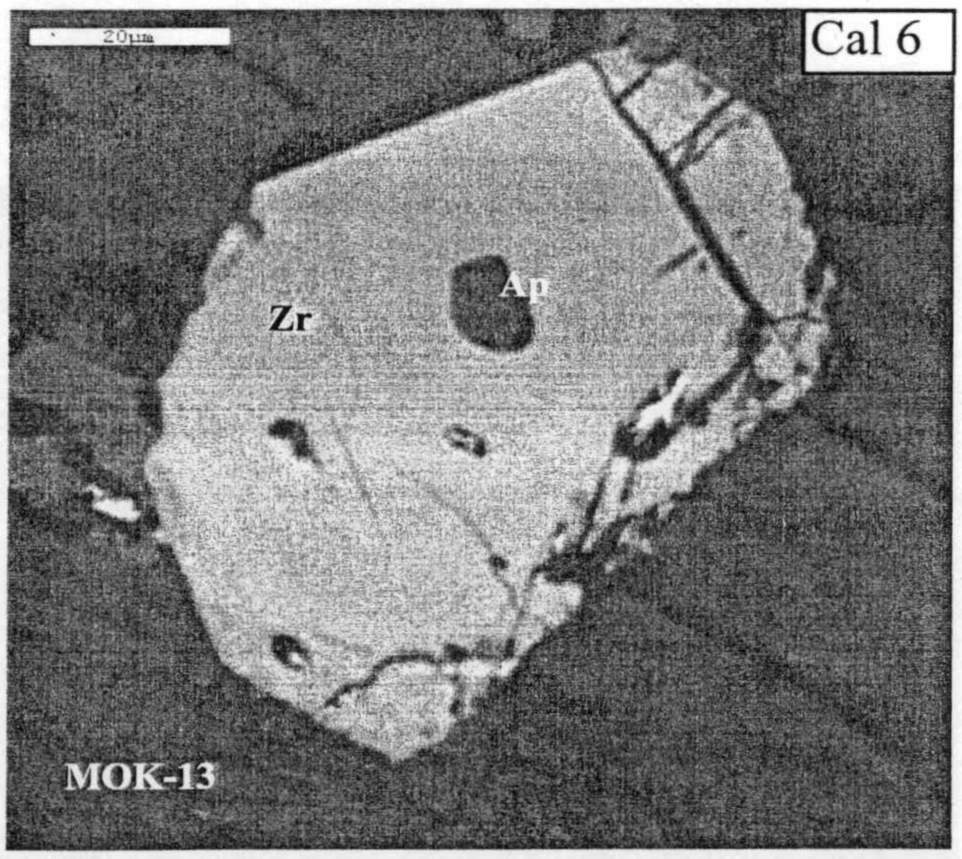




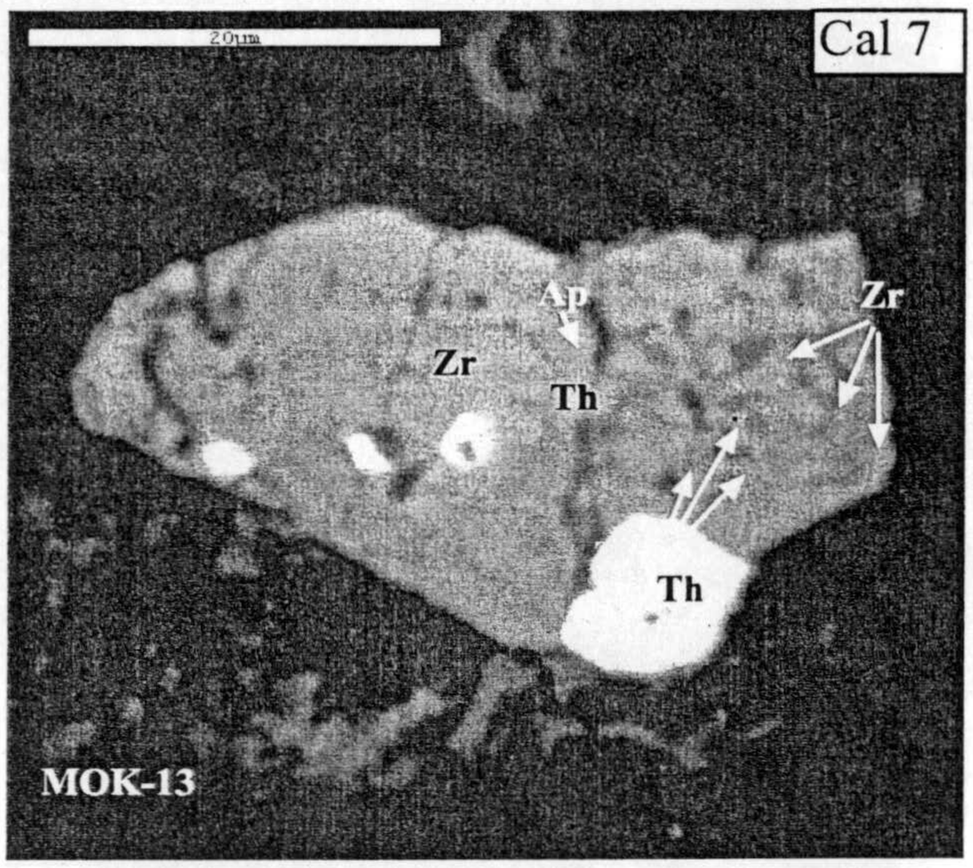


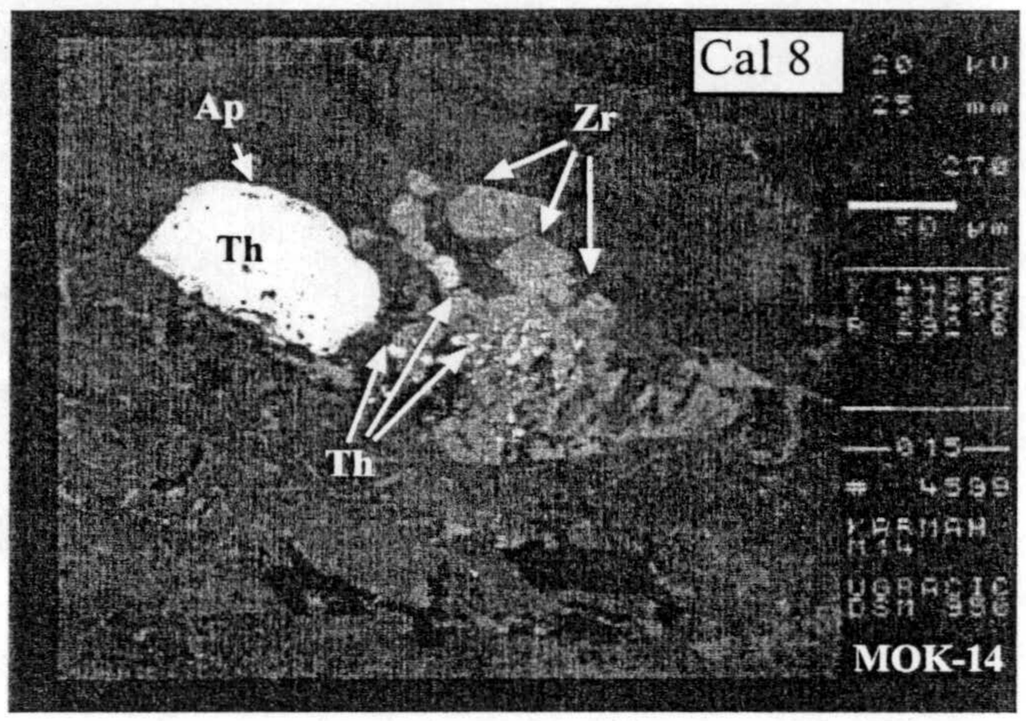


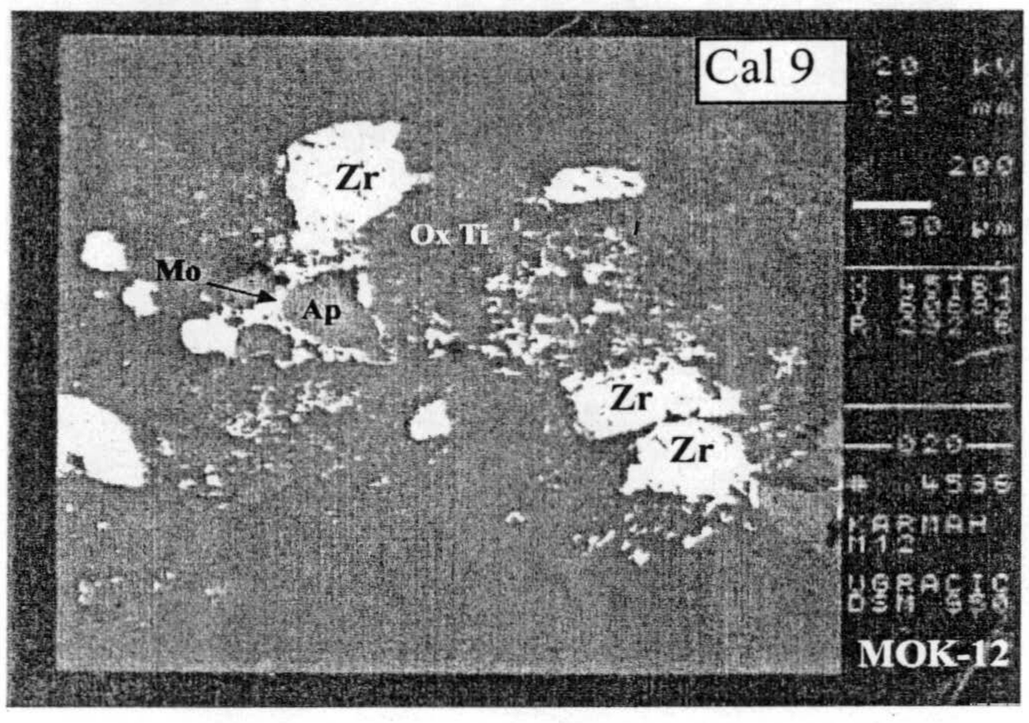


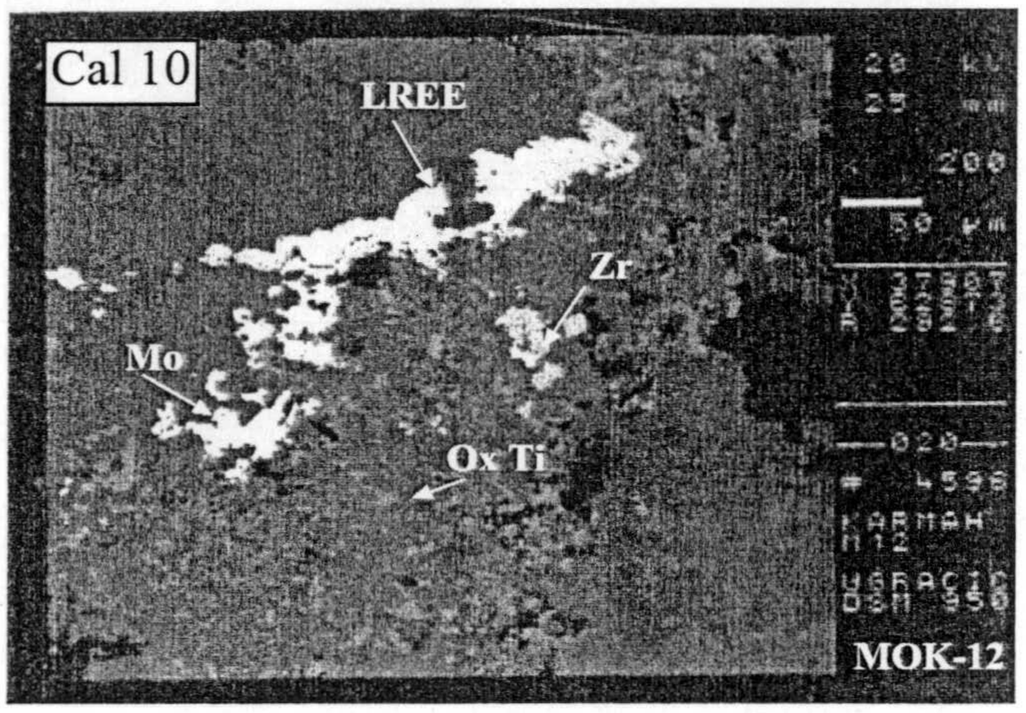


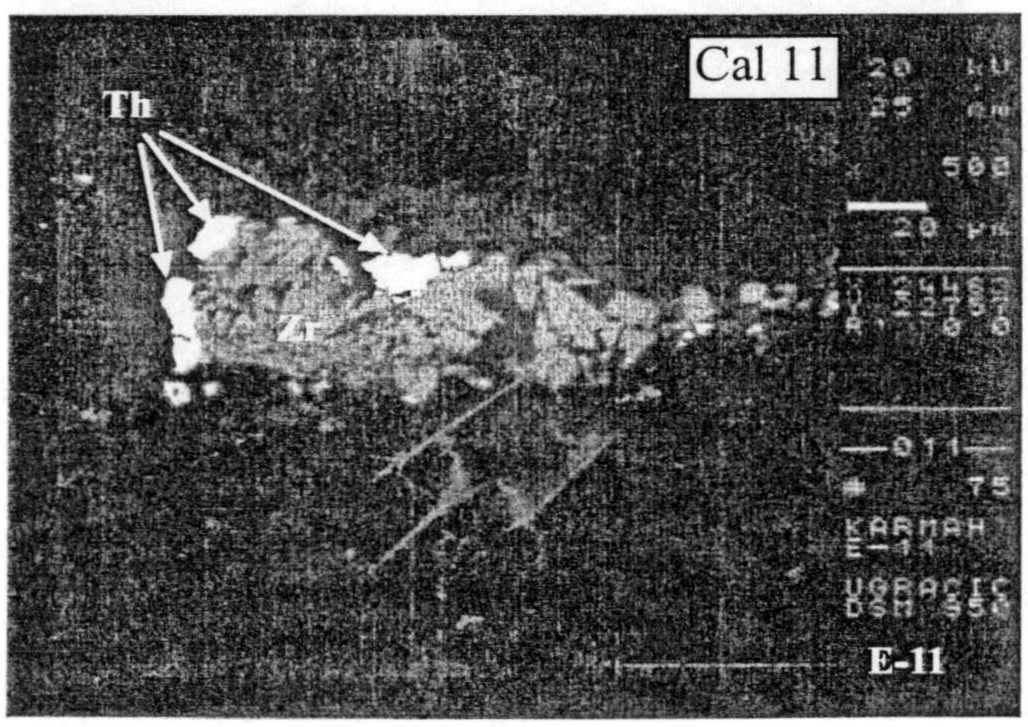
Fotos Cal 1-35. Imágenes de SEM del granito de Calera de León. I.

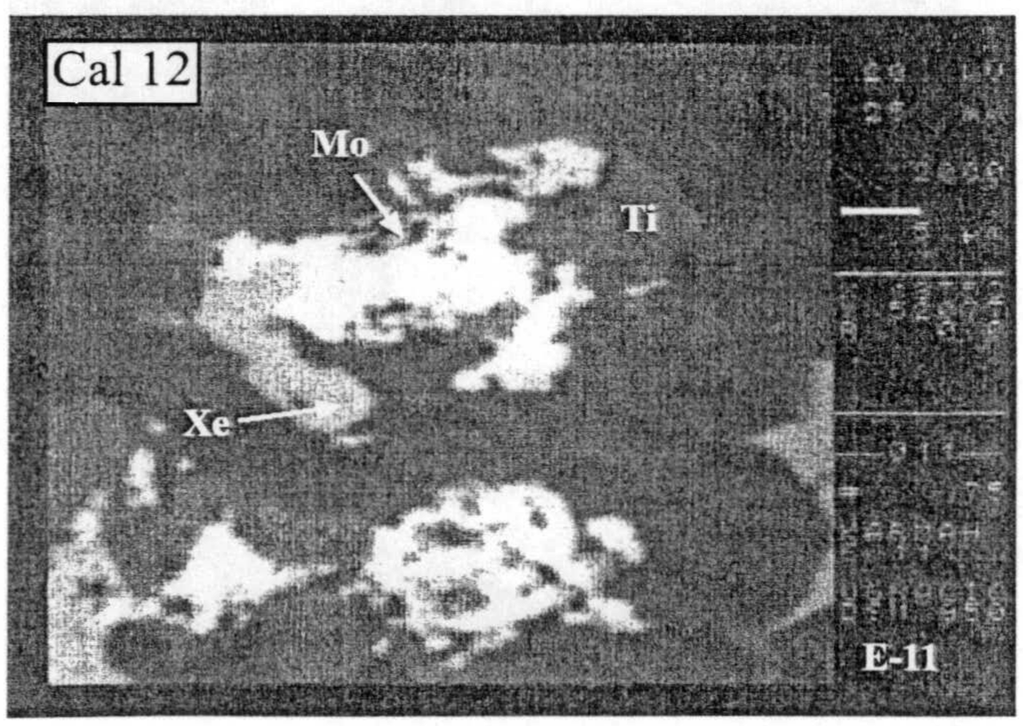




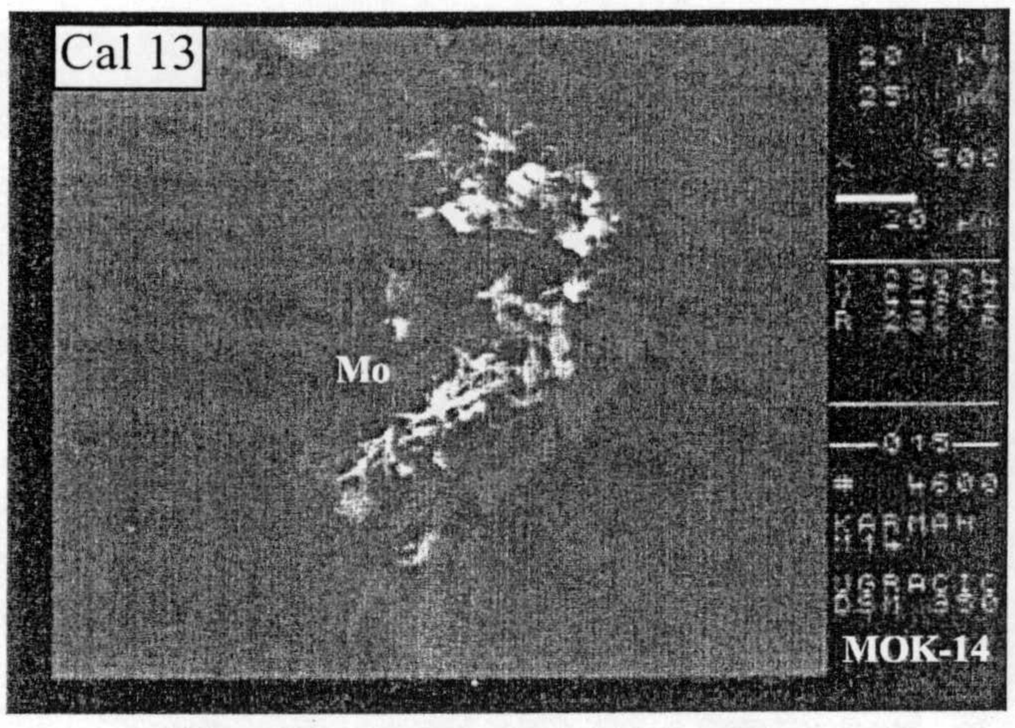


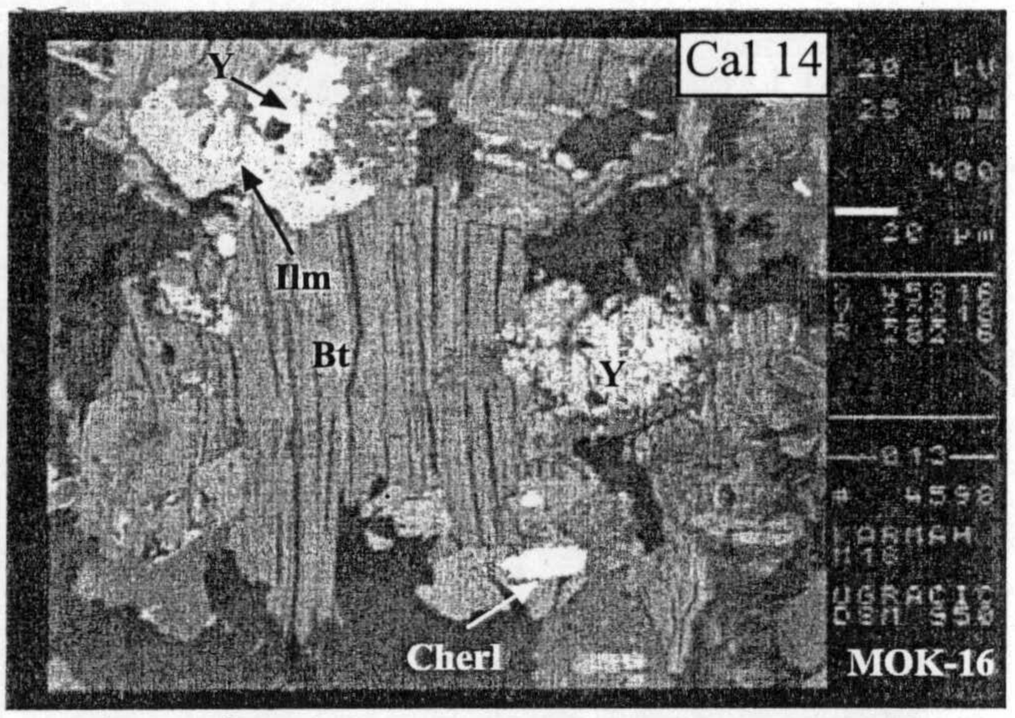


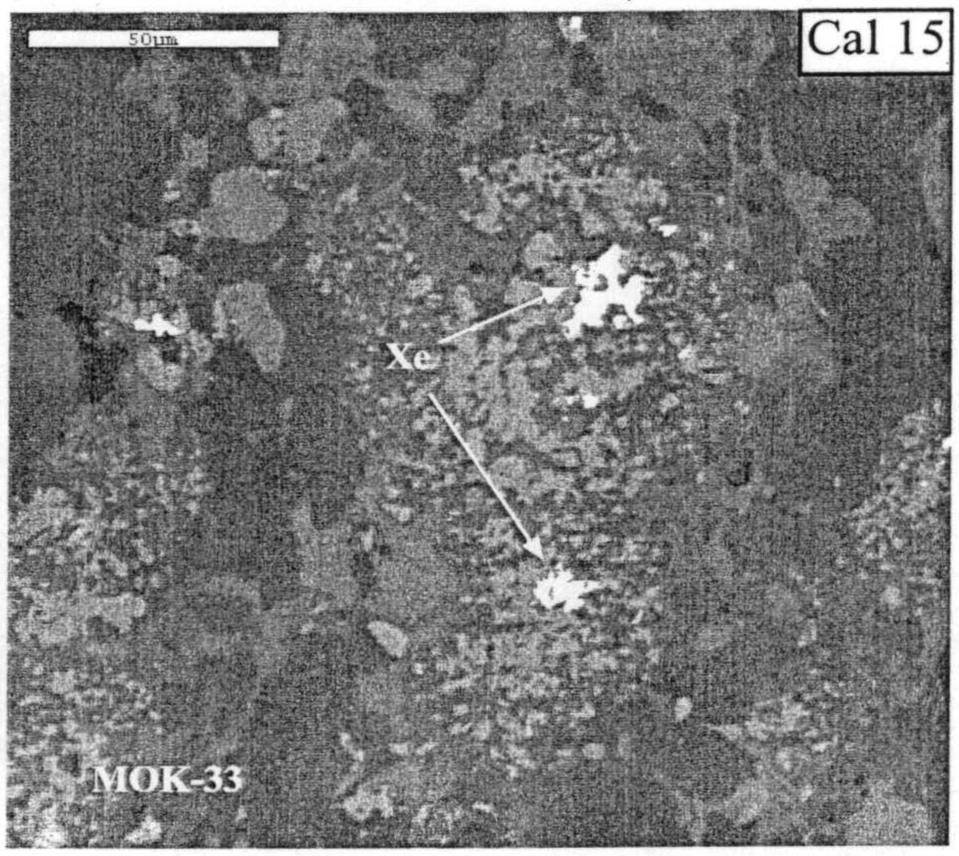


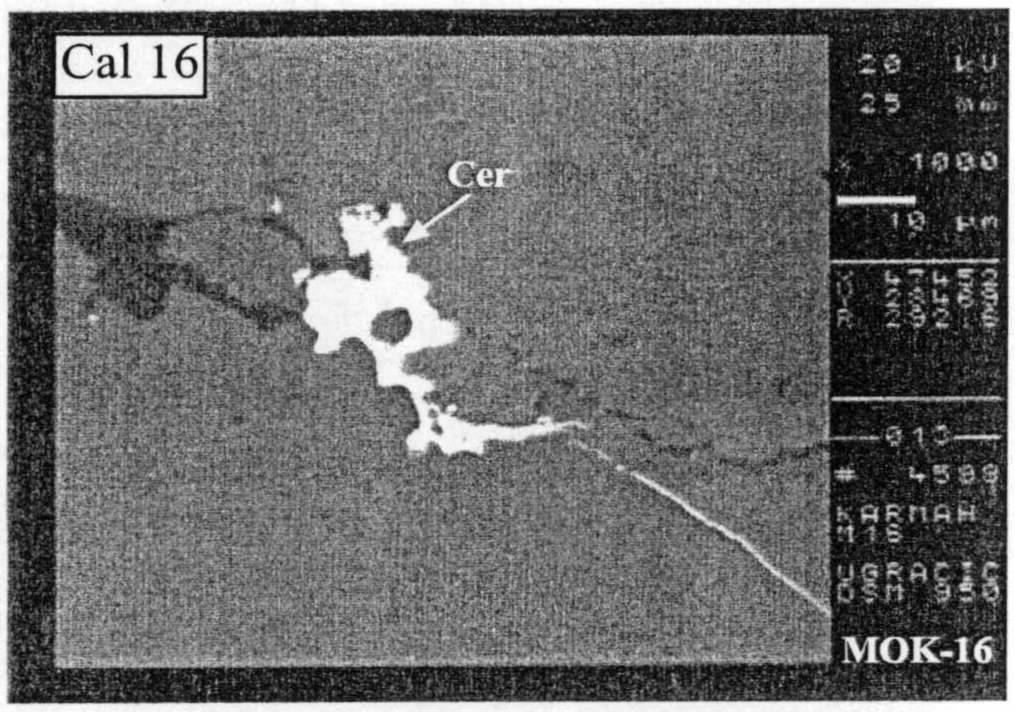


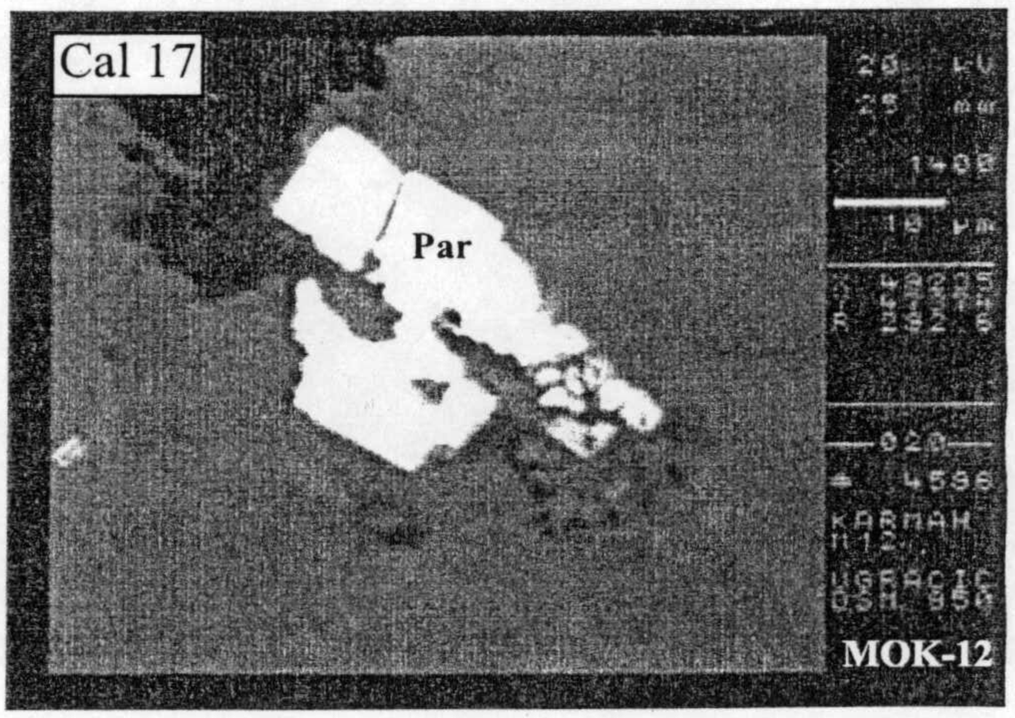
Fotos Cal 1-35. Imágenes de SEM del granito de Calera de León. II.



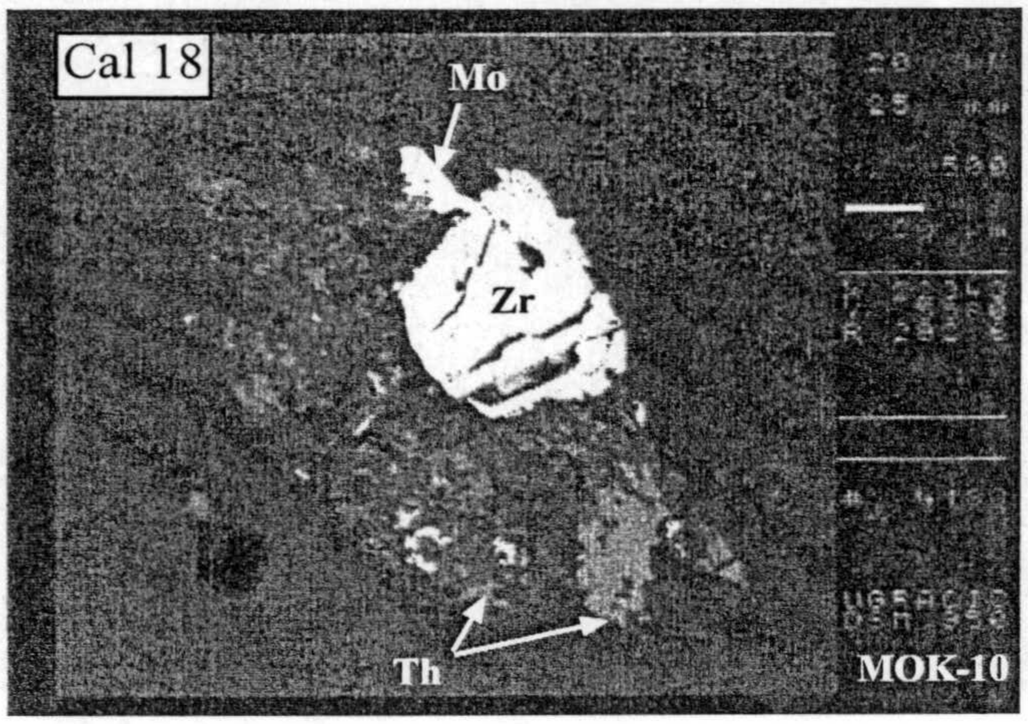




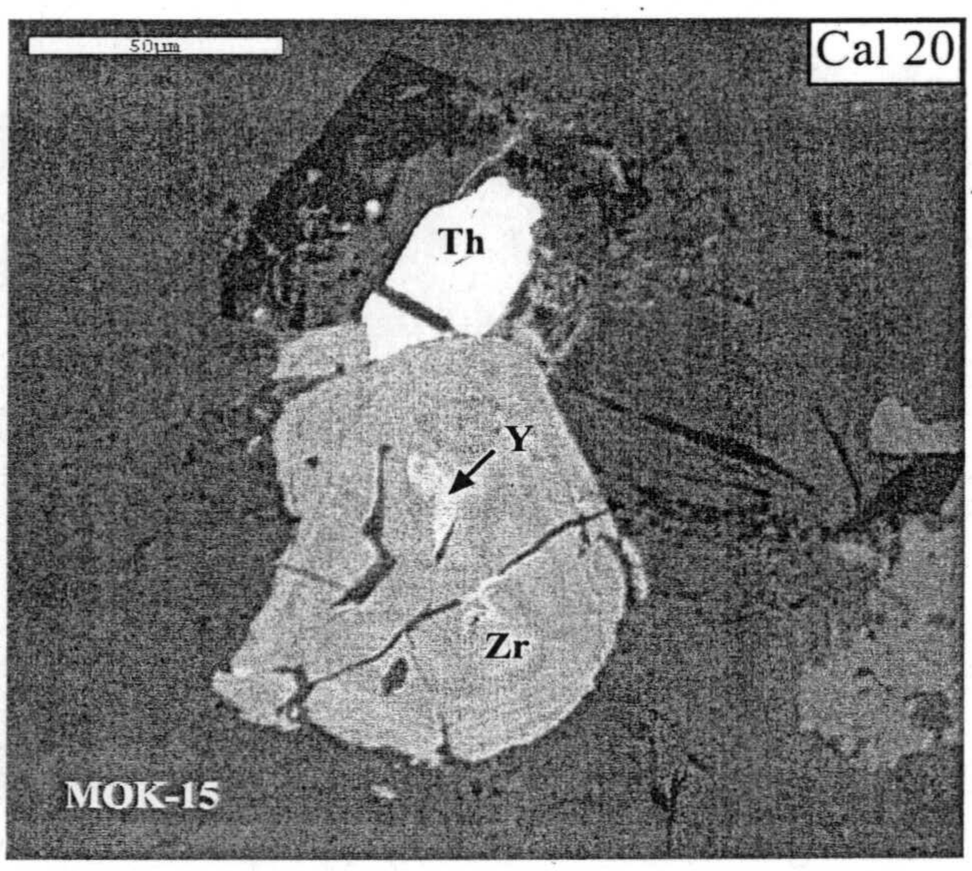


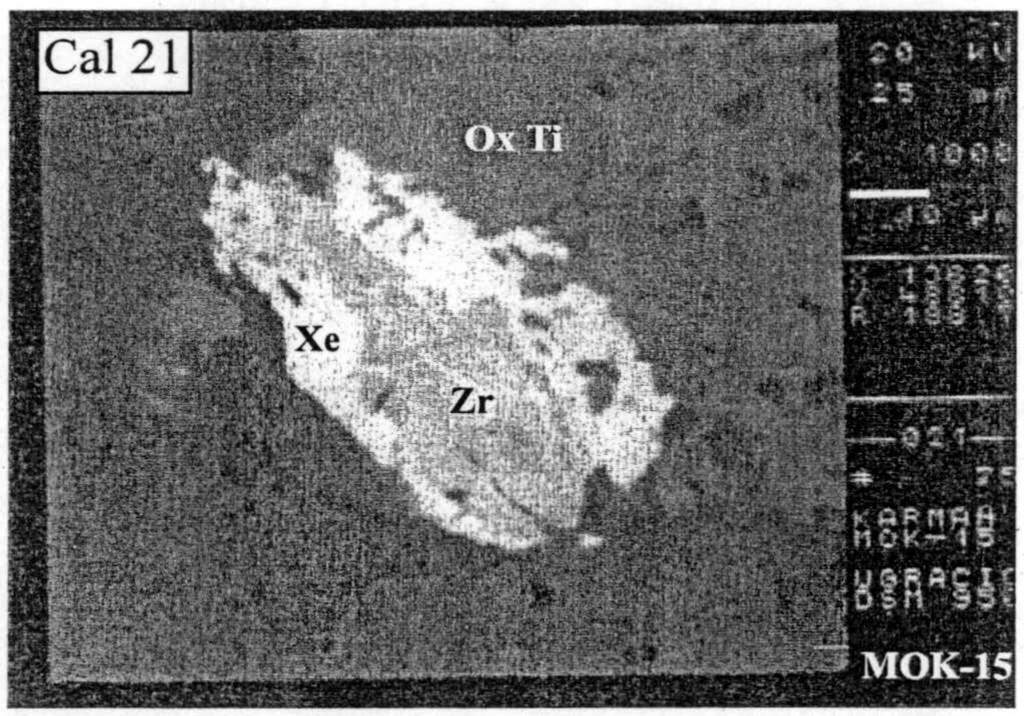


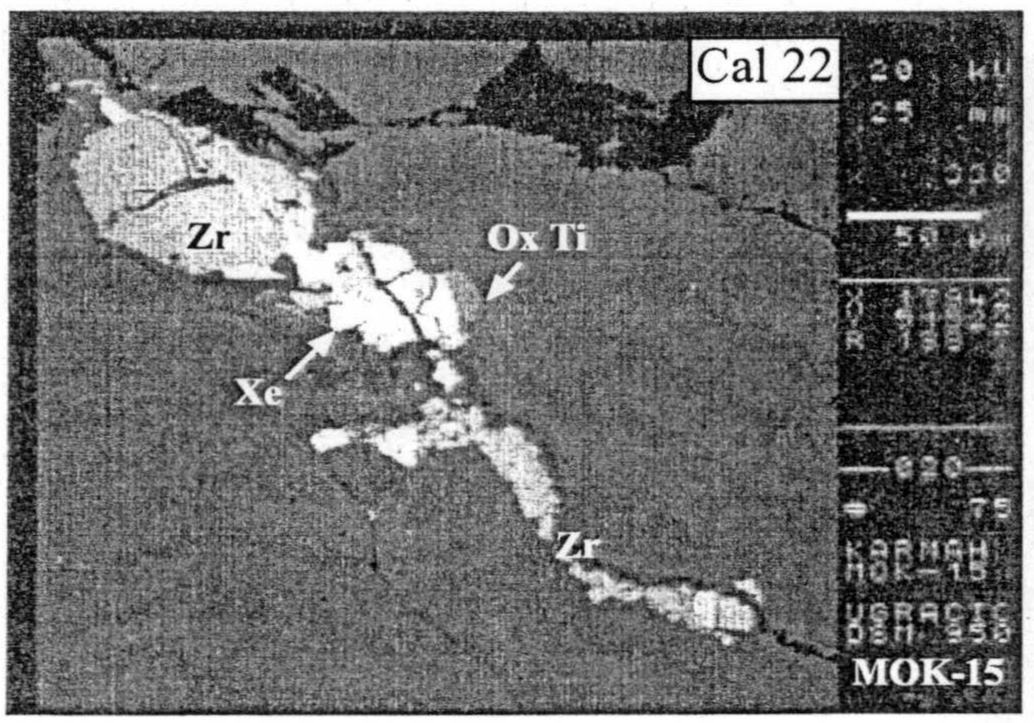
Fotos Cal 1-35. Imágenes de SEM del granito de Calera de León. III.

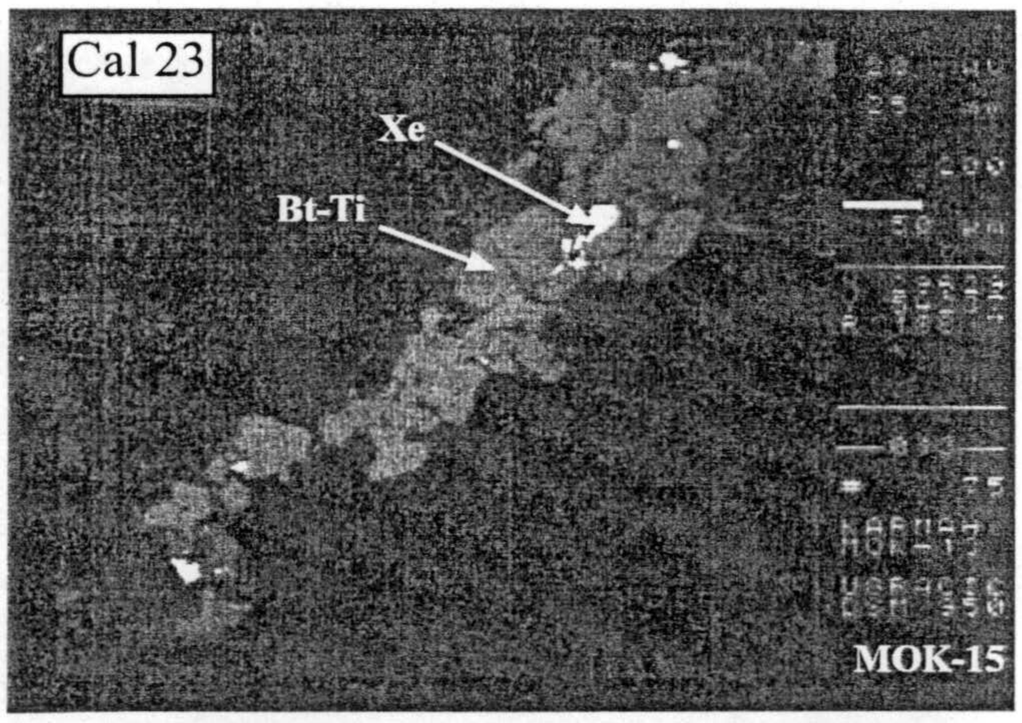




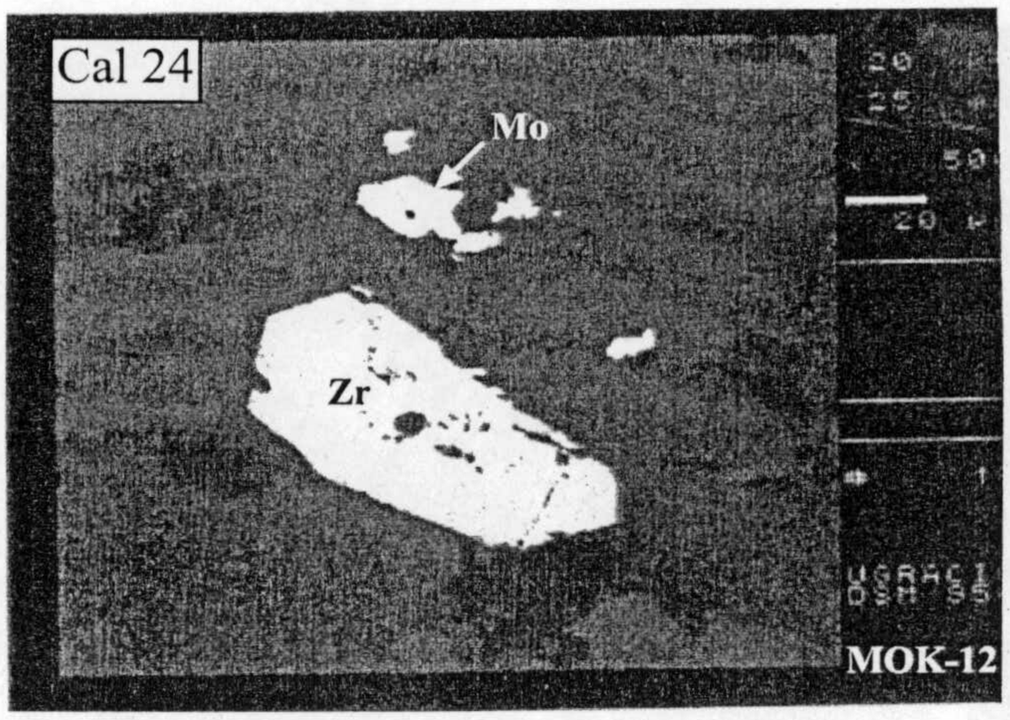


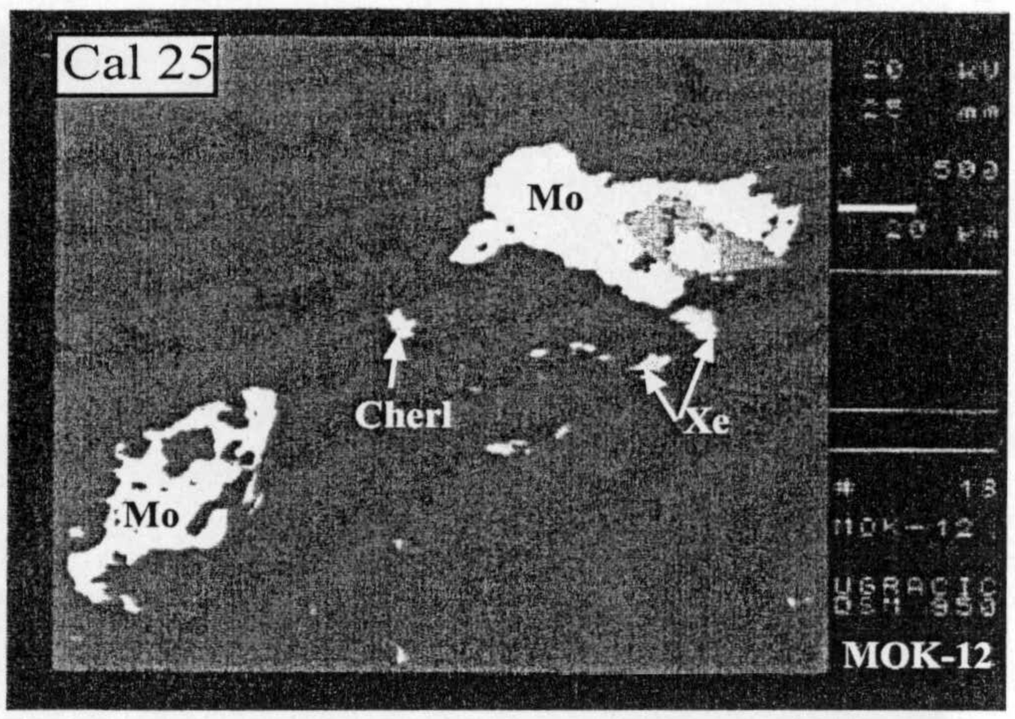


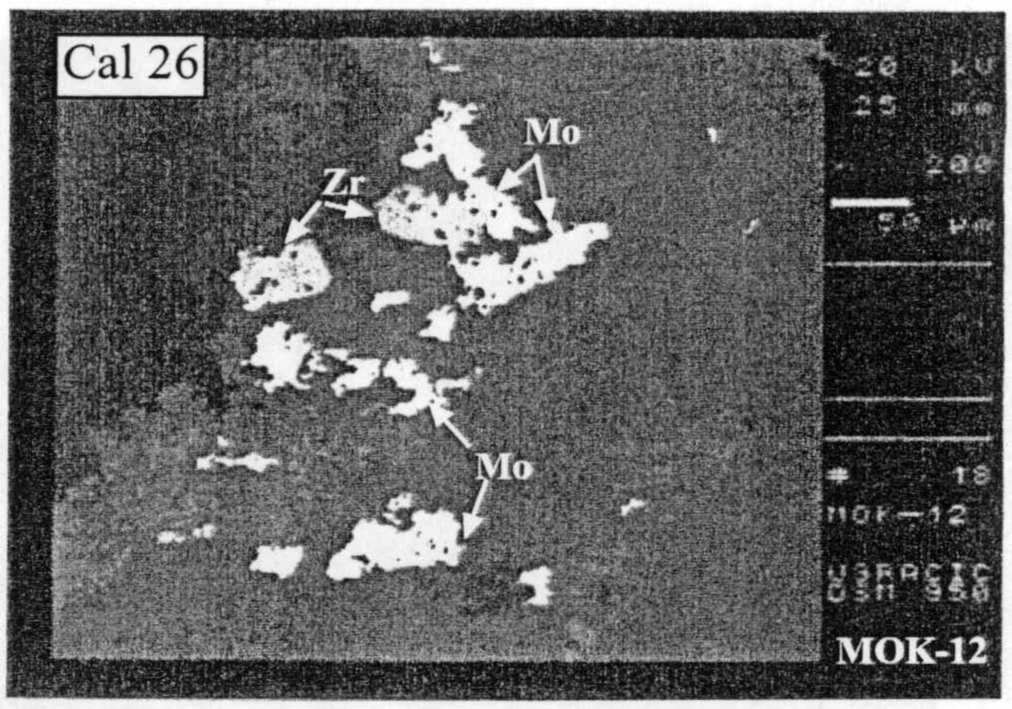


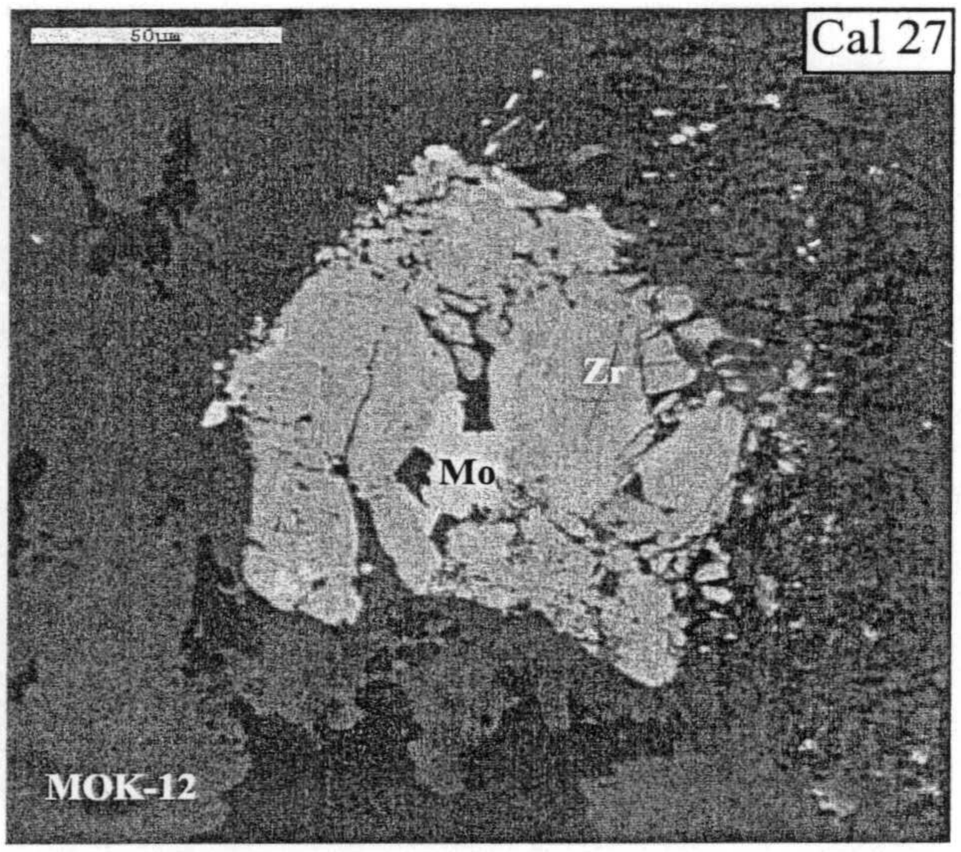


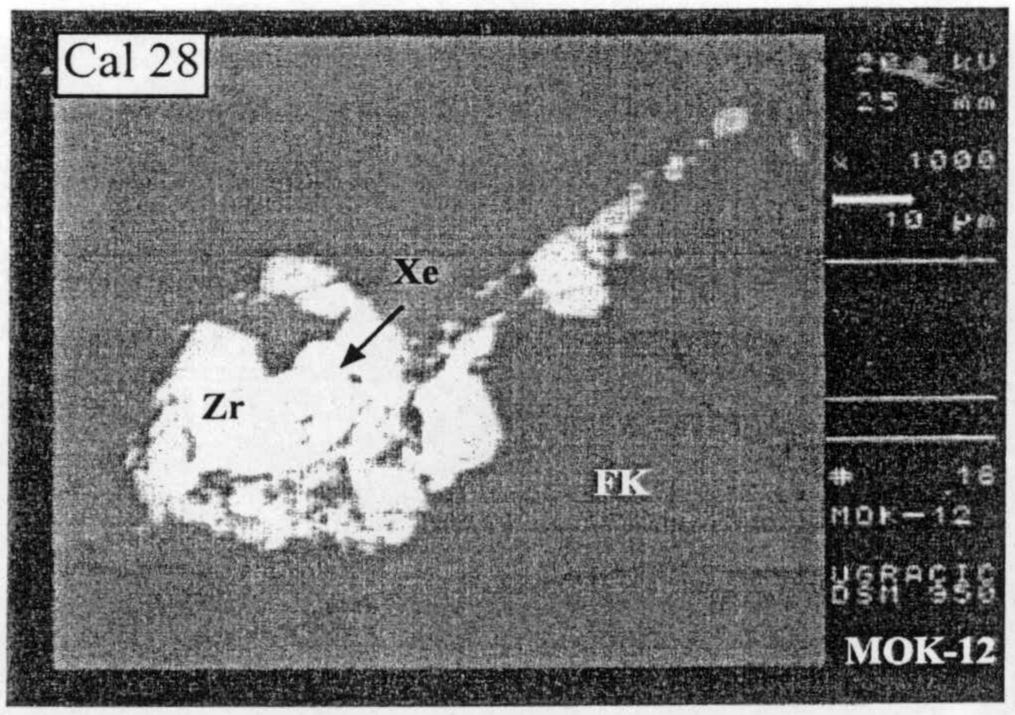
Fotos Cal 1-35. Imágenes de SEM del granito de Calera de León. IV.

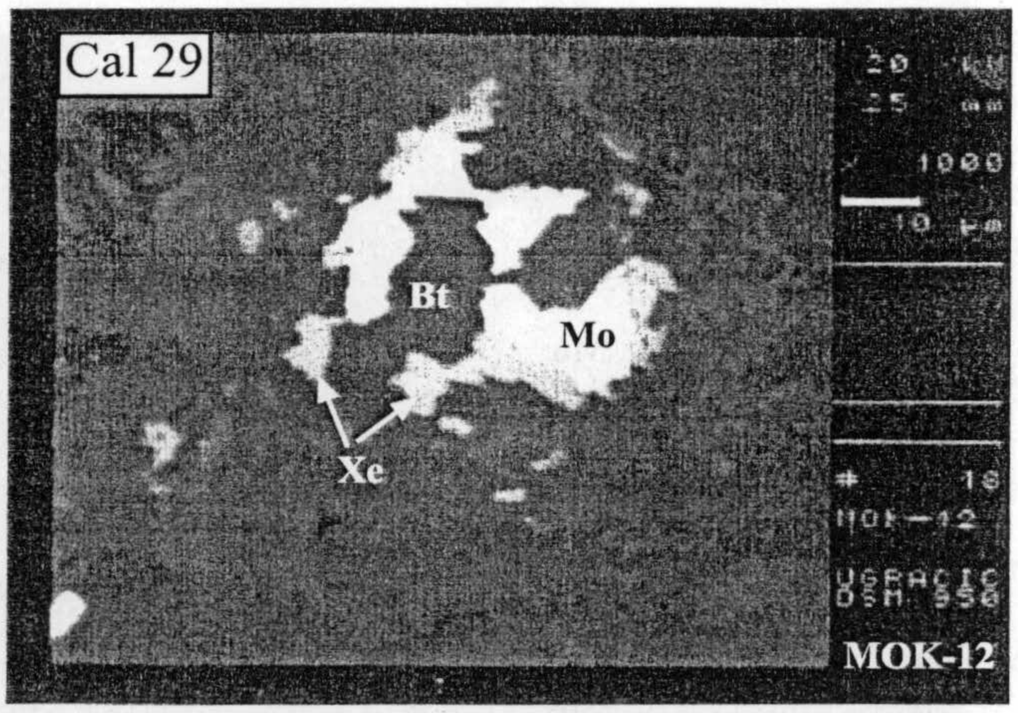




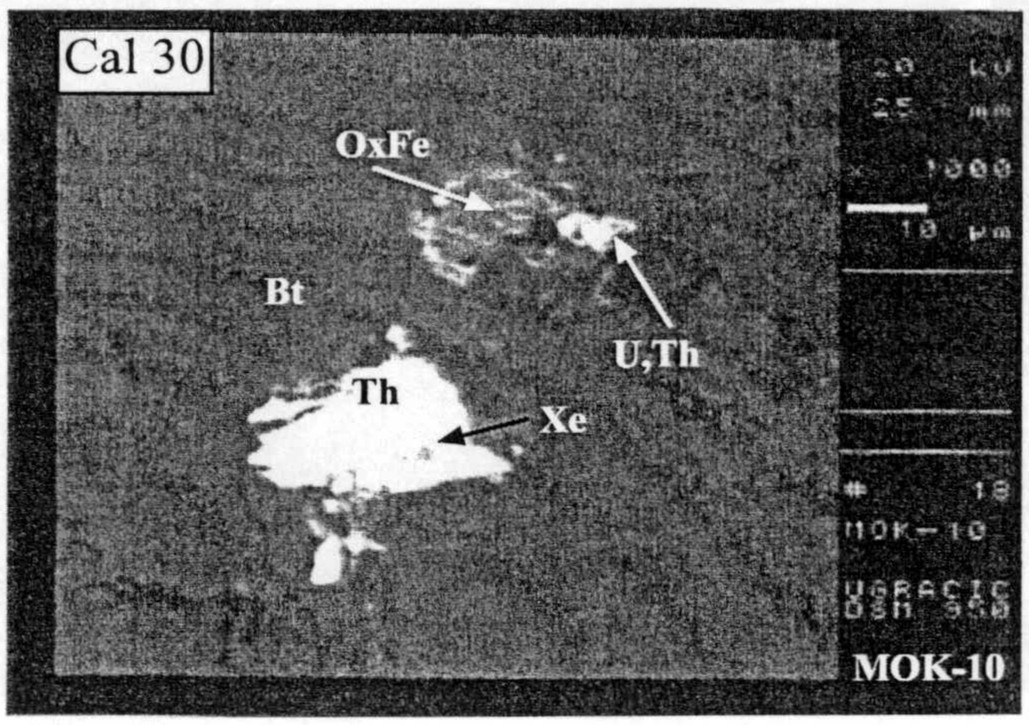


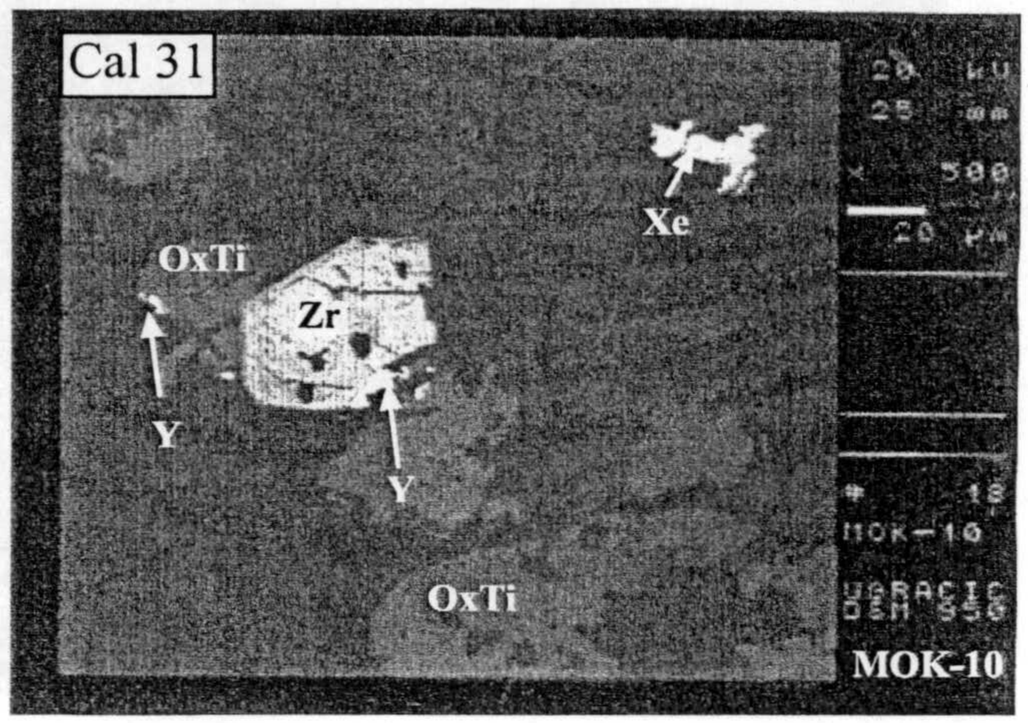


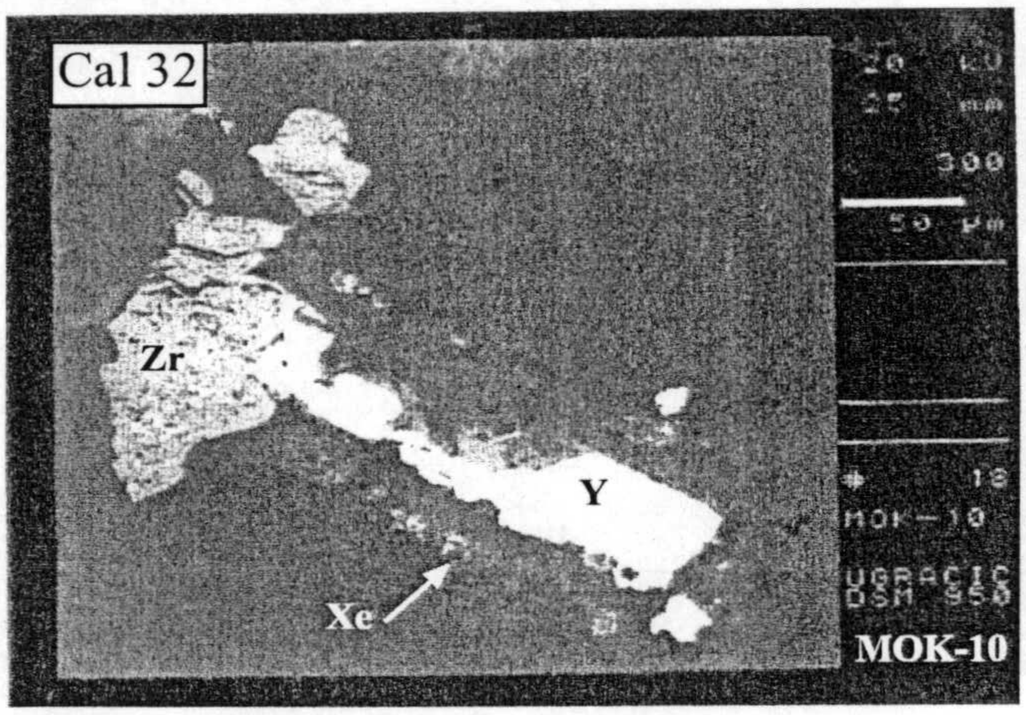


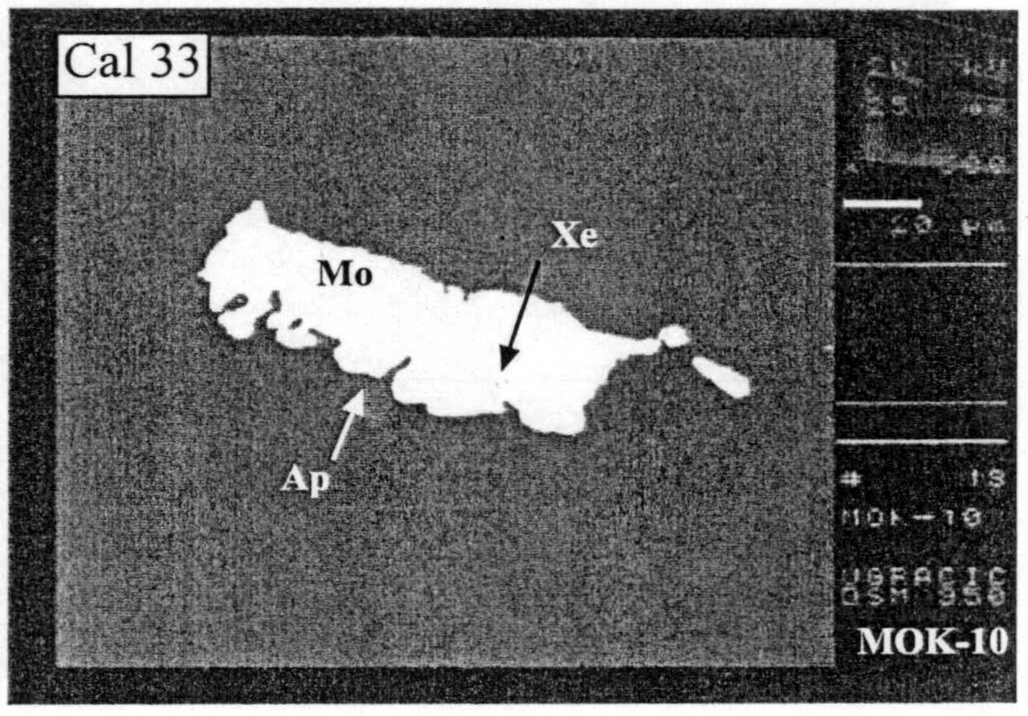


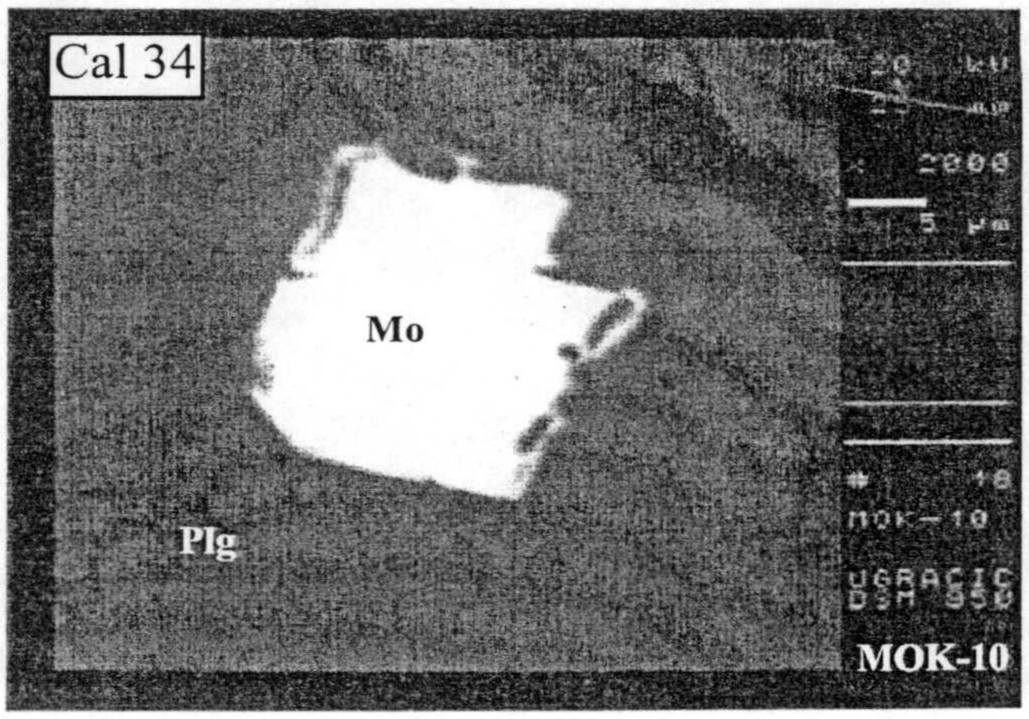
Fotos Cal 1-35. Imágenes de SEM del granito de Calera de León. V.

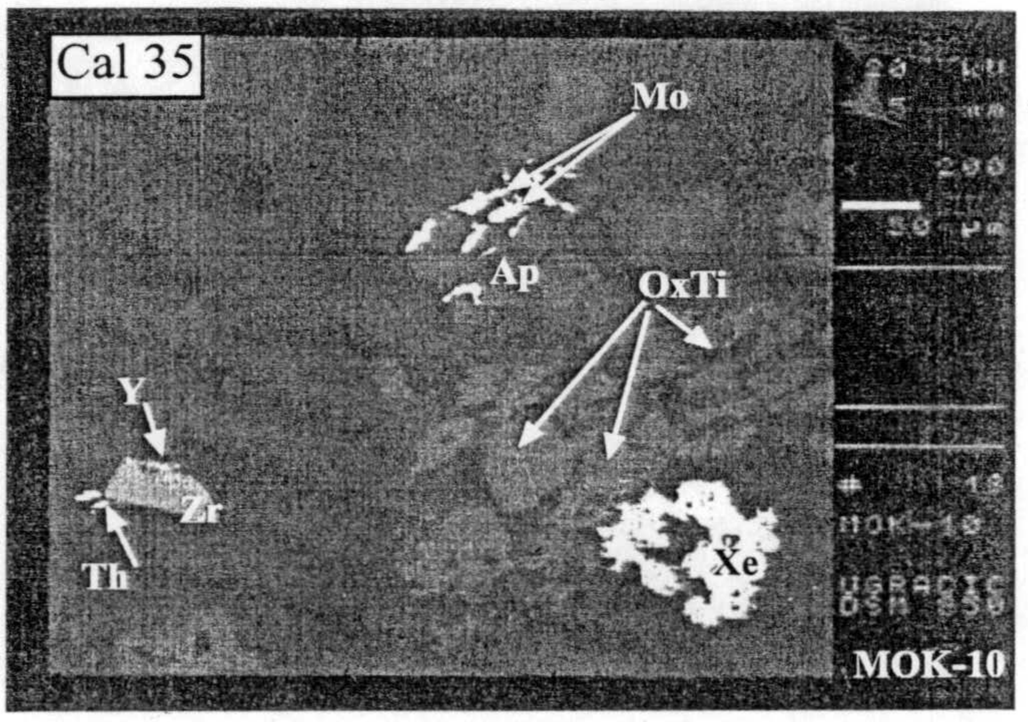












Fotos Cal 1-35. Imágenes de SEM del granito de Calera de León. VI.

IV- Tonalita del Culebrín.

IV.1- Relaciones de campo.

La tonalita del Culebrín forma un plutón elongado NO-SE cuya superficie cartográfica ocupa aproximadamente 8x2 km. y está situado en la parte central-izquierda de la Hoja nº 897 (Monesterio) del Mapa Geológico de España (MAGNA). La tonalita del Culebrín intruye en los esquistos, pizarras y grauvacas de la Sucesión Tentudía (al techo de la Serie Negra) que son su límite N. El límite S es el granito del Castillo con el que tiene un contacto de dirección N130E. A lo largo del límite S también se han observado diques aplíticos (de dirección N40E/subvertical) del granito del Castillo cortando a la tonalita (Mapa 2), por lo cual parece que aquel intruye a esta.

La tonalita del Culebrín es una roca mesocrática, de tamaño de grano medio. Los minerales leucocráticos se presentan como cristales allotriomórficos de cuarzo y cristales subidiomórficos de plagioclasa. Como minerales máficos destacan anfíbol y biotita en cristales subidiomórficos (Foto 18). La foliación es más o menos penetrativa según las zonas; en general varía entre N120-140E/20-60NE (ver Mapa 4). En el borde N también se han observado bandas miloníticas con una orientación mineral N-S ó N200E. En el borde sur, Eguíluz (1987) describió la presencia de zonas tectonizadas discontinuas; nosotros, sin embargo, solo hemos podido observar zonas que, por lo general, están relacionadas con pequeñas fallas tardías (de igual dirección que el cabalgamiento de Monesterio), donde la tonalita está muy cloritizada.

Una característica esencial de la tonalita del Culebrín es la presencia de numerosos enclaves que se distribuyen sobre todo en la parte central y hacia el S. Dichos enclaves suelen aparecer concentrados por zonas, formando enjambres (Foto 19). Su tamaño es variable, aunque raramente superan los 50 cm de diámetro; tienen formas elipsoidales, angulosas o sinuosas, y su composición también es variable. Los más abundantes son los enclaves básicos, de tamaño de grano fino, compuestos por cristales subidiomórficos de plagioclasa, biotita, anfíbol y algo de cuarzo; presentan, casi siempre, formas subredondeadas y bordes netos, aunque a escala microscópica son más difusos (Foto 20). Además de los anteriores, se encuentran también enclaves hipermicáceos biotíticos muy alterados, algunos de ellos orientados (Foto 21). En algunas zonas, estos enclaves aparecen rodeados por una banda leucocrática

sinuosa, formada por feldespatos y escasa biotita. Eguíluz (1987)

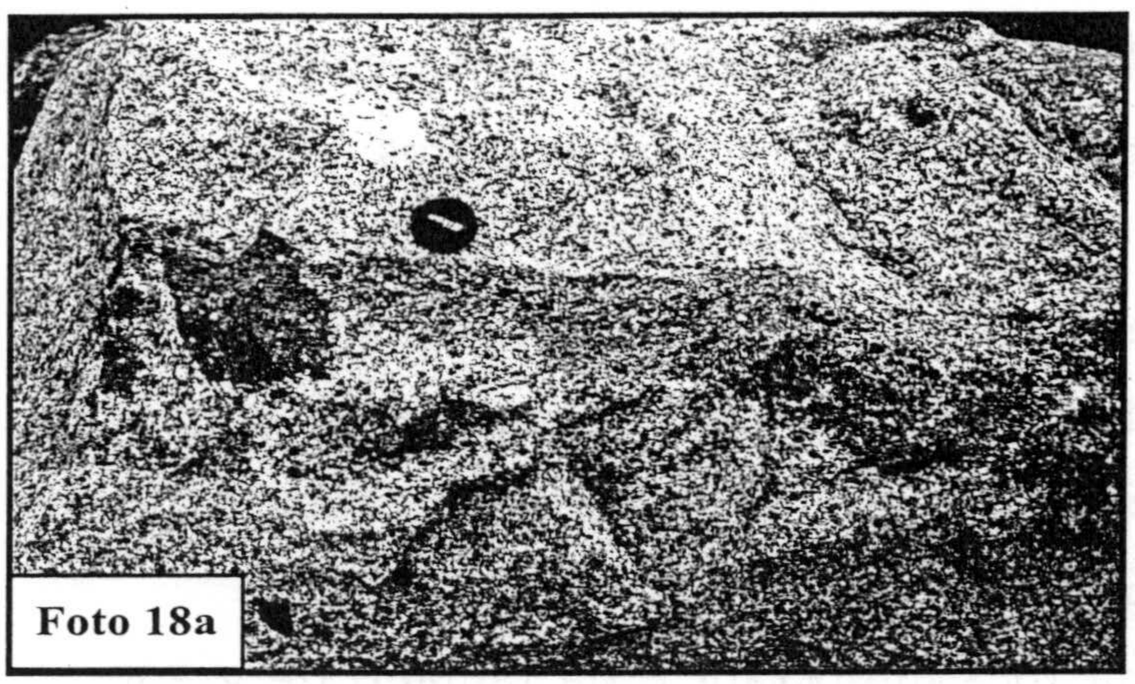


Foto 18a

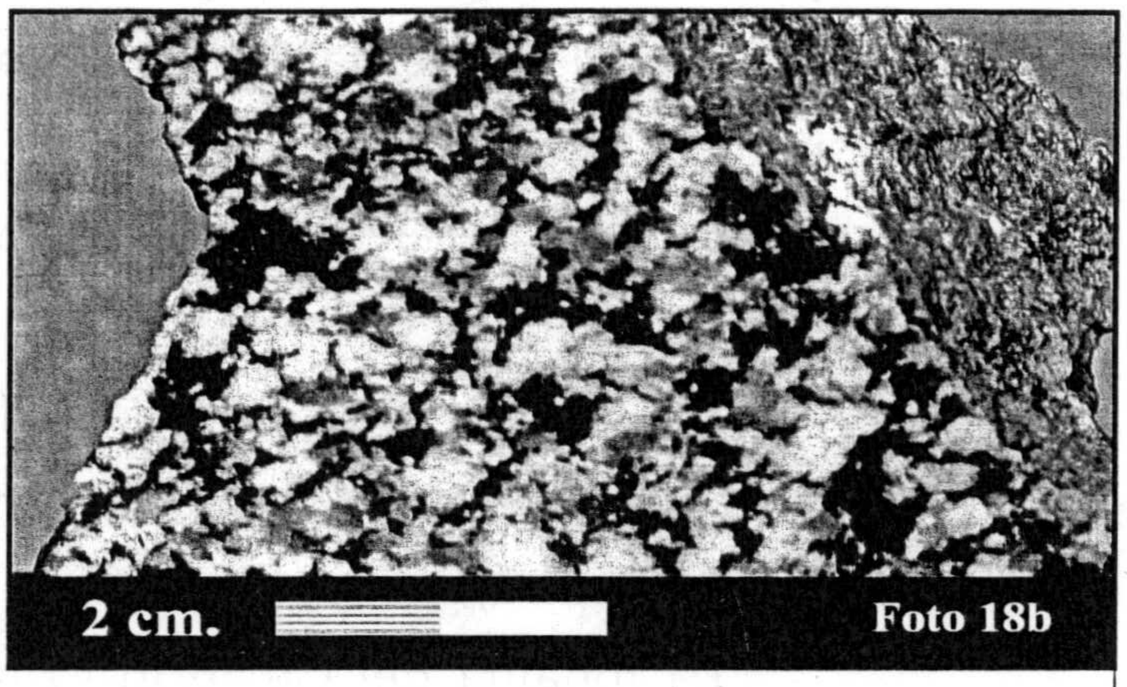


Foto 18b

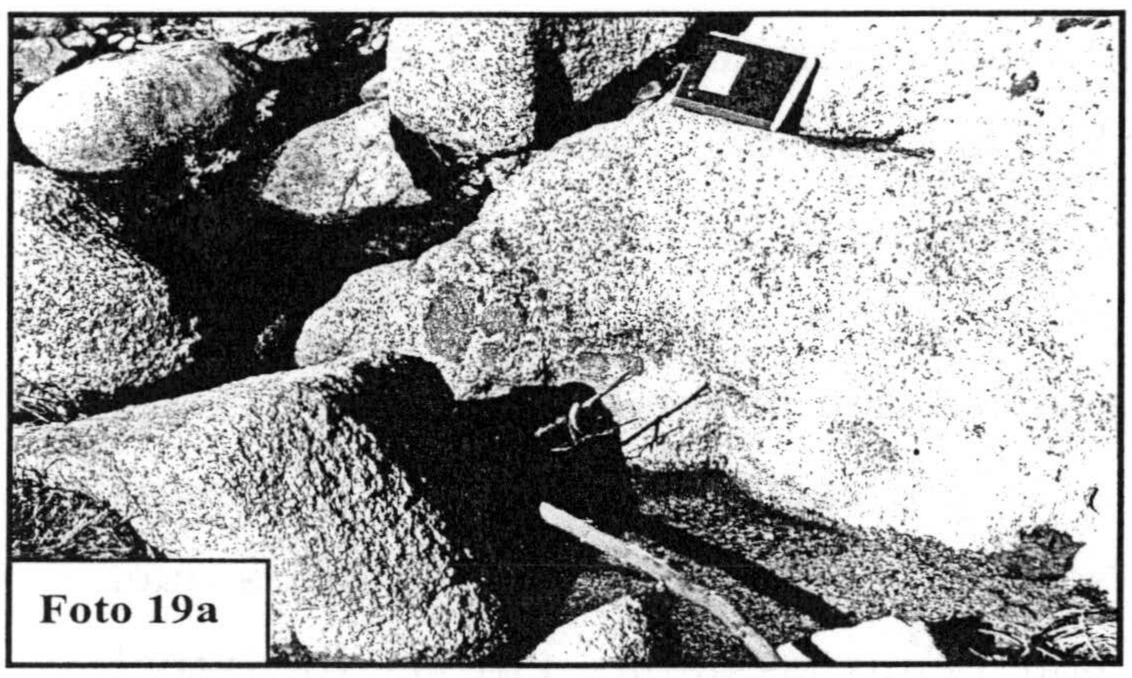
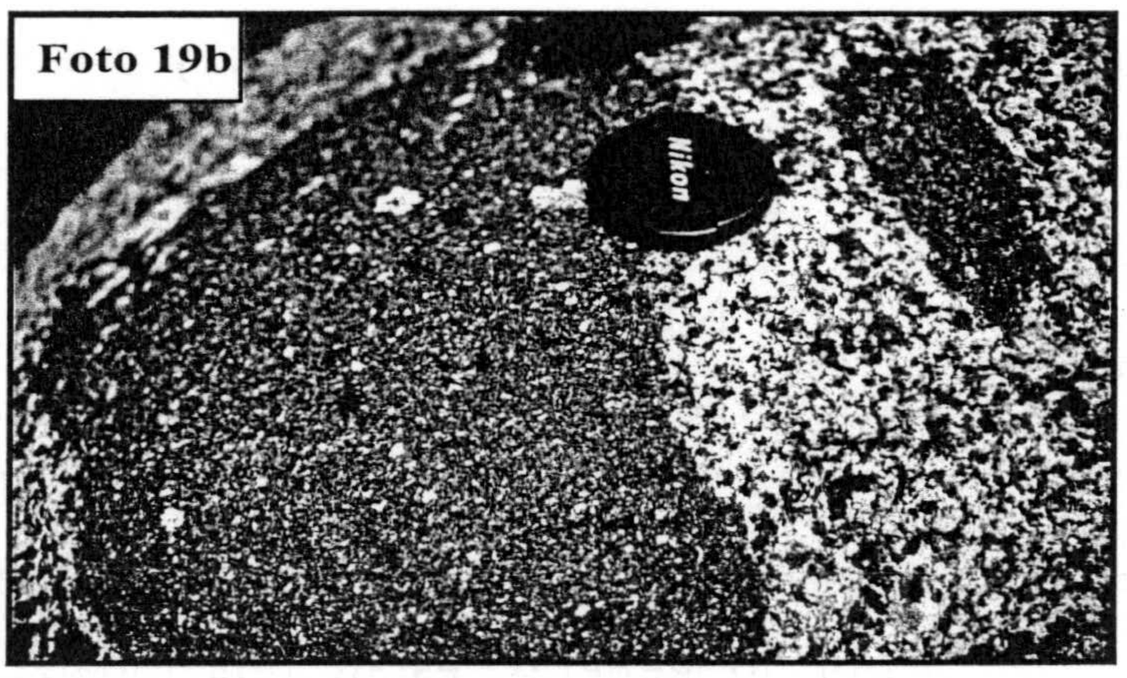


Foto 19a



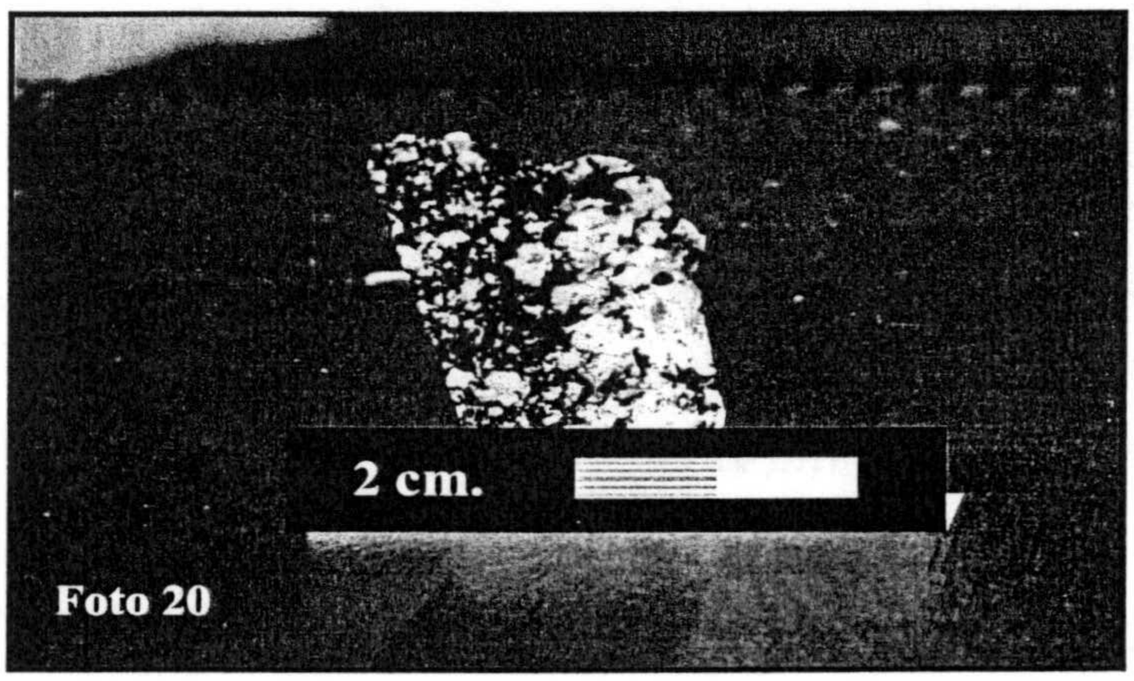


Foto 20



Foto 18 a-b.- Aspecto macroscópico de la tonalita del Culebrín.
Foto 19a.- Enclaves básicos formando enjambres en la tonalita del Culebrín.
Foto 19b.- Aspecto macroscópico de los enclaves básicos.
Foto 20.- Detalle del borde del enclave básico en la tonalita del Culebrín.
Foto 21.- Enclaves básicos rodeados por bandas hipermicáceas en la tonalita del Culebrín.

describió también enclaves de rocas básicas de la Sucesión Tentudía.

La tonalita del Culebrín produce una aureola de metamorfismo que se desarrolla, sobre todo, en el borde septentrional (Eguíluz, 1987). El encajante presenta nódulos sericíticos que, probablemente, son pseudomorfos de silicatos de aluminio-andalucita. También hay numerosas venas formadas por cuarzo o por cuarzo y feldespatos, resultado de la intrusión.

Al igual que ocurría con el Complejo de Monesterio y el granito de Calera, la tonalita del Culebrín está cortada por diques tardíos de diabasa, pero en este caso la abundancia de los mismos es mucho mayor. Son diques de dirección N140E/70E, de 20 cm hasta 1.5 m de ancho (Foto 22), que, incluso, presentan bordes de enfriamiento.

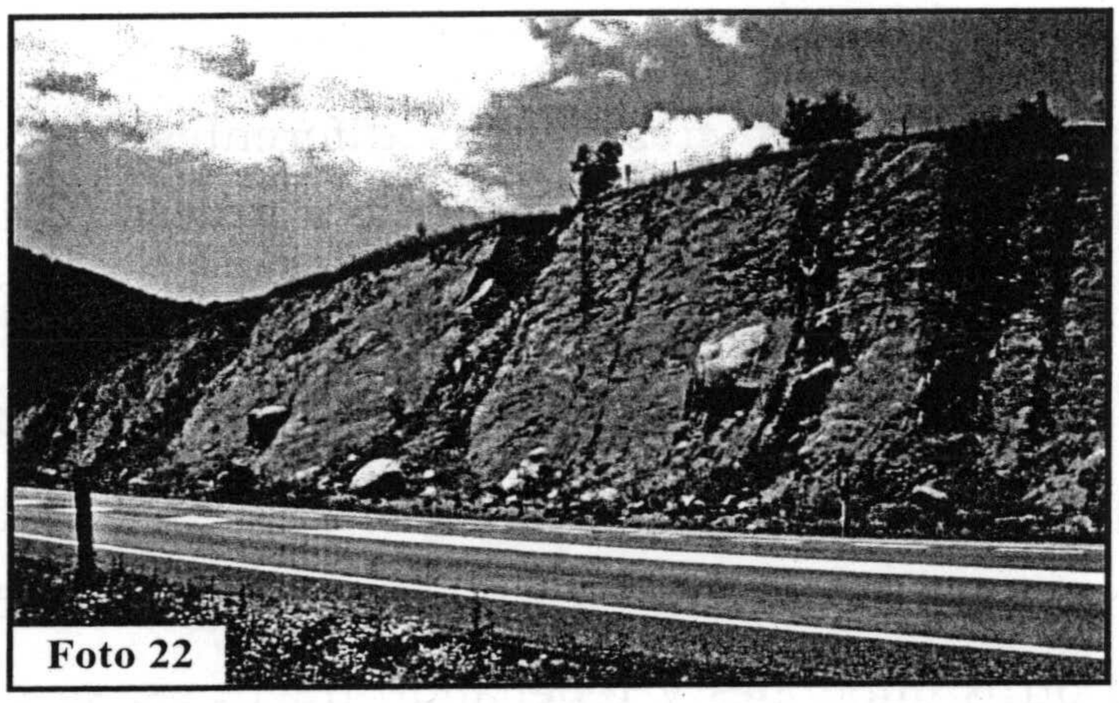


Foto 22.- Diques de diabasa cortando a la tonalita del Culebrín.

Finalmente se han encontrado segregaciones leucocráticas de carácter aplítico, con pequeños cristales de anfíbol sin una orientación preferente, que posiblemente estén relacionadas con cizallas dúctiles tardías.

Sobre la edad de la tonalita de Culebrín hay que mencionar que no existen datos geocronológicos previos (Tabla 1) y siempre se le ha relacionado con macizos de edad hercínica como Burguillos del Cerro, Brovales... En este trabajo se han datado, por primera vez, diferentes muestras y todas indican que su cristalización tuvo lugar sobre los 532±4 Ma (ver apartado IV.5.2).

IV.2- Petrografía.

Tonalitas:

Las proyecciones modales de la tonalita del Culebrín corresponden a la de una tonalita *ss.* (Fig. 2). Se trata de rocas con una textura holocristalina, hipidiomórfica, heterogranular, con tamaño de grano fino a medio, y un índice de color que corresponde a una roca mesocrática. Muchos de los cristales están fracturados y las grietas tienen un relleno posterior de cuarzo recristalizado. Los minerales mayoritarios son, por orden decreciente de abundancia: plagioclasa, biotita, anfíbol, cuarzo y raramente feldespato potásico; como minerales accesorios se han observado principalmente epidota, circón, apatito, titanita, óxidos y sulfuros.

Minerales esenciales y varietales:

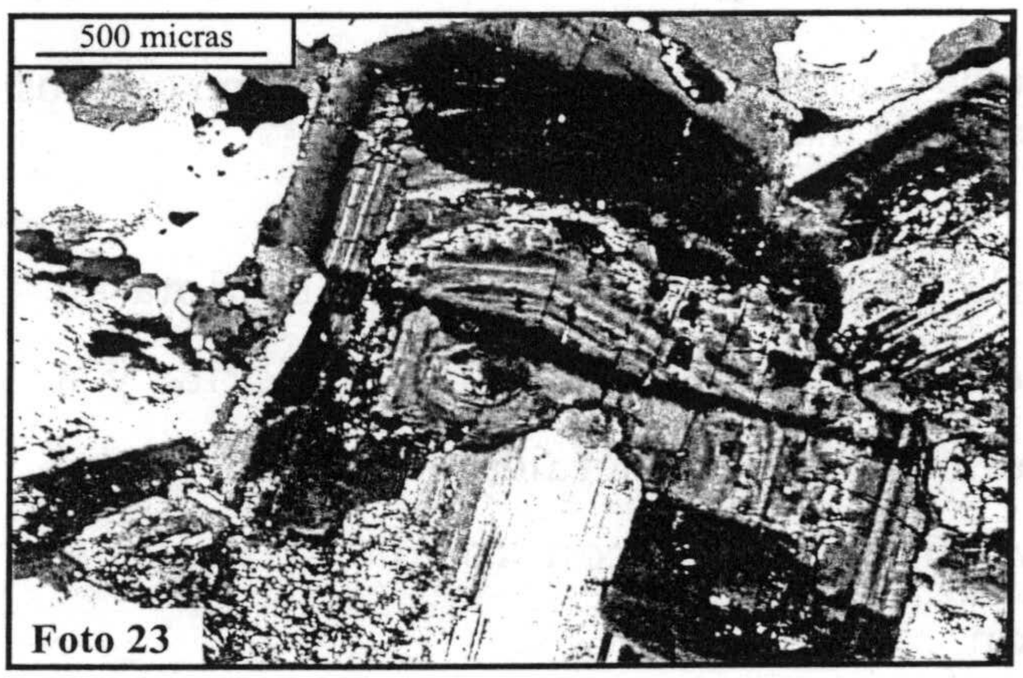
Cuarzo: aparece de tres formas diferentes: (1) como cristales allotriomórficos, de tamaño de grano medio a grueso ($\varnothing \approx$ 1-5 mm), (2) como cuarzo recristalizado y (3) como pequeños cristales allotriomórficos, con los bordes redondeados, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.3 mm. El cuarzo de tamaño medio a grueso tiene los contornos suturados y extinción ondulante. El cuarzo recristalizado está asociado a los bordes de grano de otros minerales y rellenando fracturas; su porcentaje varía según las muestras. El cuarzo de tamaño de grano fino aparece incluido en otros minerales, frecuentemente en plagioclasa.

Feldespato potásico: es muy escaso y no aparece en todas las muestras. Los cristales de feldespato potásico son allotriomórficos y tienen un tamaño de grano fino a medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 2 mm). Presentan un maclado en enrejado típico de la microclina.

Plagioclasa: aparece formando cristales cuyos contornos oscilan desde subidiomórficos a allotriomórficos, pero también se encuentran fragmentos con los bordes irregulares. El tamaño de grano va de fino a medio, $\varnothing \approx$ 0.2-5 mm. En ocasiones los fragmentos forman el núcleo de un nuevo cristal, al unirse mediante un recrecimiento externo que los engloba a ambos (Foto 23). Los cristales de plagioclasa presentan maclas

polisintéticas muy finas. Hay ejemplares que, a la vez, están zonados.

Los individuos analizados tienen un rango composicional de An_{25-49} en los bordes a An_{18-55} en las zonas centrales (Fig. 32). En este intervalo de composiciones están representados los análisis de cristales tanto maclados, como maclados y zonados. En el caso de las muestras recogidas en la parte central del plutón los cristales presentan zonaciones tanto normales como inversas (Mapa 2, Tabla 18), y dos muestras, recogidas una en el borde N y otra en el S (SOK-39 y 38 respectivamente), se caracterizan por tener mayoritariamente cristales con zonados normales.



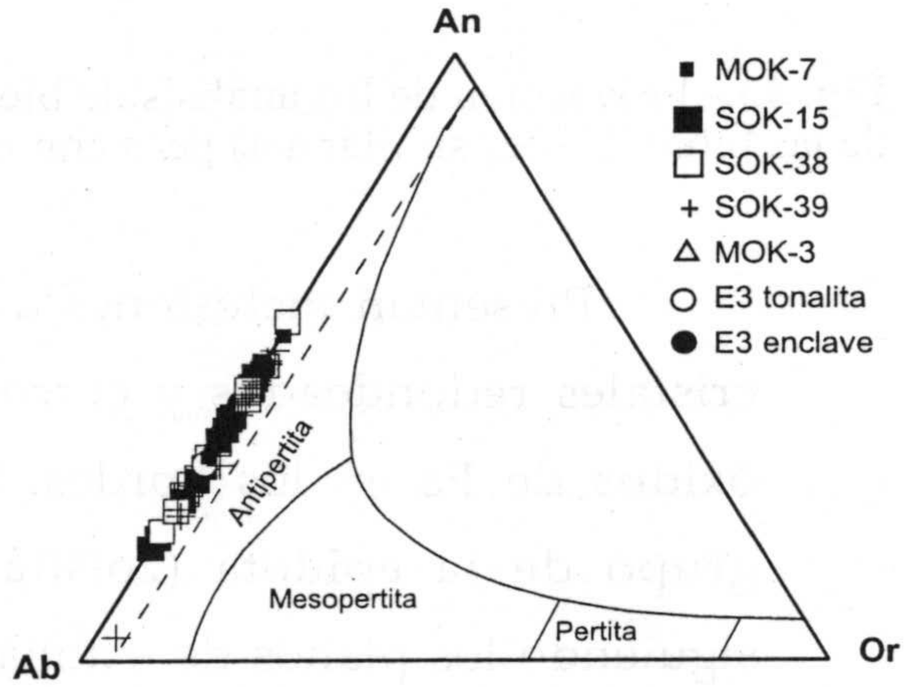


Foto 23.-Cristales de plagioclasa englobados por otra nueva plagioclasa (micrsocopio en nicoles cruzados).
Fig. 32.- Proyección de las plagioclasas de la tonalita del Culebrín en el diagrama Ab-An-Or.

La plagioclasa suele tener inclusiones de cuarzo y frecuentemente presenta la zona central alterada epidota secundaria, saussurita y moscovita.

Biotita: aparece como cristales subidiomórficos, con un tamaño ∅≈ 0.2-6 mm de largo y cuyos bordes suelen aparecer irregulares y alterados. El color varía desde verde a marrón. Como evidencia de la deformación algunos cristales están orientados; ocasionalmente, también muestran micropliegues, extinción ondulante o fracturas. Se ha observado biotita, tanto incluida en anfíbol, como en contacto con él.

Se trata de una biotita ligeramente magnesiana (Tabla 19), con una relación Fe/(Fe+Mg) entre 0.40.-0.44, correspondiendo los valores

más altos a las muestras del borde N y S (SOK-39 y 38). El contenido de ^{IV}Al oscila entre 1.15-1.24 (Fig. 33).

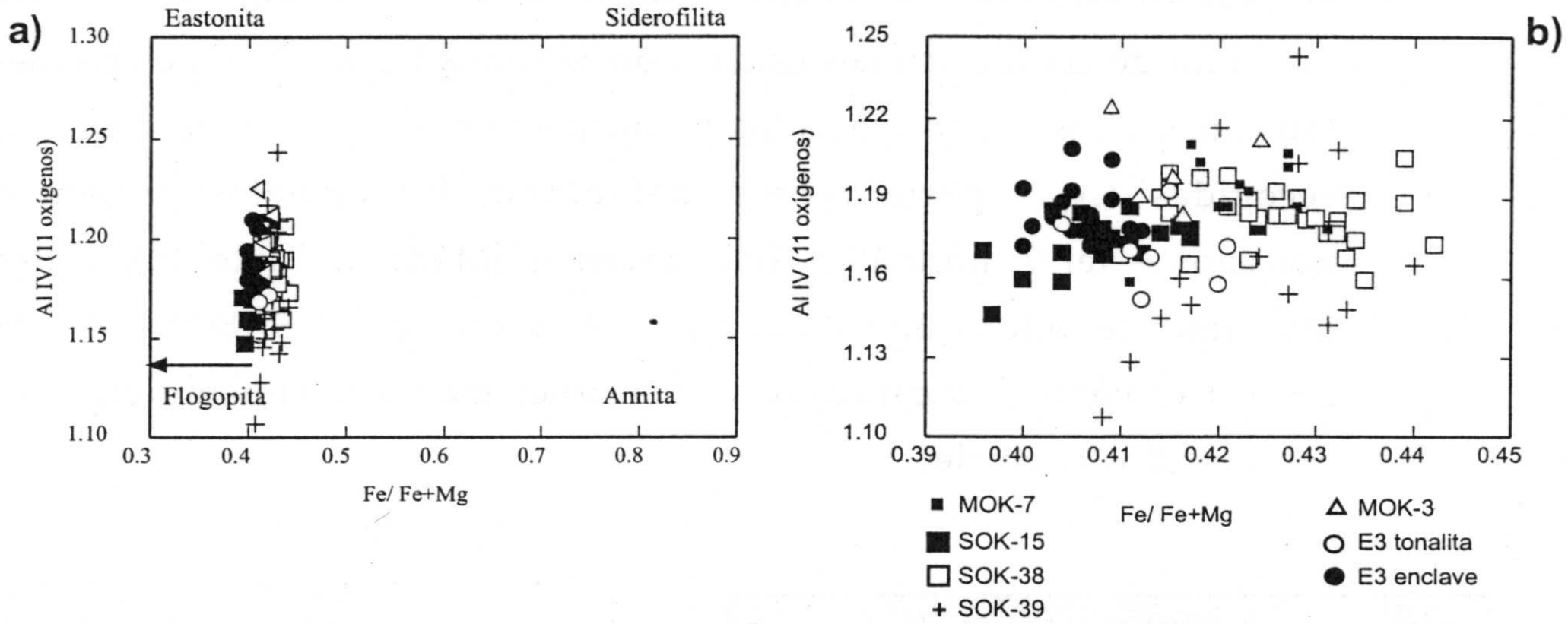


Fig. 33.- Proyección de los análisis de biotita de la tonalita del Culebrín en el plano composicional de las biotitas. b)es similar a a) pero con una escala más amplia.

Presentan inclusiones de plagioclasa, circón, apatito y epidota en cristales redondeados y corroídos. En general se alteran a clorita y a óxidos de Fe en los bordes. También hay minerales secundarios del grupo de la epidota (zoisita y clinozoisita), con formas alargadas, siguiendo los planos de exfoliación.

Además, existe una segunda generación de biotita relacionada directamente con la transformación del anfíbol. Aparece como cristales allotriomórficos, de color marrón oscuro, en los que no se diferencian bien los planos de exfoliación y suelen estar más alterados. En las muestras más leucocráticas y deformadas este tipo de biotita se presenta formando agregados policristalinos de cristales de grano fino, junto con anfíbol y epidota secundaria, y marcan una tenue orientación. Estas acumulaciones a veces tienen formas cuadradas por lo que posiblemente sean pseudomorfos de algún mineral ferromagnesiano anterior.

Anfíbol: se trata de cristales idiomórficos a subidiomórficos, muchos tienen los bordes irregulares y su tamaño de grano oscila entre $\varnothing \approx$ 0.25-3 mm de largo. Tienen un color verde, con un pleocroismo intenso. Por efecto de la deformación están fracturados y presentan extinción ondulante.

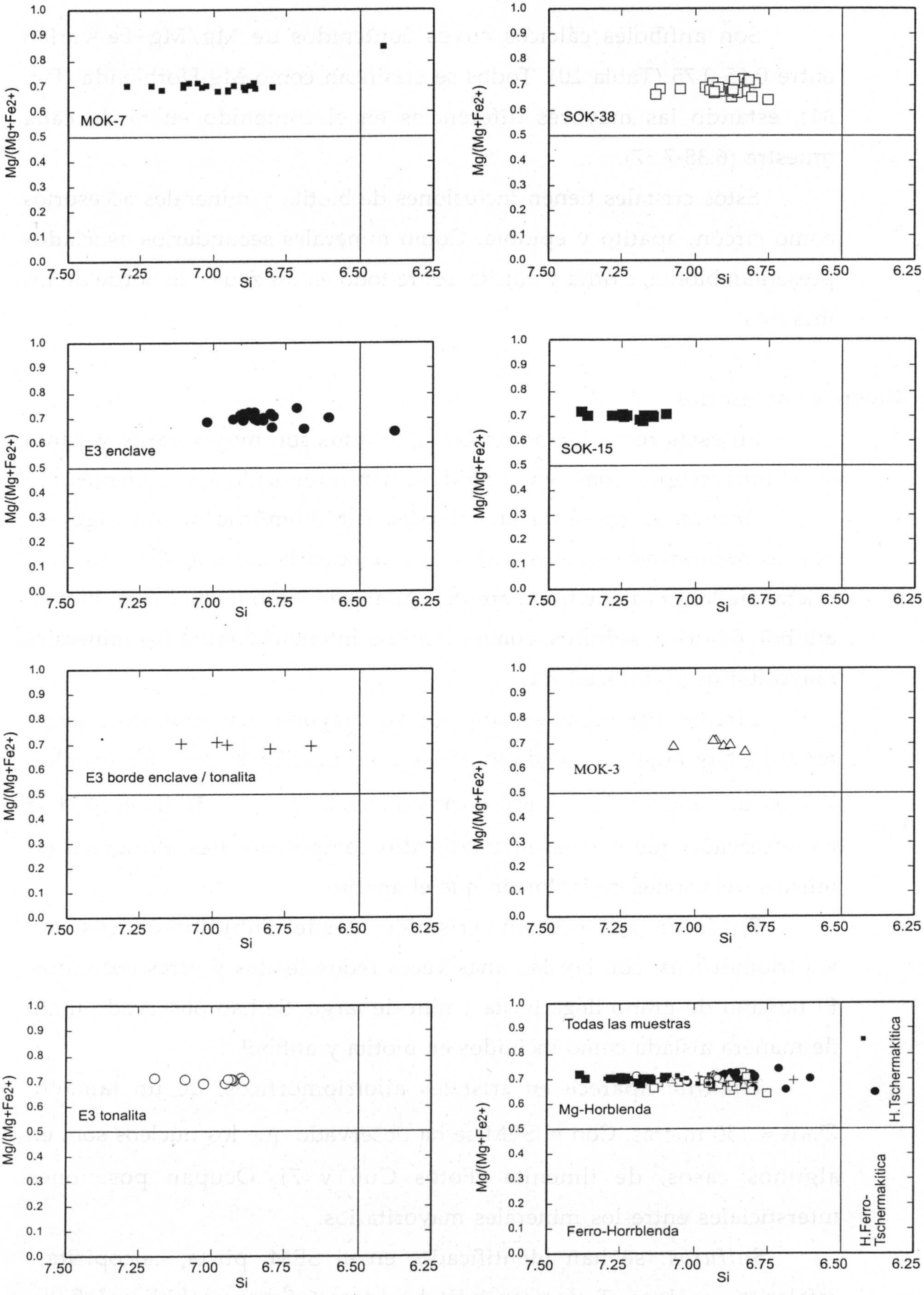


Fig. 34.-Diagrama A de Leake (1978) para anfíboles cálcicos.
(Na+K)A ‹0.5, Ti ‹ 0.5. Proyección de las muestras de tonalita y enclaves.

Son anfíboles cálcicos cuyos contenidos de Mg/Mg+Fe varían entre 0.65-0.75 (Tabla 20). Todos se clasifican como Mg-Horblenda (Fig. 34), estando las mayores diferencias en el contenido en Si de cada muestra (6.38-7.37).

Estos cristales tienen inclusiones de biotita y minerales accesorios como circón, apatito y epidota. Como minerales secundarios asociados presentan biotita, clorita y zoisita, sobre todo en las zonas de borde de los mismos.

Minerales accesorios

En estas rocas los minerales accesorios son muy escasos y, tanto en el microscopio, como en el SEM, se han reconocido los siguientes:

Apatito: se presenta en cristales subidiomórficos, con algunos bordes redondeados (Fotos Cu1 y 2) y pueden llegar a medir hasta 150 micras de largo (diámetro aparente). Aparecen tanto incluidos en biotita, anfíbol, óxidos y sulfuros, como de forma intersticial entre los minerales mayoritarios (Fotos Cu3 y 4).

Circón: los cristales son, en su mayoría, idiomórficos, pero también hay algunos subidiomórficos y en ocasiones están fracturados. Tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 600 micras (Fotos Cu2, 3, 4 y 5). En el SEM se ha observado que no presentan zonados composicionales. Presentan las mismas relaciones de inclusión que el apatito.

Epidota: aparece en cristales desde subidiomórficos a allotriomórficos, con bordes unas veces redondeados y otras corroídos. El tamaño de grano llega hasta 1 mm de largo. Se han observado tanto de manera aislada como incluidos en biotita y anfíbol

Titanita: aparece en cristales allotriomórficos, de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 150 micras. Con el SEM se ha observado que los núcleos son, en algunos casos, de ilmenita (Fotos Cu6 y 7). Ocupan posiciones intersticiales entre los minerales mayoritarios.

Sulfuros: se han identificado, en el SEM, pirita, calcopirita, esfalerita y galena. Todos son cristales idiomórficos a subidiomórficos, con un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 200 micras. Suelen presentar inclusiones de

circón y forman agregados con otros minerales accesorios como óxidos de Fe y apatito (Foto Cu2). Algunos ejemplares muestran una corona de transformación a óxidos (Foto Cu6).

Óxidos de Fe: los cristales tienen formas idiomórficas a subidiomórficas y un tamaño de grano $\varnothing_{máx.} \approx$ 200 micras de largo. Aparecen de manera aislada (Foto Cu11) y también formando agregados con circón, apatito y sulfuros (Fotos Cu1 y 2) y estos últimos, en ocasiones, forman una corona alrededor de los óxidos (Fotos Cu9 y 10).

Otros minerales accesorios, menos abundantes, detectados con el SEM fueron: magnetita, ilmenita (Foto Cu7), torita, minerales del grupo del Th, cúmulos de minerales de LREE (La y Ce) posiblemente procedentes de una monacita, sulfato de Ba y acumulaciones de Pb.

Enclaves:

Los enclaves básicos tienen una composición cuarzodiorítica (Fig. 2), similar a la de las tonalitas, pero con menos cuarzo. Son rocas mesocráticas con una textura, por lo general, holocristalina, más o menos equigranular según las muestras, de grano fino o medio e hipidiomórfica. Los minerales mayoritarios son plagioclasa, anfíbol, biotita y, en menor proporción, cuarzo y como minerales accesorios se han observado apatito, circón, epidota, titanita, óxidos y sulfuros. Algunas muestras de estos enclaves tienen fracturas rellenas de epidota secundaria y minerales de su grupo. Raramente los enclaves tienen textura porfídica con unos fenocristales de plagioclasa y anfíbol, de 3 a 4 mm, dentro de una mesostasis de grano fino con los mismos minerales que en el resto de enclaves (Foto 24).



Foto 24.-Aspecto al microscopio de un enclave de la tonalita del Culebrín (nicoles cruzados).

Minerales esenciales y varietales

Cuarzo: generalmente aparece en cristales allotriomórficos, con los bordes irregulares y de tamaño fino ($\varnothing_{máx.} \approx 0.8$ mm). Estos ejemplares están recristalizados, tienen extinción ondulante y se presentan de forma intersticial. Su fracción modal es variable, entre 0 y 4%. En algunos casos se han observado cristales, de un tamaño mayor ($\varnothing_{máx.} \approx 1.3$ mm), que tienen una textura poiquilítica con cristales de biotita, anfíbol y plagioclasa incluidos.

Plagioclasa: la mayoría de los cristales son allotriomórficos, con los bordes irregulares. Tienen un tamaño de grano fino, aunque hay algunos mayores, $\varnothing_{máx.} \approx 3$ mm de largo. En general, todos presentan maclas polisintéticas. Además, hay ejemplares con zonados oscilatorios y otros cristales tienen ambas cosas, zonado y maclas. Son plagioclasas que, en ocasiones, pueden presentar zonas de reabsorción en la parte interna del cristal.

La composición de estos cristales de plagioclasa coincide con la de la tonalita, pero con un rango composicional menor, en los bordes oscila entre An_{42-46} y en las zonas centrales entre An_{37-48} (Ver Tabla 18 y Fig. 32).

En general, tienen pocas inclusiones y éstas son de cristales más pequeños de plagioclasa, circón, apatito y anfíbol transformándose a epidota secundaria. La alteración, sobre todo la parte central, es a saussurita y minerales secundarios del grupo de la epidota.

Biotita: se presenta como placas xenomórficas, de diferentes tamaños de grano, la mayor parte fino (aunque hay algún cristal de hasta 4 mm de largo), y tienen un pleocroismo de marrón oscuro a marrón claro.

Los contenidos de ^{IV}Al son similares a los de las muestras de tonalita (Fig. 33, Tabla 19), pero ligeramente más magnésicos, con una relación Fe/(Fe+Mg) de 0.40-0.41.

Se han observado inclusiones de plagioclasa y anfíbol y algunos de los cristales de mayor tamaño tienen una textura poiquilítica. En general no están alteradas; tan solo se observa una ligera cloritización en

los bordes de algunas placas. También se ha visto biotita secundaria ligada a los bordes del anfíbol.

Anfíbol: la mayoría de los cristales son subidiomórficos, con parte de los bordes irregulares. Tienen un tamaño de grano fino, solo algunos ejemplares miden 4-5 mm. Muchos cristales están maclados.

Se trata de anfíboles cálcicos que tienen contenidos en Si más bajos, respecto a algunas tonalitas (Tabla 20), pero que también se clasifican como Mg-Horblenda (Fig. 34).

Aparecen incluidos en la biotita, incluyéndola o transformándose a ésta y en algunas ocasiones ambos minerales forman cúmulos de cristales de menor tamaño de grano (agregados policristalinos, Foto 25).

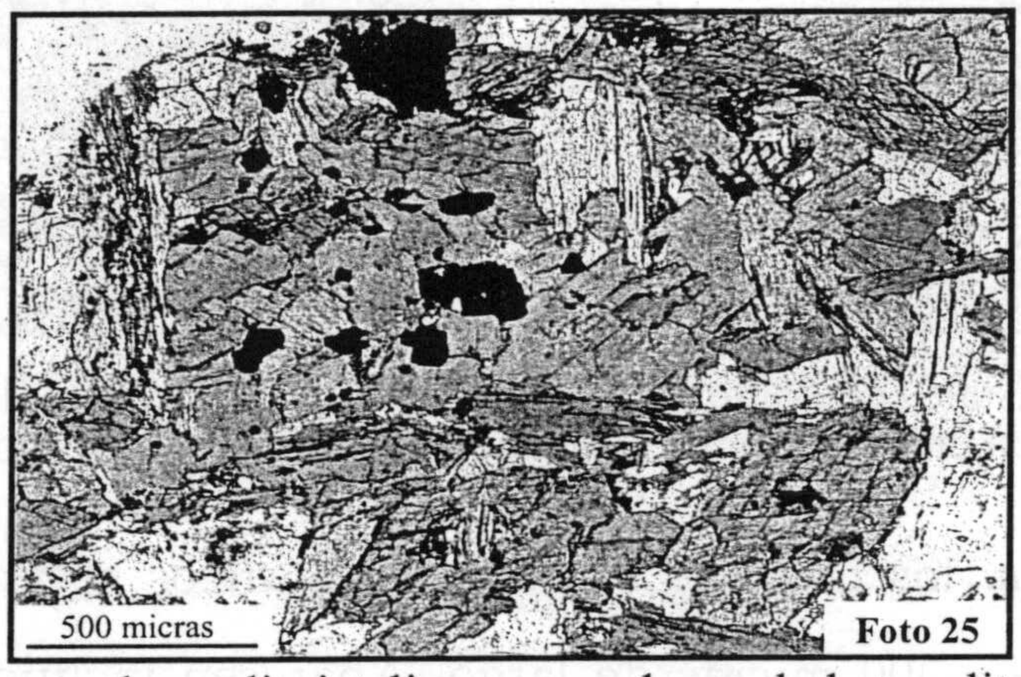


Foto 25.- Agregados policristalinos en enclaves de la tonalita del Culebrín (microscopio en luz natural).

Se ha observado que, a veces, cuando el anfíbol presenta inclusiones de biotita, estos dos minerales están en continuidad óptica. Además, también tienen inclusiones de apatito y circón.

Además de observarse biotita en los bordes de los cristales, también hay clorita como producto de alteración.

Minerales accesorios:

Apatito: los cristales son idiomórficos a subidiomórficos, con algunos bordes redondeados y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 250 micras de largo. En algunas muestras abundan más los cristales aciculares que los de mayor tamaño y redondeados. Suelen estar incluidos en anfíbol. También aparecen de forma intersticial formando agregados con otros minerales accesorios (Fotos Cu12 y 13).

Circón: aparece en cristales subidiomórficos, de tamaño ∅ ≈ 100-150 micras de largo (Fotos Cu12 y 13). Se encuentran incluidos en biotita y también de forma intersticial junto con otros minerales accesorios.

Epidota: se ha observado en pequeños cristales subidiomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 500 micras. Aparecen incluidos en anfíbol y biotita (Foto 26). También hay epidota secundaria y minerales de su grupo rellenando grietas tardías de la roca.

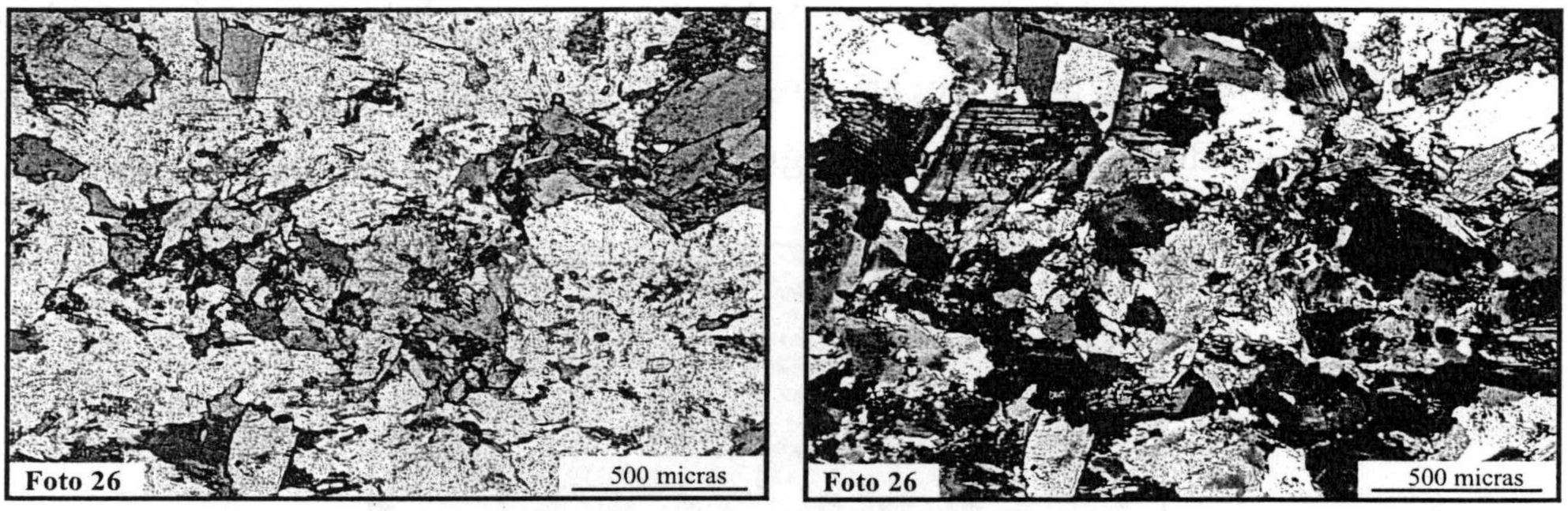


Foto 26.- Cristales de epidota en un enclave de la tonalita del Culebrín (foto izquierda en luz natural, foto derecha en nicoles cruzados).

Titanita: los cristales son subidiomórficos a allotriomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300 micras de largo. Aparecen incluidos en anfíbol y biotita y, también, en posición intersticial. Suelen estar relacionados con otros minerales accesorios como epidota, ilmenita y circón.

Ilmenita: aparece en cristales allotriomórficos, algunos con los bordes corroídos y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 100 micras. Se relacionan y forman agregados con otros minerales accesorios (Foto Cu12).

Sulfuros: principalmente pirita y clacopirita. Son cristales subidiomórficos, similares a los que se encuentran en las tonalitas, pero de menor tamaño ($\varnothing_{máx.} \approx$ 300 micras de largo) y mucho más abundantes (Fotos Cu8 y 14). Aparecen incluidos en los minerales mayoritarios y de forma intersticial y suelen formar agregados con apatito, circón, ilmenita y óxidos de Fe (Foto Cu13).

Óxidos de Fe: los cristales son subidiomórficos, algo corroídos por los bordes y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300-400 micras de largo. Se encuentran asociados a los mismos minerales que los sulfuros (Fotos

Cu12 y 13) y también hay ocasiones en que forman una corona de origen secundario alrededor de estos.

Las diferencias entre los enclaves básicos residen en el tamaño de grano, sobre todo de los minerales máficos y en la existencia y abundancia de cuarzo recristalizado.

Alguna de las muestras recogidas corresponde al contacto entre los enclaves y la tonalita. La separación entre ambas rocas se aprecia por la aparición, o mayor proporción, de cuarzo recristalizado, un mayor tamaño de grano y el carácter más leucocrático de las tonalitas.

IV.3- Geoquímica.

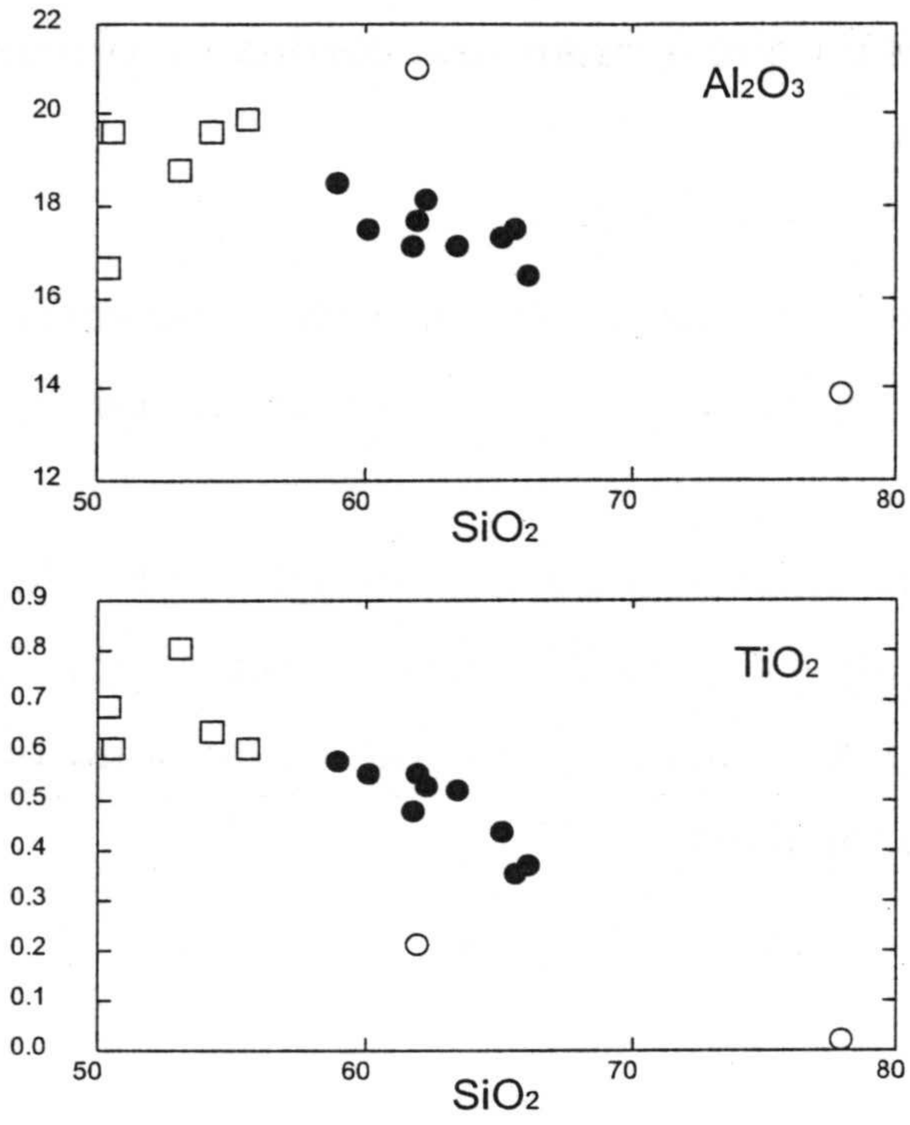
IV.3.1- Elementos mayores.

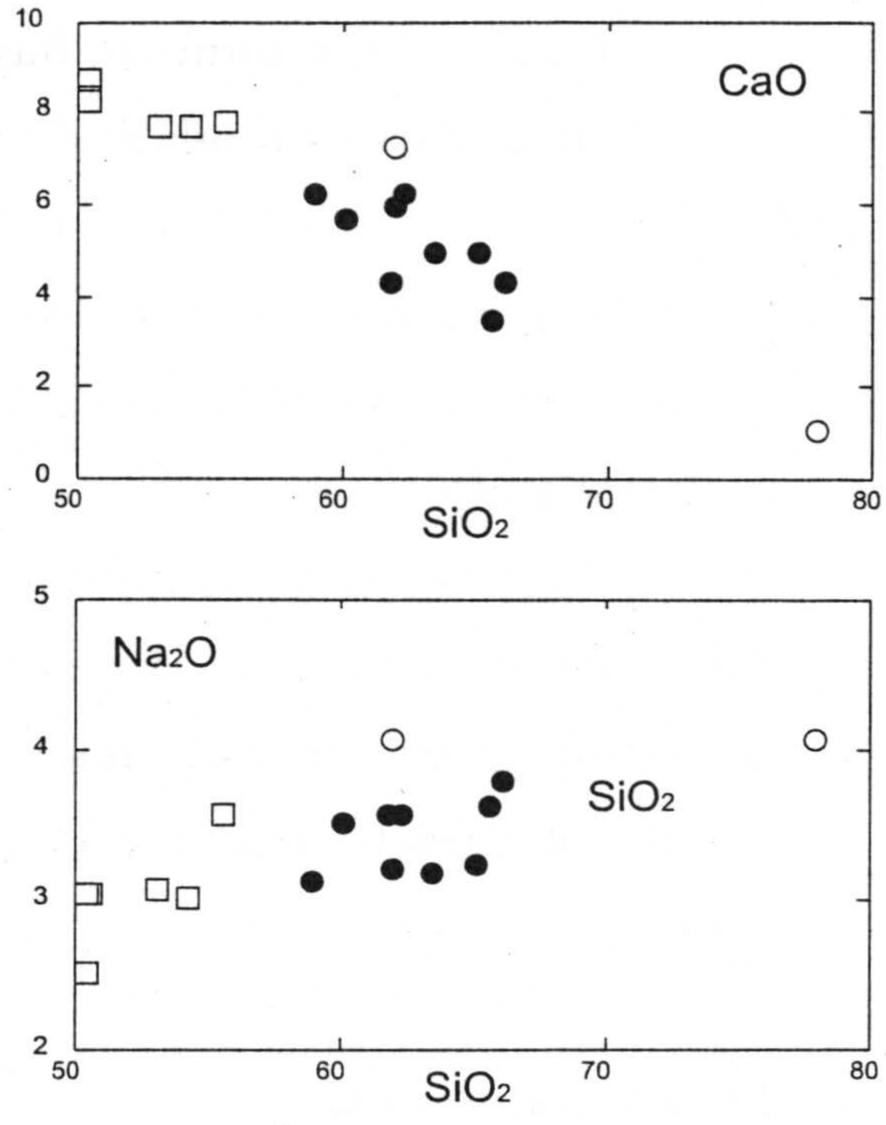
El estudio geoquímico de la tonalita del Culebrín se ha realizado sobre un total de 17 muestras, 9 correspondientes a las tonalitas, 6 a los enclaves básicos, y 2 a los segregados leucocráticos. Los análisis se encuentran representados en la Tabla 21.

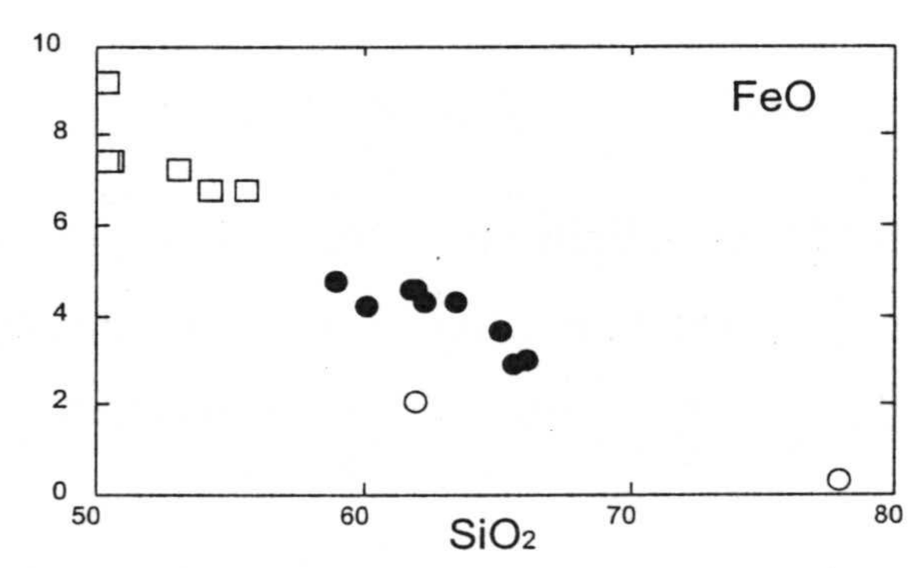
La tonalita consiste en una roca metalumínica o moderadamente peralumínica (ISA= 0.8-1.1, solo hay un valor de 1.2), con Na_2O› K_2O y altos contenidos en CaO. En la proyección de los análisis en los diagramas de Harker para elementos mayores se observa que, con respecto a la sílice, existe una correlación positiva de Na_2O y K_2O y negativa para el resto de elementos (Fig. 35a). Hay que señalar que las muestras SOK-15,25,40 están empobrecidas en P_2O_5, TiO_2, Fe_2O_3, MnO y MgO respecto al resto (Tabla 21) pudiendo ser la causa el grado de alteración que presentan.

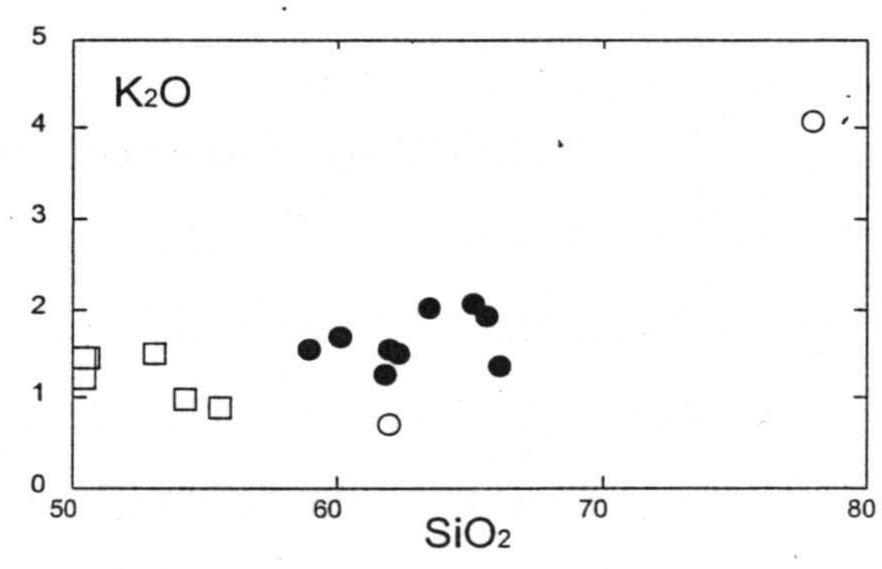
En el diagrama TAS (Fig. 36) todas las muestras de tonalita proyectan en el campo de granitos subalcalinos. Dentro del diagrama A-B los análisis se distribuyen principalmente en el límite entre rocas peralumínicas y metalumínicas (Fig. 37) correspondiendo estas últimas a las muestras de tonalita recogidas en la zona más próxima al contacto con el granito de Castillo.

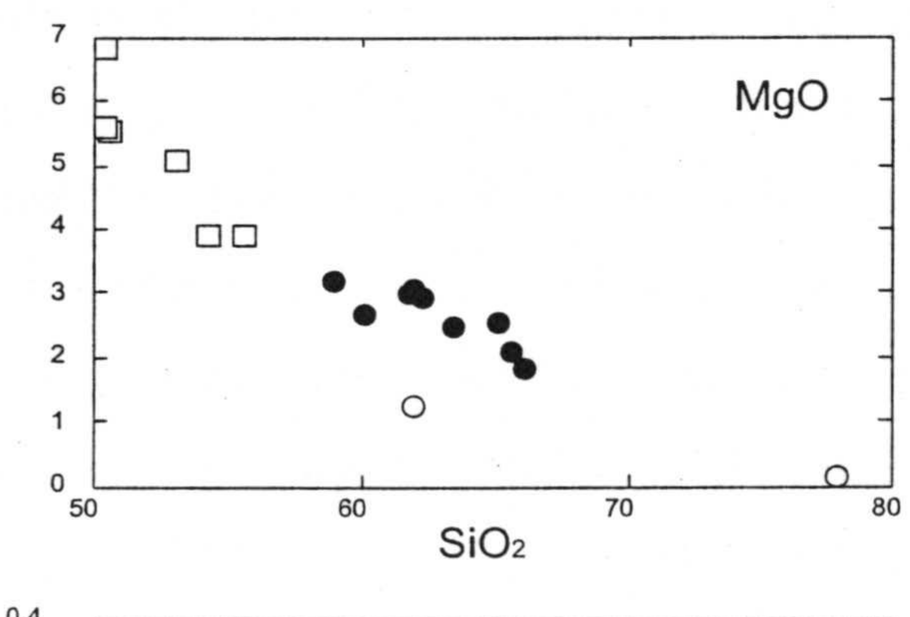
En el diagrama Ab-An-Or, de O´Connor (1965), la mayoría de las

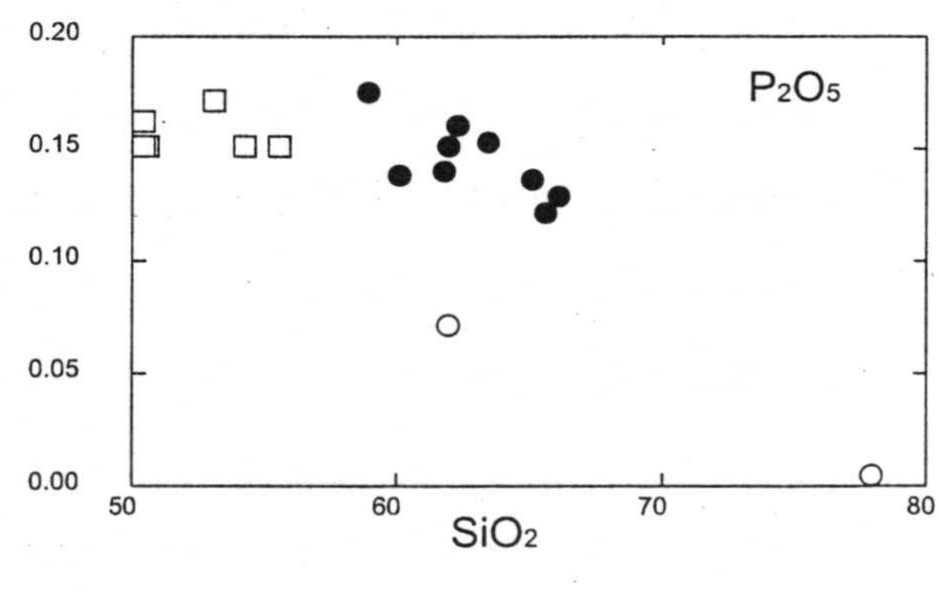


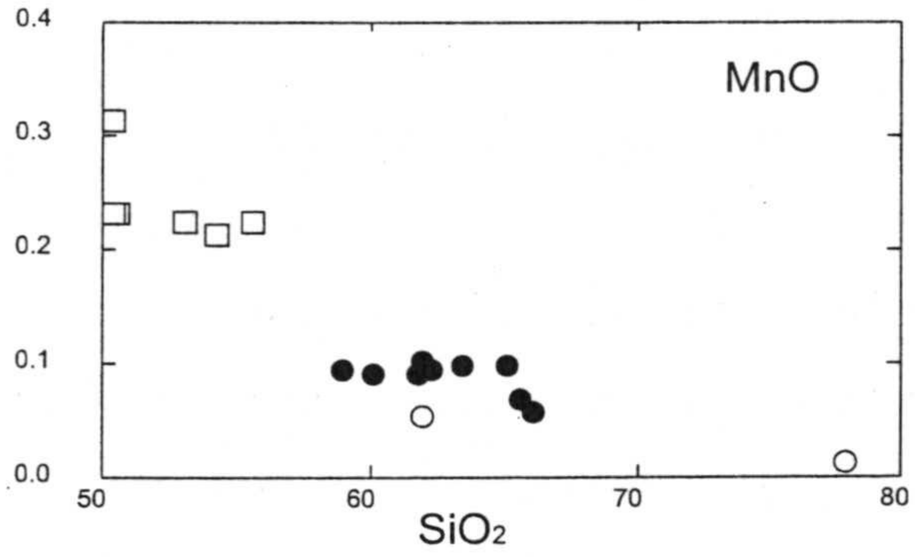












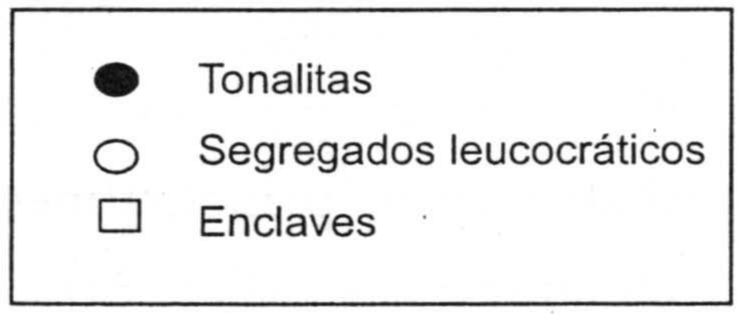
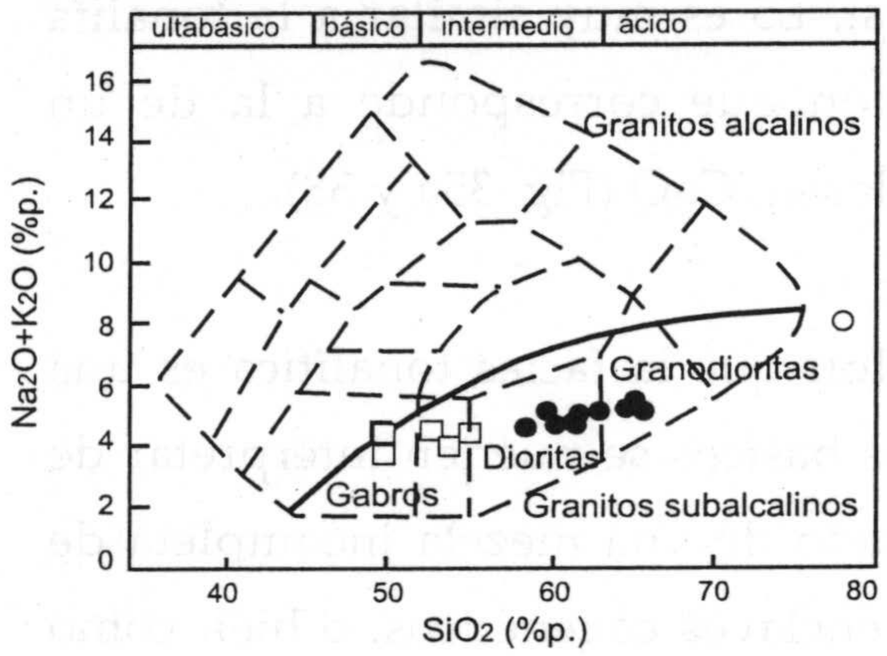


Fig. 35 a.- Diagramas de Harker para elementos mayores de la Tonalita del Culebrín.

muestras están dentro del campo de las tonalitas y algunas en el de las granodioritas (Fig. 38), y en el diagrama AFM (Fig. 39) se observa una clara tendencia calcoalcalina de las mismas.

36)



37)

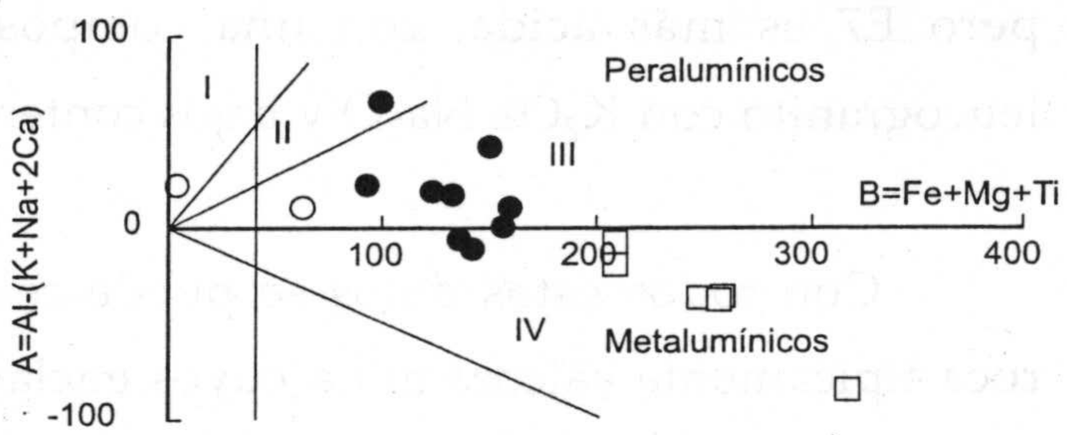
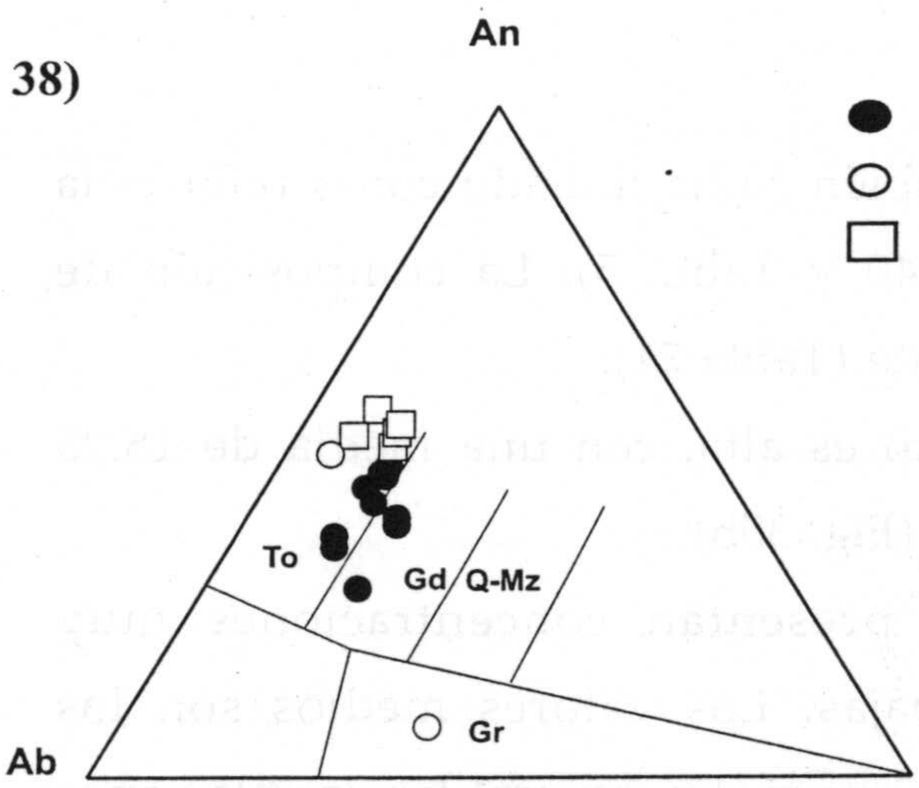


Fig. 36.- Proyección de las muestras de Culebrín en el diagrama TAS.
Fig. 37.- Proyección de las muestras en el diagrama A/B. Símbolos igual que en Fig.37a.

38)



39)

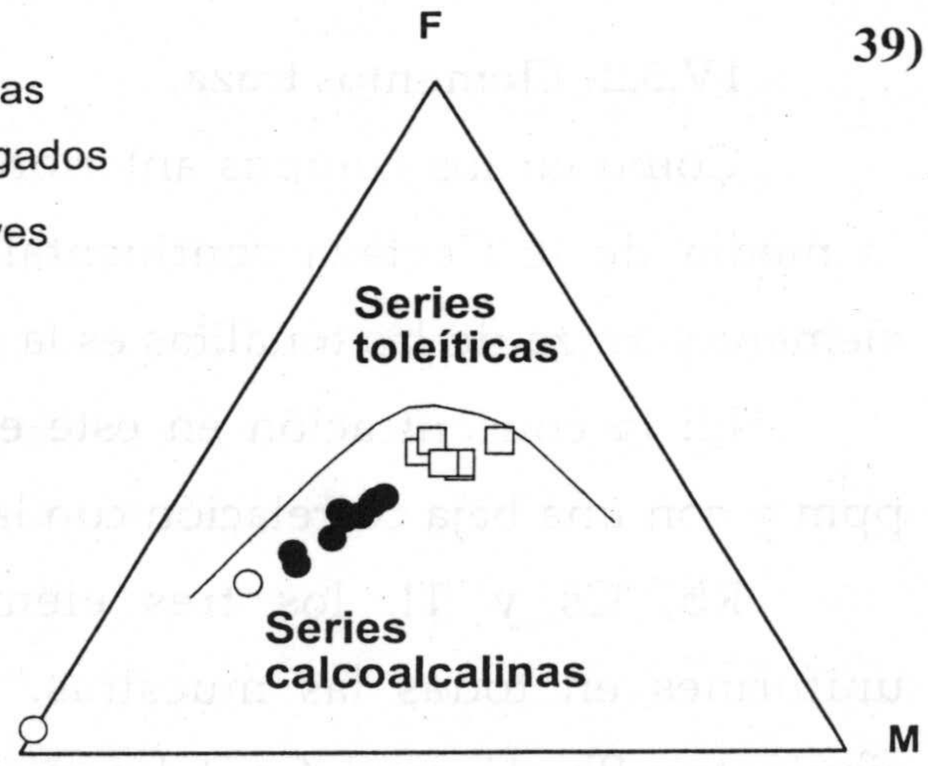


Fig. 38.- Diagrama Ab-An-Or con las muestras de Culebrín.
Fig. 39.- Diagrama AFM.

Los enclaves analizados también presentan Na_2O› K_2O, aunque valores superiores en Al_2O_3, TiO_2, CaO, FeOt, MgO y MnO, y en la Tabla 21 se observa que tienen contenidos de An, Hy, Di, Mag, Il y, en ocasiones, Ol normativos superiores a los de la tonalita. Son rocas cuya composición química corresponde a gabros calcoalcalinos, metaluminosos (Figs. 36 y 37), con un

valor de ISA=0.9-0.95. Tanto en los diagramas de Harker (Fig. 35a), como en el AFM (Fig. 39), marcan, junto con las tonalitas, una línea continua dentro de las series de rocas calcoalcalinas.

Las dos muestras de segregado leucocrático presentan una composición en elementos mayores muy diferente entre sí. E5 es muy similar a la tonalita pero E7 es más ácida, con una composición que corresponde a la de un leucogranito con $K_2O \geq Na_2O$ y bajos contenidos en CaO (Fig. 35a y 38).

Con todos estos datos se puede concluir que la facies tonalítica es una roca típicamente calcoalcalina cuyos enclaves básicos se pueden interpretar de tres maneras diferentes: bien como el resultado de una mezcla incompleta de dos magmas básicos, bien como autolitos o enclaves cogenéticos, o bien como residuos del proceso de fusión parcial (ver discusión, apartado IV.5). Los segregados leucocráticos parecen productos más o menos diferenciados debidos a procesos tardíos.

IV.3.2- Elementos traza.

Como en los cuerpos anteriores, también se ha tomado como referencia la media de la Corteza continental (Fig. 40 y Tabla 5). La composición de elementos traza de las tonalitas es la siguiente (Tabla 21):

Li: la concentración en este elemento es alta, con una media de 18.95 ppm y con una baja correlación con la sílice (Fig. 35b).

Rb, Cs y Tl: los tres elementos presentan concentraciones muy uniformes en todas las muestras, pero bajas. Los valores medios son los siguientes: Rb=41 ppm, Cs=1.4 ppm y Tl=0.3 ppm. En general las correlaciones con SiO_2 no son muy buenas.

En la Tabla 21 se observa que los valores Cs/Rb y Tl/Rb son muy similares en todas las muestras, solo la relación K/Rb es algo más variable, con un rango entre 270-364 y una muestra con un valor de 719.

Be: las concentraciones de Be son moderadas a bajas (valor medio =1.6 ppm) y existe una ligera correlación positiva con SiO_2.

Sr y Ba: las concentraciones en Sr son altas, con unos valores medios de

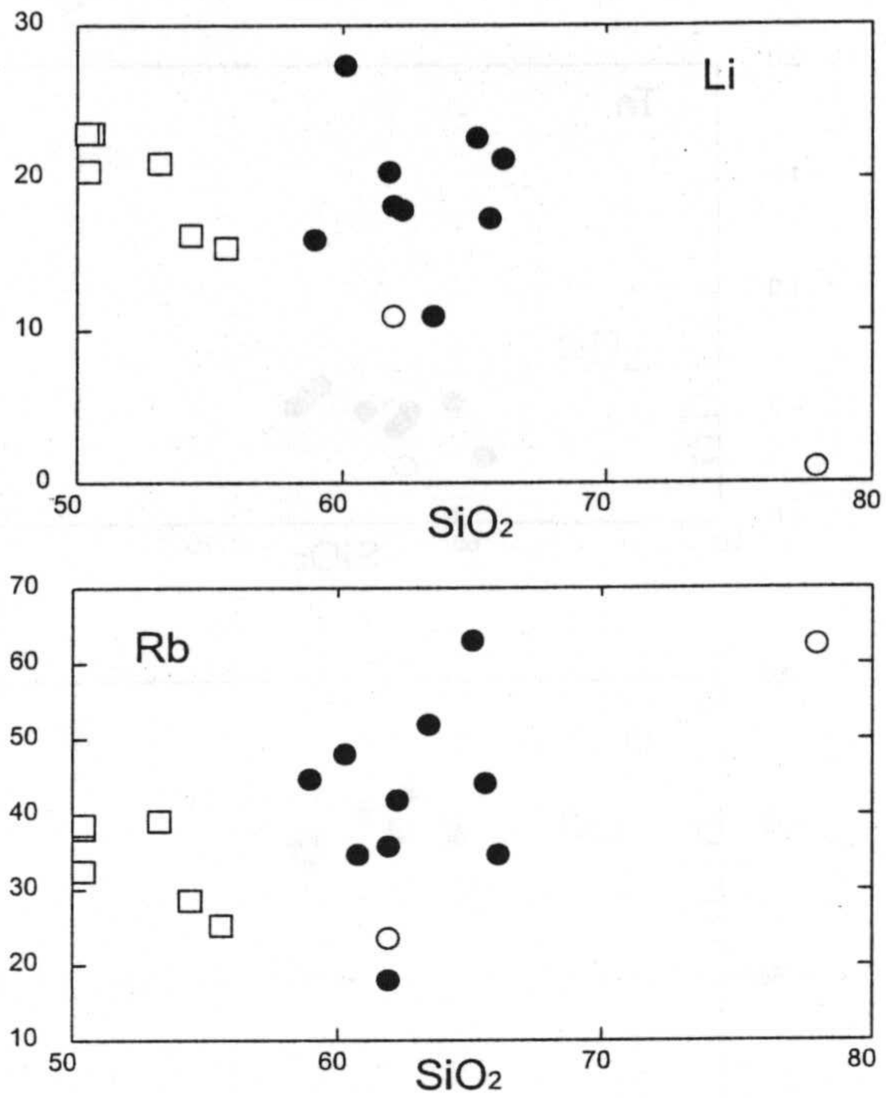


Fig. 35 b.- Diagramas de Harker para elementos traza de la tonalita del Culebrín. I

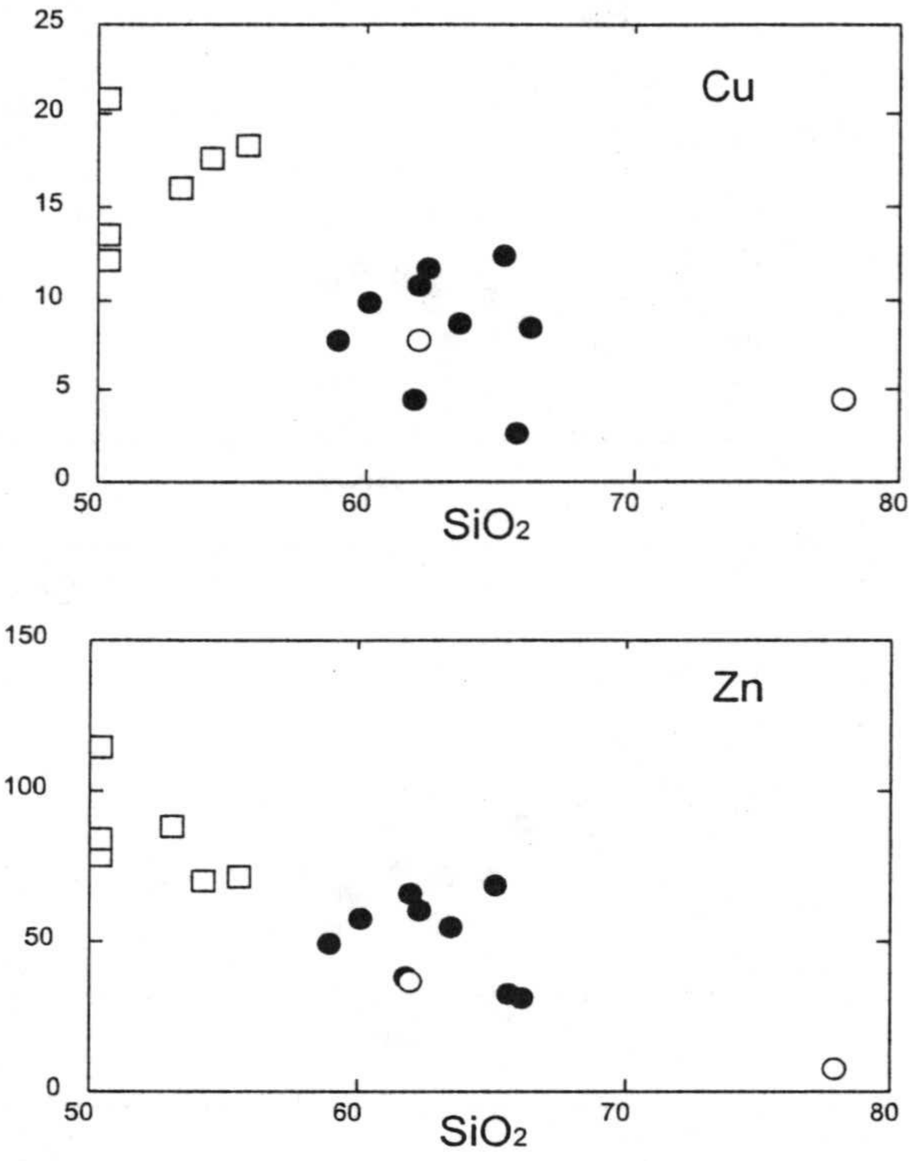


Fig. 35 b.- Diagramas de Harker para elementos traza de la tonalita del Culebrín. II

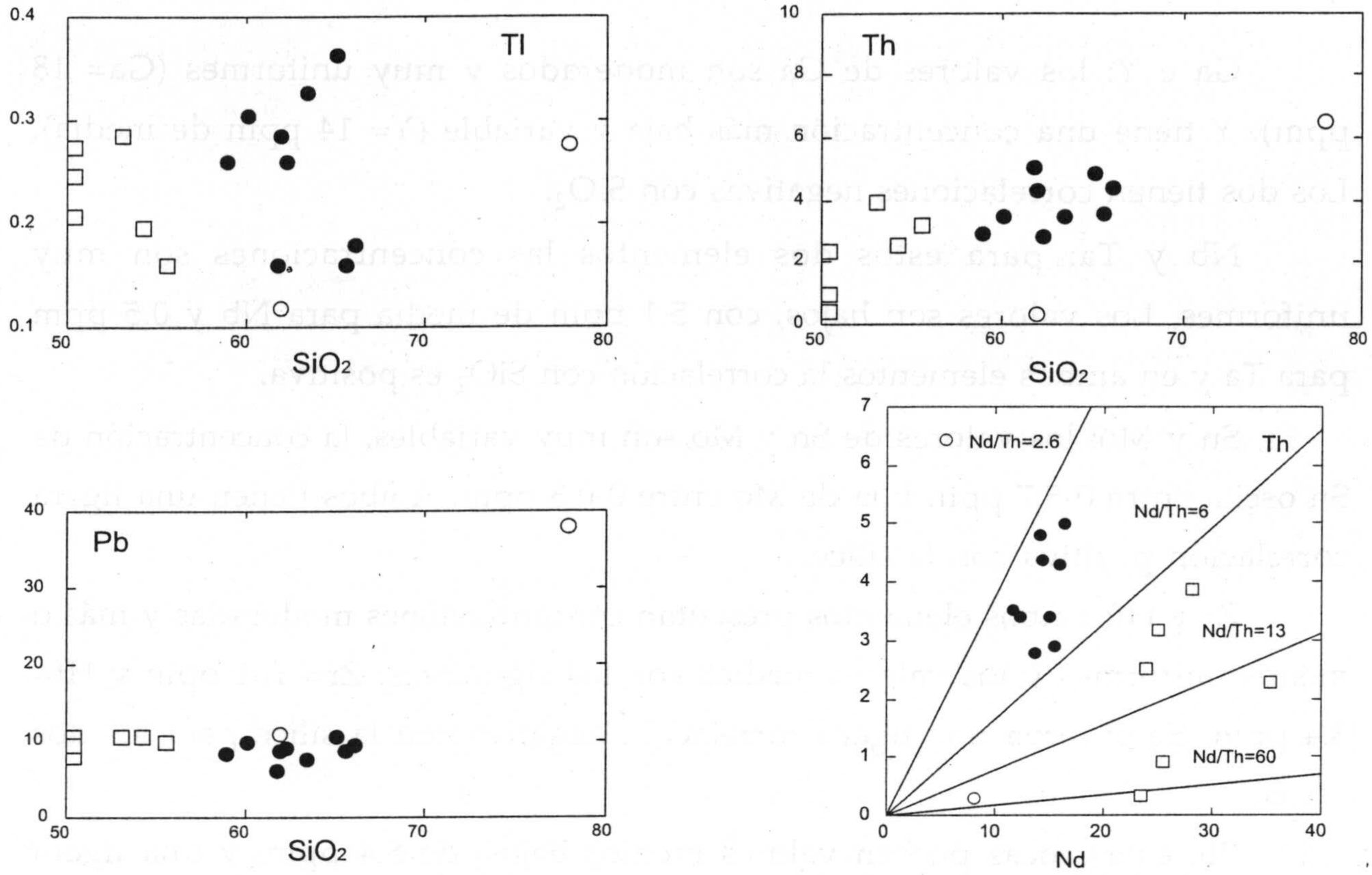


Fig. 35 b.- Diagramas de Harker para elementos traza de la tonalita del Culebrín. III

472 ppm y parece que existe una correlación negativa con la sílice. Los contenidos en Ba son más variables, oscilan entre 193-572 ppm, con ligera correlación positiva con SiO_2.

Sc, V, Cr, Ni, Cu y Zn: tanto Sc como todos estos elementos de transición tienen unas concentraciones bajas respecto a la media de la Corteza. Los valores medios son los siguientes: Sc= 13 ppm, V= 95 ppm, Cr= 32 ppm, Ni= 10 ppm, Cu= 8.4 ppm y Zn= 50 ppm. Las correlaciones con la sílice son negativas, aunque para Cu y Zn son menos claras.

Ga e Y: los valores de Ga son moderados y muy uniformes (Ga= 18 ppm). Y tiene una concentración más baja y variable (Y= 14 ppm de media). Los dos tienen correlaciones negativas con SiO_2.

Nb y Ta: para estos dos elementos las concentraciones son muy uniformes. Los valores son bajos, con 5.1 ppm de media para Nb y 0.5 ppm para Ta y en ambos elementos la correlación con SiO_2 es positiva.

Sn y Mo: los valores de Sn y Mo son muy variables, la concentración de Sn oscila entre 0-5.7 ppm y la de Mo entre 0-0.3 ppm. Ambos tienen una ligera correlación positiva con la sílice.

Zr y Hf: ambos elementos presentan concentraciones moderadas y más o menos uniformes y los valores medios son los siguientes, Zr= 101 ppm y Hf= 3.4 ppm. Se observa una ligera correlación negativa con la sílice para los dos casos.

Pb: estas rocas poseen valores medios bajos, de 8.4 ppm, y una ligera correlación positiva con SiO_2.

U y Th: las concentraciones en estos dos elementos son más bien bajas y algo variables de una muestra a otra. El contenido en U oscila entre 0.9-2.2 ppm y en Th entre 2.8-5 ppm. Además, tienen una ligera correlación positiva con SiO_2.

También se ha calculado la relación Th/U y esta oscila entre 1.6-3.6.

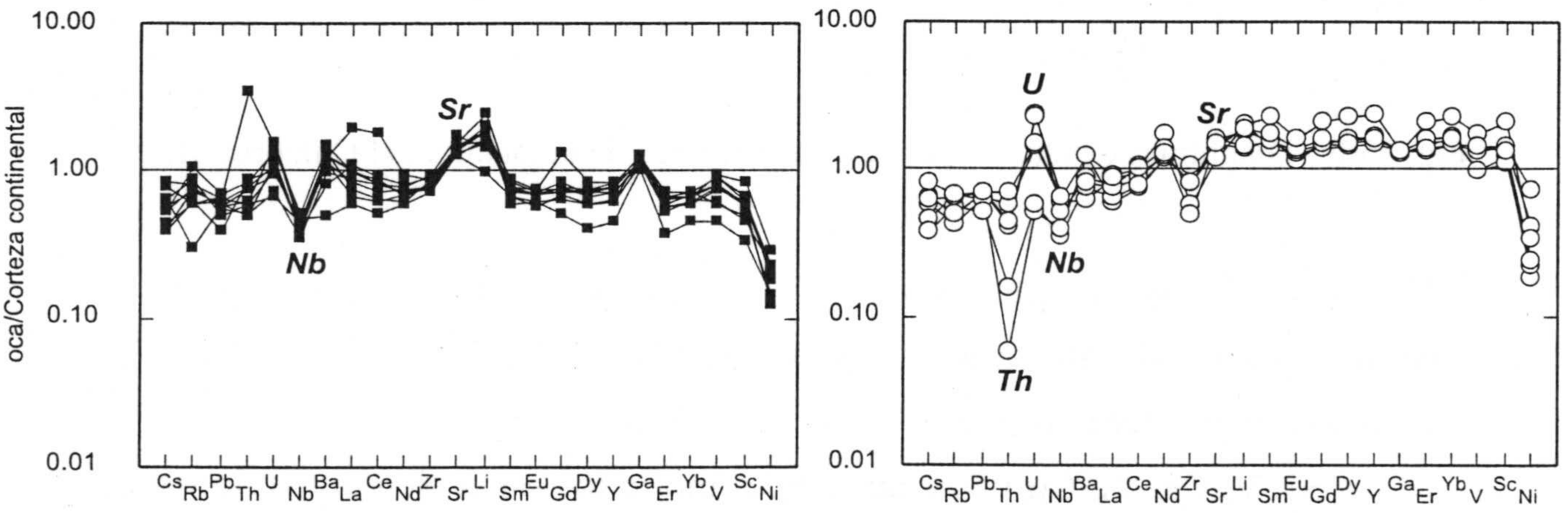


Fig. 40.- Normalización de la tonalita y sus enclaves de Culebrín a la media de la Corteza continetal.

REE: el contenido total de tierras raras es bajo en el caso de las tonalitas, con una media de 85 ppm. La fraccionación es variable, pero en ningún caso

muy alta (La_N/Lu_N= 5.3-14). También se ha calculado la fraccionación de LREE y HREE, en estas muestras la relación La_N/Sm_N es moderada a baja (2.5-4.9) y Gd_N/Lu_N es baja (1.5-1.9). La anomalía en Eu (Eu/Eu*) es, la mayoría de las veces, negativa, concretamente es próxima a la unidad en todas las muestras menos en una que es positiva (Fig. 41).

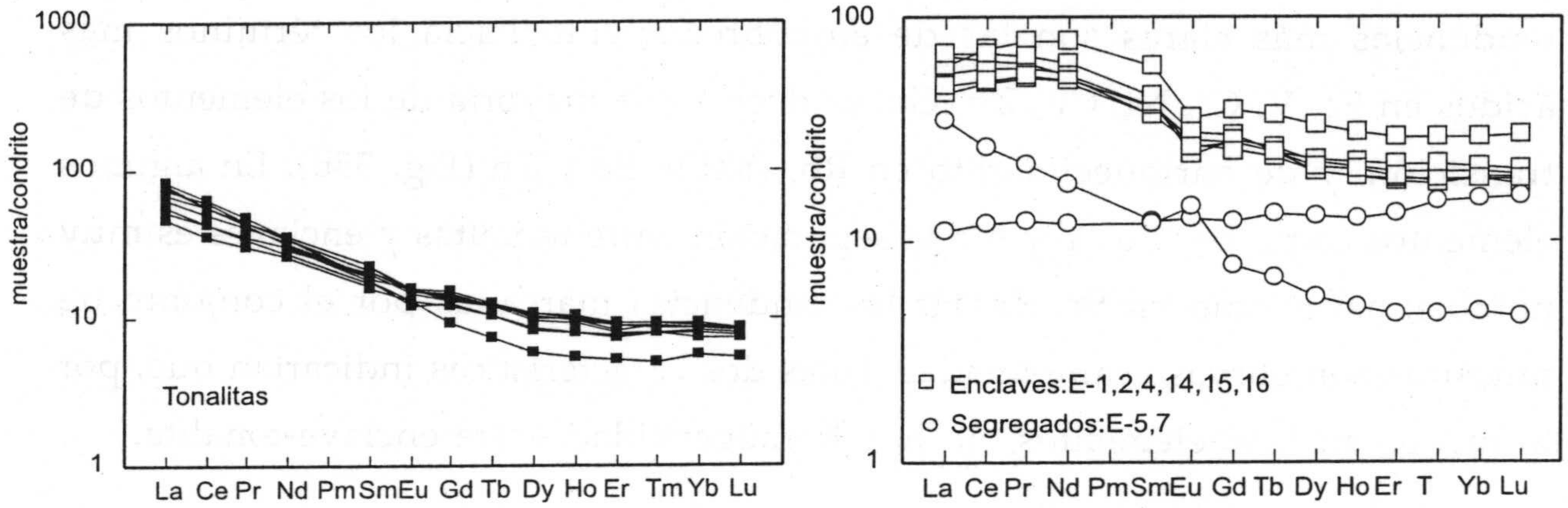


Fig. 41.- Diagramas normalizados de REE para las muestras de Culebrín.

Nd-Th: en el calculo de la relación Nd/Th la mayoría de los casos tienen valores superiores a 2.6 (entre 3-5.4, solo una muestra tiene un valor próximo a uno). Es decir, serían rocas que posiblemente no están relacionadas con materiales corticales con monacita (Bea y Montero, 1999).

Si observamos la Fig. 40, donde aparecen normalizadas las muestras de la tonalita a la media de la Corteza continental, vemos que definen un espectro muy similar al que definían los granitos tipo I de la Fig. 12b. Las anomalías en Nb y Sr también están marcadas, aunque en la tonalita del Culebrín, además, destacan los picos positivos de Li y Ga que indicarían un cierto aporte supracortical.

Los enclaves básicos poseen contenidos inferiores, respecto las tonalitas, en Ba, Tl, Sn, Be, Rb, Zr, Mo y Th estando la diferencia mayor en estos cuatro últimos elementos (Tabla 21). En el resto de elementos traza los resultados son ligeramente superiores o similares. En la Fig. 41 se observa que, además de tener una concentración mayor de REE, los enclaves tienen menor fraccionación de LREE y HREE (La_N/Sm_N= 1-1.6 y Gd_N/Lu_N= 1.3-1.6) y una

UNIVERSIDAD DE GRANADA
29 NOV. 2001
COMISIÓN DE DOCTORADO

anomalía negativa en Eu ligeramente más marcada que las tonalitas. También destaca la curvatura que marca el espectro en las LREE posiblemente debido a la acumulación de las mismas en el anfíbol. Estas mismas diferencias respecto a las tonalitas se pueden observar en la figura 41, en la normalización de los enclaves a la media de la Corteza continental.

Teniendo en cuenta todas las muestras (tonalitas y enclaves), las tendencias más claras son las de empobrecimiento hacia los términos más ácidos en Sc, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Ga, es decir en la mayoría de los elementos de transición, y de enriquecimiento en Rb, (K_2O), Be y Th (Fig. 35b). En algunos elementos como Be, Cu, Y y Nb la separación entre tonalitas y enclaves es muy notable; así mismo en Sr, Zr, Hf las tendencias marcadas por el conjunto de muestras son curvas acampanadas. Estas dos características indicarían que, por lo menos en esos elementos, no hay homogeneidad entre enclave-tonalita.

Por otro lado, se han normalizado las muestras de la tonalita del Culebrín y los enclaves al Manto Primitivo (Fig. 42). Lo que se observa son características inequívocas de magmas de arco, destacando la pendiente negativa, anomalías negativas de Nb y Ti, y anomalías positivas de Sr y Pb. Esta normalización muestra, de nuevo, las diferencias entre enclaves y tonalitas, los espectros son muy paralelos, pero los enclaves están más enriquecidos en U, Pr, Nd, HREE, Y, Ca, Sc, Cu, Fe, Mg y Ni y en menor medida en Nb, Ce, Sm, Hf, Ti.

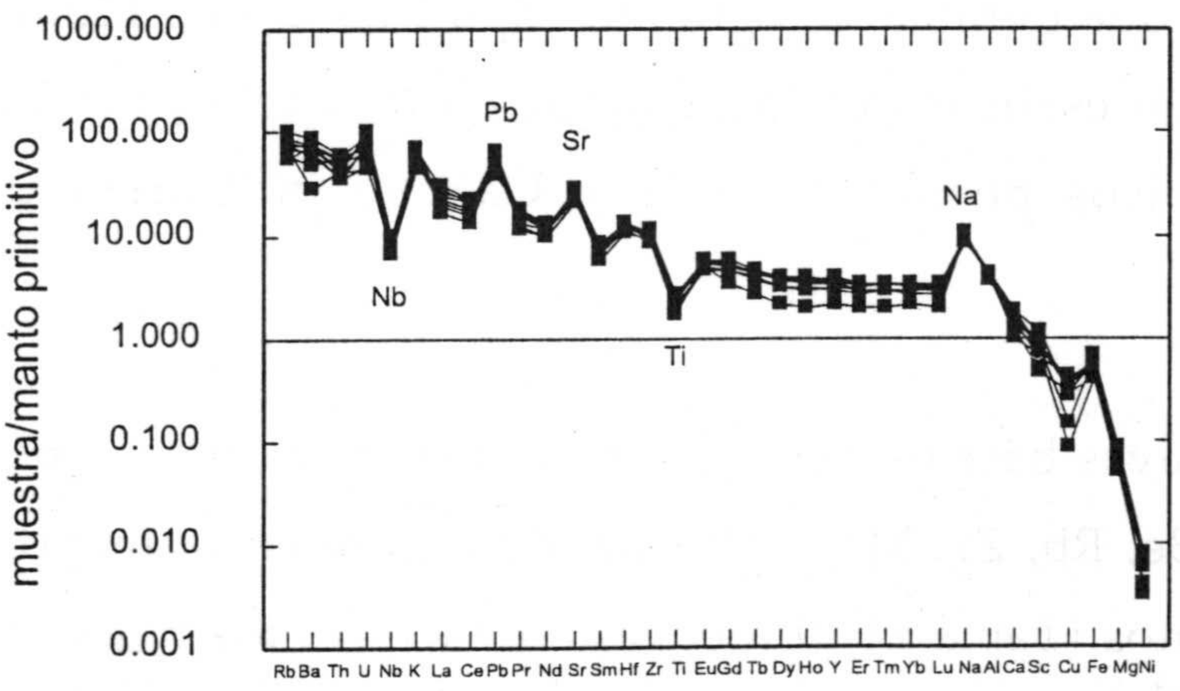


Fig. 42.- Normalización de la tonalita del Culebrín al Manto Primitivo.

Las muestras de segregados leucocráticos presentan contenidos muy dispares entre sí, en lo que se refiere a elementos traza. Una de las muestras tiene más semejanzas con las tonalitas, pero la otra es muy diferente al resto de análisis (Fig. 35b).

IV.4- Isótopos de Sr y Nd.

Se han analizado dos muestras de la tonalita del Culebrín. Los resultados quedan reflejados en la Tabla 22 donde, además de la edad de referencia, 532 Ma, aparecen la concentraciones de Rb y Sr, los valores de εSr_{532} y las relaciones calculadas de $^{87}Rb/^{86}Sr$ y $^{87}Sr/^{86}Sr$ para dicha edad. Los valores de εSr_{532} oscilan entre 0.851 y 10.076, mientras que las relaciones de $^{87}Sr/^{86}Sr_{532}$ van de 0.703941 a 0.70459. Se trata de valores bajos que indican una derivación esencialmente mantélica.

De la misma manera se han calculado los valores de $^{147}Sm/^{144}Nd$, $^{143}Nd/^{144}Nd$, εNd_{532} y las concentraciones de Sm y Nd para las dos muestras analizadas de la tonalita del Culebrín. Los resultados son los que aparecen en la Tabla 23. Como se puede observar los análisis dan valores similares en las dos rocas. La relación $^{143}Nd/^{144}Nd$ calculada para una edad media de 532 Ma oscila entre 0.511865 y 0.511887, con unos εNd_{532} entre -1.701 y -1.279. Tomados en conjunto, los valores de εSr y εNd se proyectan dentro del Mantle Array y confirman el origen mantélico de las rocas (ver Fig. 61, y apartado V.5).

IV.5- Geocronología.

IV.5.1- Descripción de las muestras.

Los circones que se han separado para estudio morfológico y datación pertenecen a las muestras de tonalita MOK-7 y SOK-26, ambas recogidas en afloramientos muy frescos y poco deformados, la primera en la zona centro-norte y la segunda cerca del borde NE (Mapa 2).

Las características externas de estos cristales se han estudiado mediante microscopio y lupa binocular y se ha podido observar lo siguiente: su tamaño

puede llegar a tener unas dimensiones máximas de 600x125 micras, en general son idiomórficos, aunque algunos están fragmentados, son de color rosado-pardo-amarillento y transparentes. Algunos ejemplares tienen un color más oscuro, algo rojizo por efecto de la oxidación, y muchos presentan inclusiones oscuras. Los cristales pertenecen a los morfotipos de Pupin *et al.* (1978), S2, S5, S6, L1, L2, L5 (Fig. 43a) y a pesar de esta diversidad de formas todas se relacionan geoquímicamente con granitos de origen cortical con mayor o menor aporte mantélico, según el trabajo de Pupin (1980) (Fig. 43b)

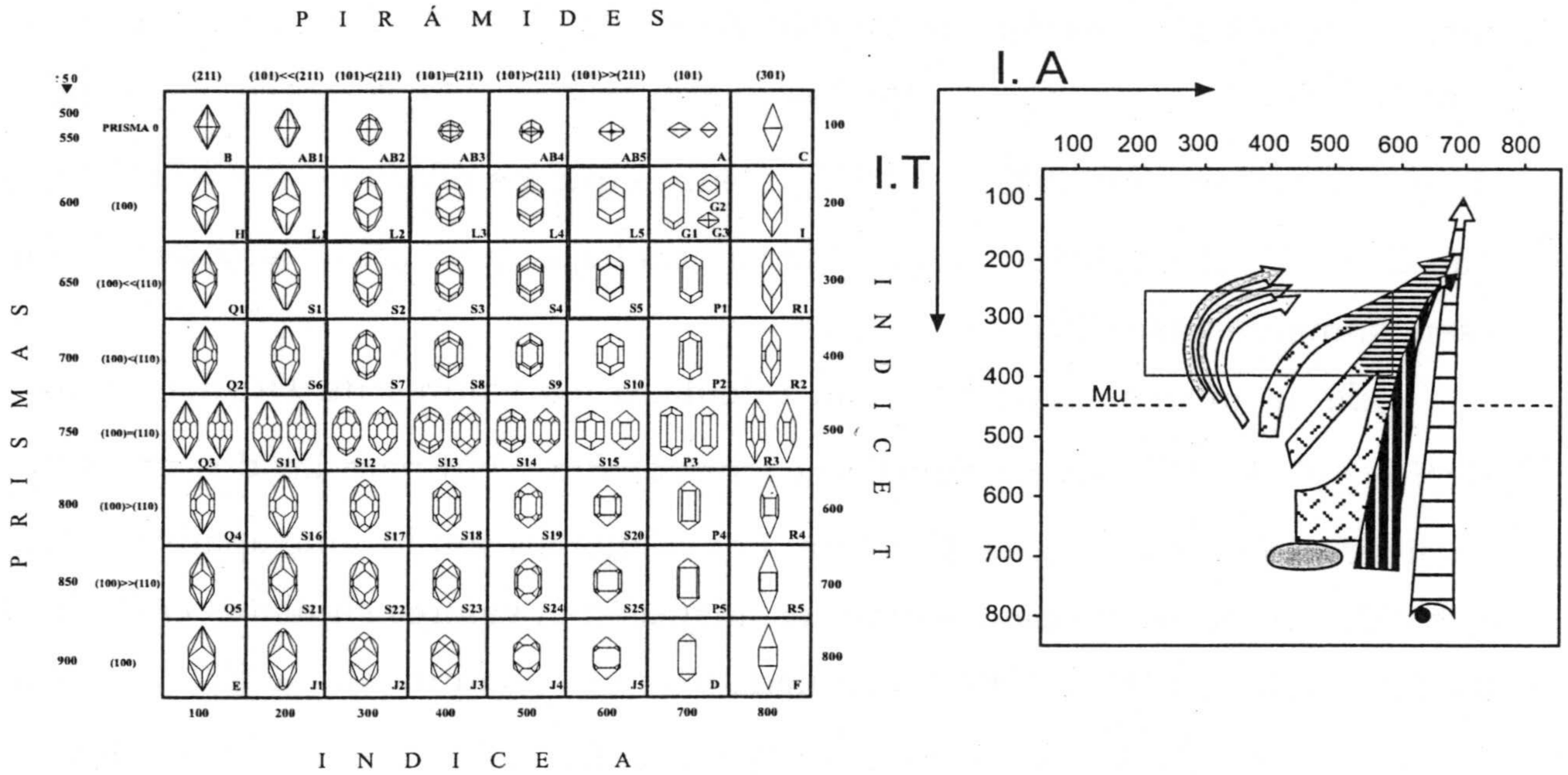
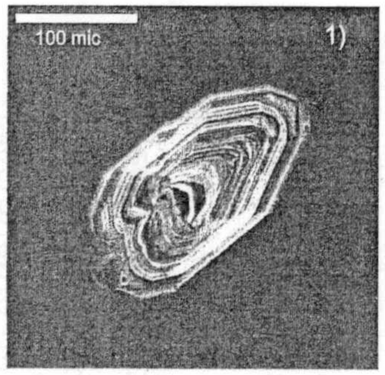


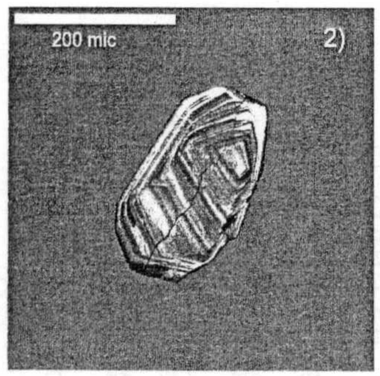
Fig. 43.- Diagramas de Pupin *et al.*, 1978 y Pupin, 1980. Explicación en la Fig.14.
En rojo están señaladas las muestras de la tonalita del Culebrín.

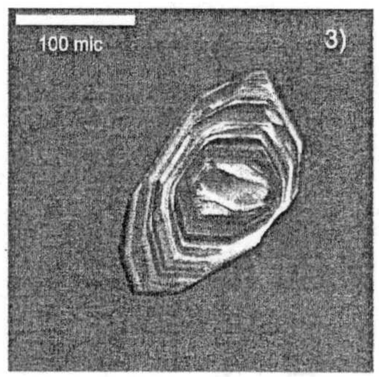
Para el estudio de la morfología interna, con SEM y catodoluminiscencia, las secciones realizadas en los cristales eran, en su mayoría, paralelas a (110) y o a (100). Todos los circones estudiados presentan zonados magmáticos. Normalmente el zonado es simétrico, pero también se han observado algunos casos con un zonado excéntrico y con un zonado asimétrico (Fotos MOK-7/2, 3 y 4). En todos predomina la pirámide {121} sobre la pirámide {011} y la tasa de crecimiento del prisma {010} es más o menos regular. Se han podido diferenciar tres familias principales, unos cristales donde predomina el crecimiento de la cara prismática {010} sobre la piramidal {121} (Fotos MOK-7/5, 7, SOK-26/9, 10, 11 y 14), otros donde predomina el

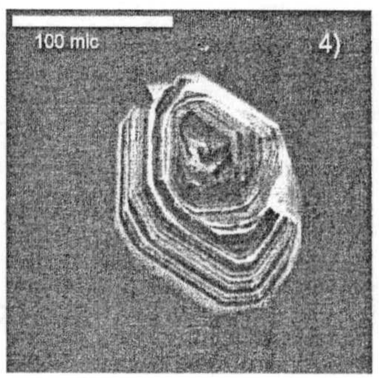
crecimiento de la pirámide {121} sobre el prisma {010} (Fotos MOK-7/3 y 4), que da lugar a zonados asimétricos y, finalmente, cristales donde la tasa de crecimiento de la pirámide {121} y el prisma {010} es similar (Fotos MOK-7/6, SOK-26/8 y 13). La fotografía MOK-7/1 muestra un zonado extraño (condriforme) posiblemente debido a alguna impureza que se ha incluido en la red durante el crecimiento o bien debido a una reabsorción (Vavra, 1996).

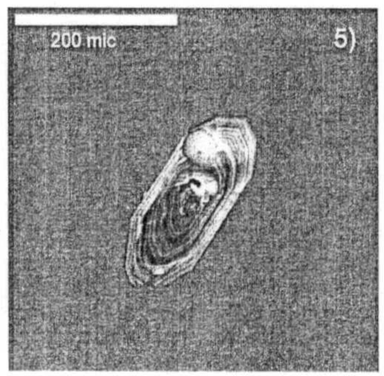
Algunos ejemplares presentan un crecimiento en sectores (interpretado como fluctuaciones en la tasa de crecimiento de las diferentes formas o procesos de recristalización, Vavra, 1996) (Fotos MOK-7/1, 6, SOK-26/8 y 12). Muchos de los cristales presentan irregularidades en su zonado (formas dentadas y zonas más brillantes), tanto en las zonas centrales (en los circones con núcleos heredados están tras el área no zonada y oscura-Fotos SOK-26/8 y 11), como en las zonas intermedias (Fotos MOK-7/5, SOK-26/10 y 14) y en las zonas de borde (Fotos MOK-7/2 y 4). Estas características son comunes en los granitos calcoalcalinos, puesto que tienen una historia térmica muy variable (puede haber mezcla de magmas, interacción cortical... que hacen que varíen las condiciones de temperatura) lo que hace que el crecimiento del circón se vea interrumpido por procesos de disolución-corrosión, reabsorciones, en otras ocasiones se producen recristalizaciones, y estos hechos podrían explicar las anomalías descritas en el zonado.

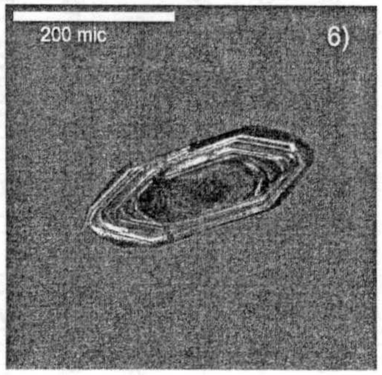


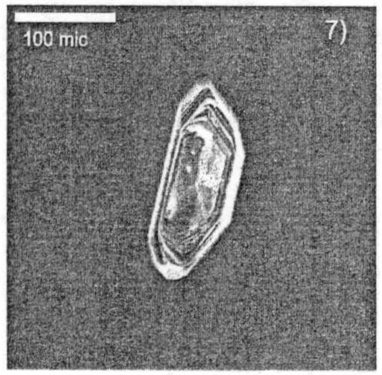




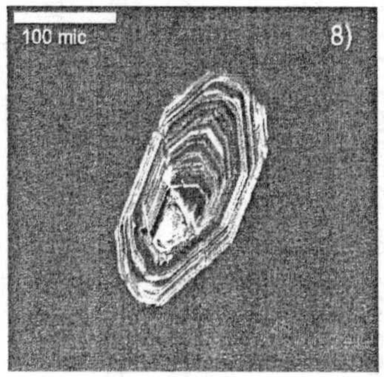


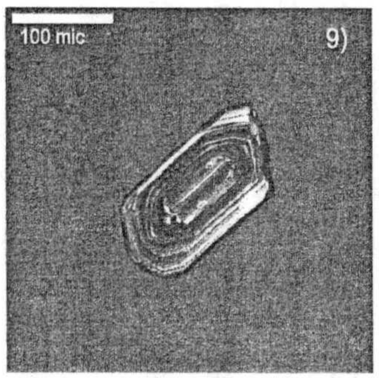


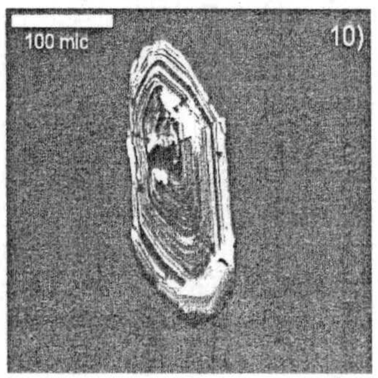


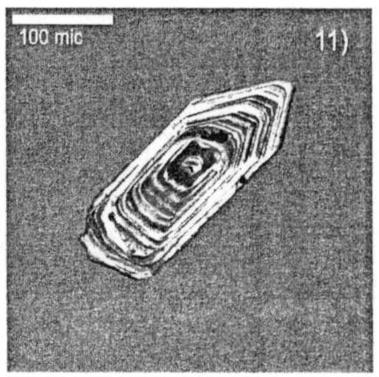


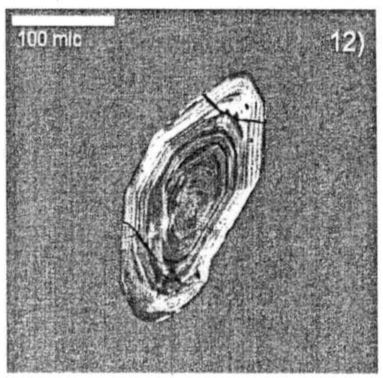
Fotos MOK-7 de la tonalita del Culebrín.
Secciones paralelas a (110) excepto d) que es paralela a (100).

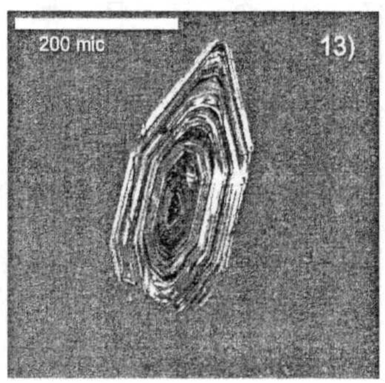


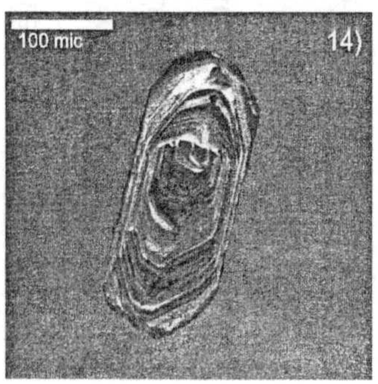












Fotos SOK-26 de la tonalita del Culebrín .
Secciones paralelas a (110) excepto k) que es paralela a (100).

IV.5.2- Dataciones.

Se han analizado tres cristales de circón en la tonalita del Culebrín. Sobre un total de trece pasos se ha estimado como edad media de cristalización de este cuerpo los 532±4 Ma (2σ) (Fig. 44). Dos circones pertenecían a la muestra MOK-7 y en cada uno de ellos se han podido realizar hasta cuatro medidas y el otro cristal pertenecía a la muestra SOK-26 donde se han hecho un total de 5 medidas. Todos estos cristales tenían un tamaño similar de unas 300x150 micras. El primero (MOK-7/4), era más redondeado y los otros dos (MOK-7/5 y SOK-26/2) eran prismas perfectos, los tres tenían tonos pardos, más o menos oscuros. No se han analizado circones con núcleos heredados. En la Tabla 24 se muestran los diferentes valores recogidos de las relaciones $^{207}Pb/^{206}Pb$ y la equivalencia en edades una vez aplicadas las correcciones, también se muestran los diferentes errores estándar de cada medida. En general todos los resultados son muy homogéneos y no se ha excluido ningún valor para el cálculo final de la edad.

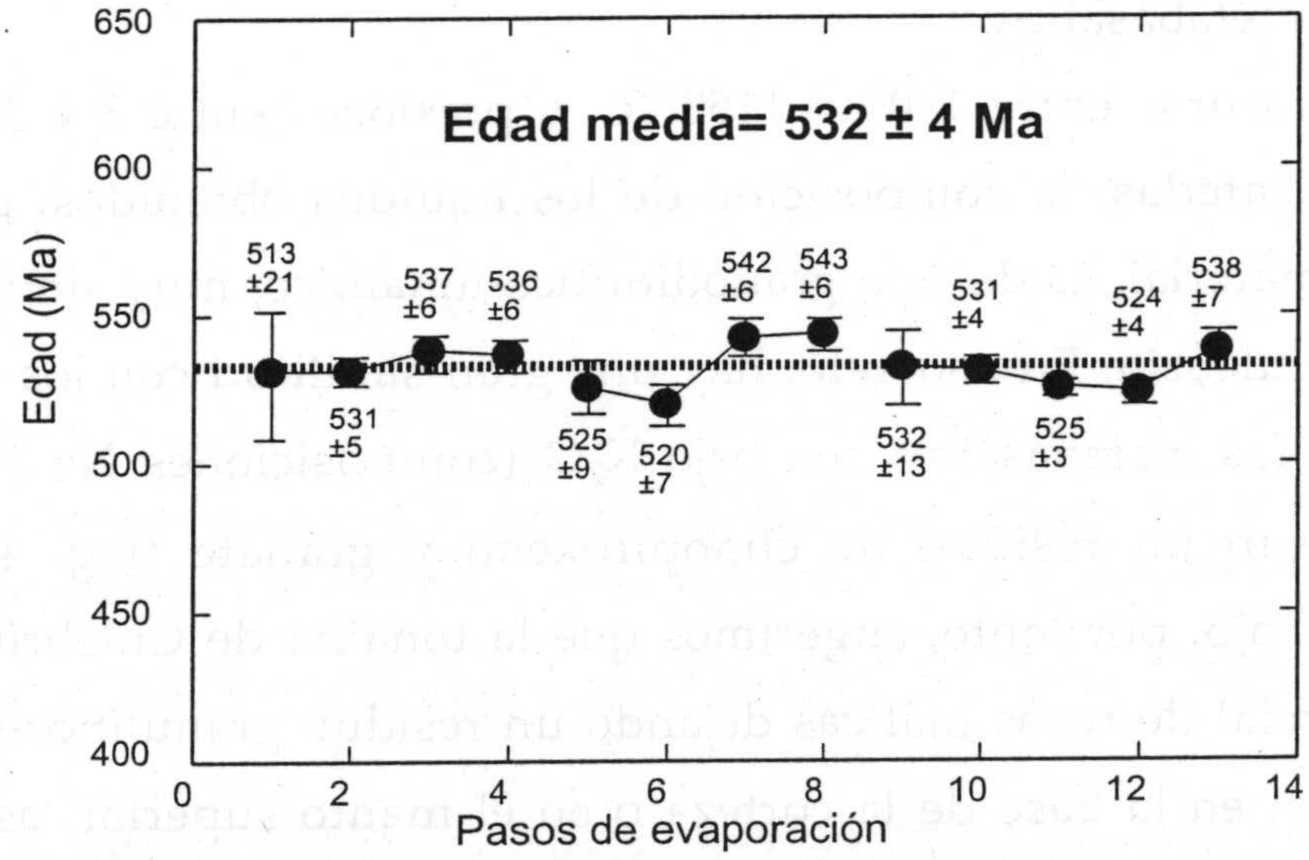


Fig. 44.- Edad de cristalización de la tonalita del Culebrín.

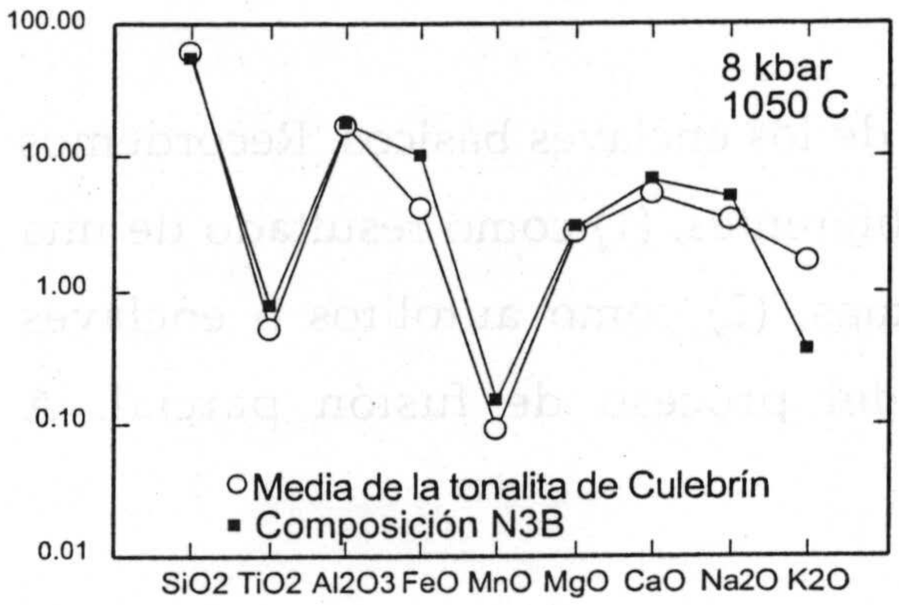
IV.6- Discusión.

La tonalita del Culebrín es una roca típicamente calcoalcalina. Petrográficamente se caracteriza por la presencia de anfíbol y biotita con inclusiones de epidota, aparentemente primaria, y plagioclasa con zonados muy complejos. La signatura de elementos traza, caracterizada por el

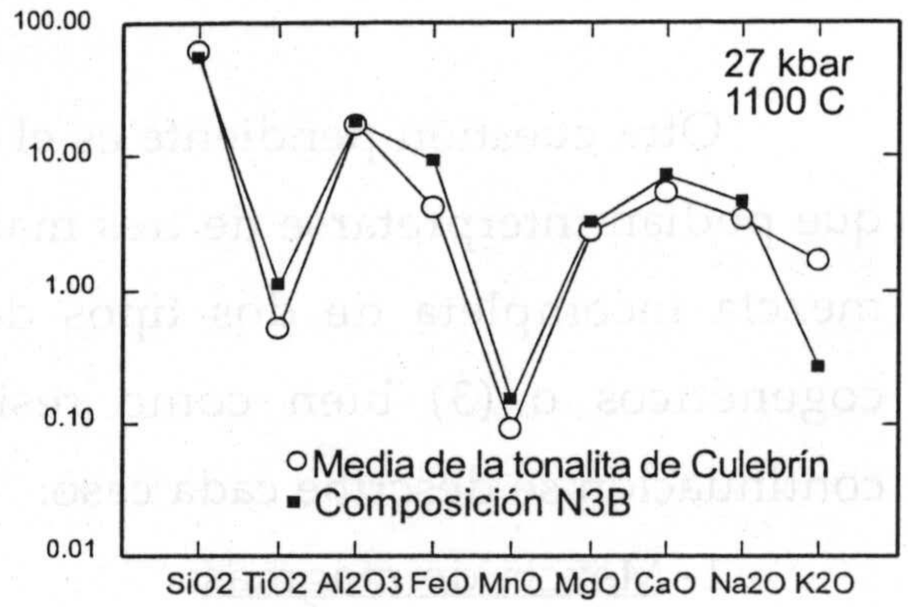
enriquecimiento en incompatibles, junto con anomalías negativas de Nb, Ta y Ti, y anomalías positivas de Sr y Pb, así como la falta de anomalía negativa de Eu, y una relaciones $^{87}Sr/^{86}Sr$ inicial ≈ 0.704 y $^{143}Nd/^{144}Nd$ inicial ≈ 0.5119, indican de manera inequívoca que se trata de magmas de arco, totalmente comparables a los que han producido los macizos tonalíticos característicos de los terrenos acrecionales de orógenos de subducción, tal como los de los Urales (Bea *et al.*, 2002).

Está claro que la composición química de la tonalita de Culebrín no corresponde a la de un magma primitivo, habiendo sido modificada, probablemente, por procesos de diferenciación y de contaminación. A pesar de ello, hemos comparado su composición con la de los líquidos experimentales obtenidos por Rapp y Watson (1995) a partir de cuatro materias naturales: (1) un basalto rico en alcalis, (2) un basalto con alto Al_2O_3 y bajo K_2O, (3) un basalto con bajo K_2O y (4) un basalto "greenstone" arcaico con bajo K_2O (Tabla 25). Por tanto, el espectro composicional de estas cuatro muestras abarca la mayoría de los metabasaltos.

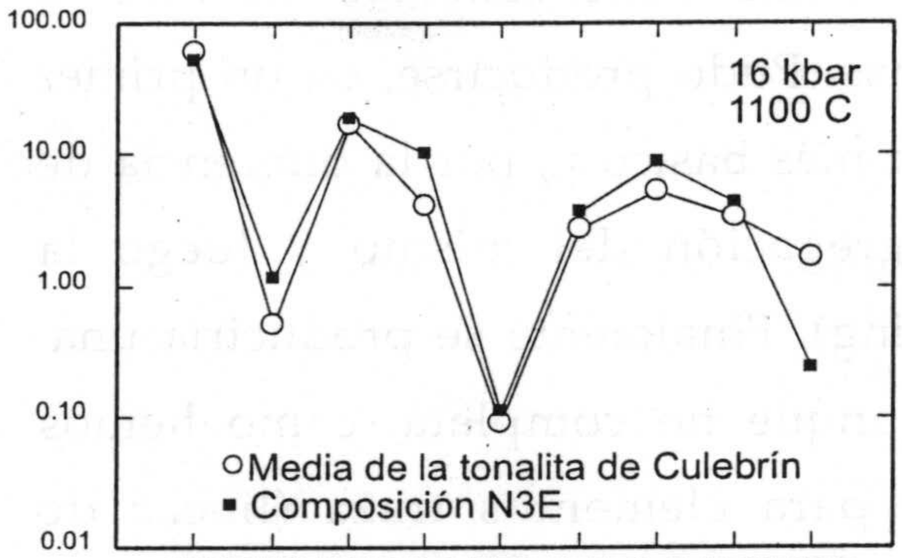
A temperaturas entre 1000 y 1150 °C, y presiones entre 8 y 32 kbar, en condiciones hidratadas, la composición de los líquidos obtenidos, por fusión del 20-40% de material, es de tipo granodiorítico-tonalítico, muy similar a la de la tonalita del Culebrín. En concreto, hay una gran similitud con los productos de la fusión de los metabasaltos con bajo K_2O (composiciones Nº 3 y 4 Tabla 25), cuando dejan un residuo de clinopiroxeno y granate (Fig. 45). Como hipótesis de trabajo, por tanto, sugerimos que la tonalita de Culebrín procede de la fusión parcial de rocas máficas dejando un residuo granulítico-eclogítico, situadas bien sea en la base de la corteza o en el manto superior, asociadas a una zona de subducción.



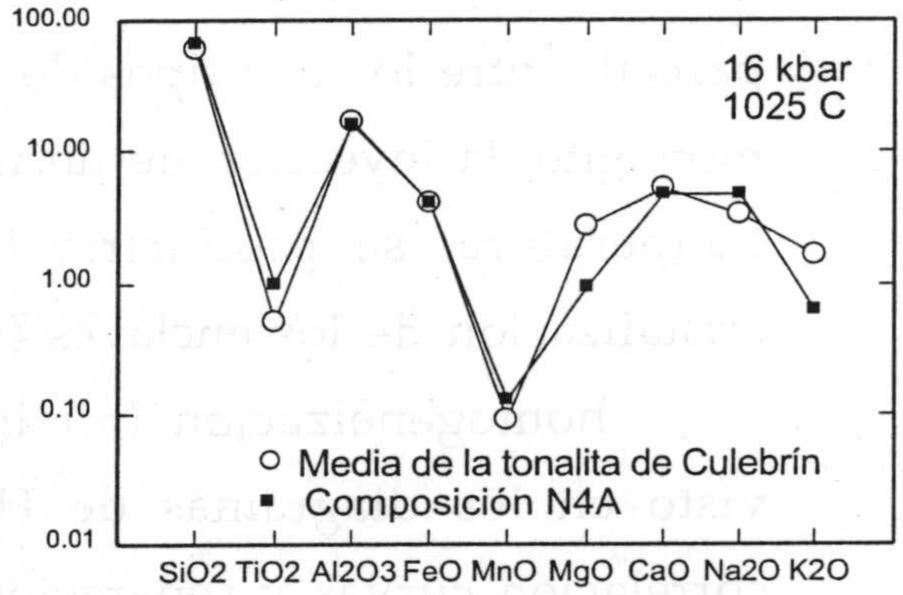
Residuos:
Anfíbol, Plagioclasa, Clinopiroxeno, Olivino



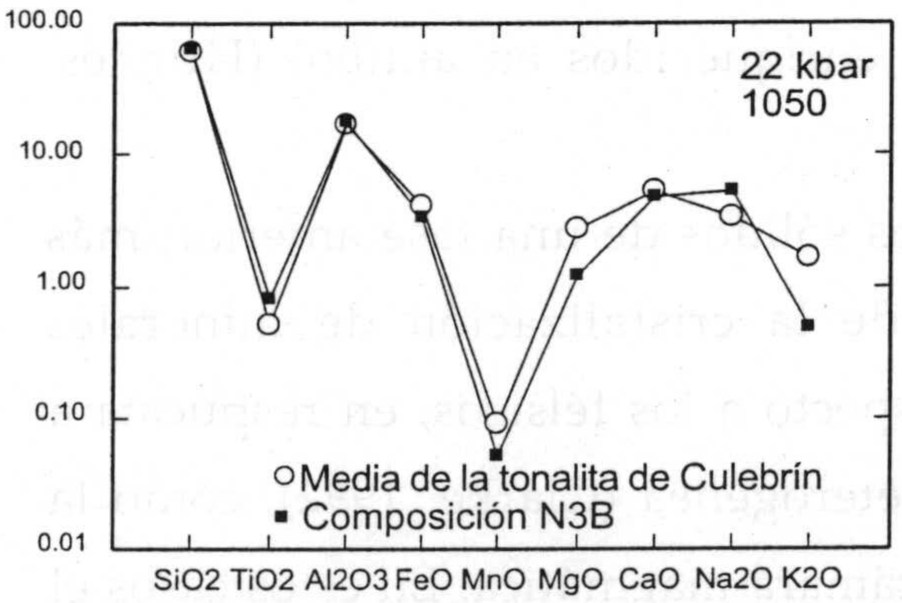
Residuos:
Plagioclasa, Clinopiroxeno, Granate



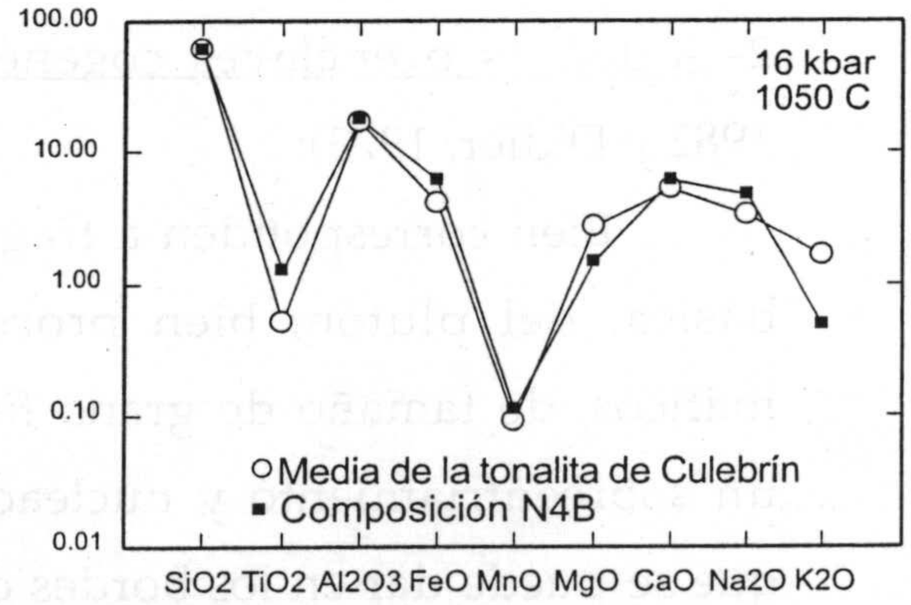
Residuos:
Clinopiroxeno, Granate



Residuos:
Clinopiroxeno, Granate



Residuos:
Clinopiroxeno, Granate, Magnetita



Residuos:
Clinopiroxeno, Granate

Fig.45.- Diagramas experimentales de Rapp y Watson (1995). Comparación de las tonalitas de Culebrín con los líquidos obtenidos por fusión de las composiciones Nº 3 y 4 (ver texto).

Otra cuestión pendiente es el origen de los enclaves básicos. Recordemos que podían interpretarse de tres maneras diferentes, (1) como resultado de una mezcla incompleta de dos tipos de magmas, (2) como autolitos o enclaves cogenéticos o (3) bien como residuos del proceso de fusión parcial. A continuación se describe cada caso:

1- Mezcla de magmas:

En primer lugar hay que mencionar que la composición de los enclaves, de roca total, es más básica, por mayor abundancia de minerales máficos, pero la composición de los minerales es similar lo que indicaría que finalmente hubo una homogeneización, total o parcial, entre los dos tipos de magmas. Pudo producirse, en un primer momento, la inyección de un magma más básico y, por la diferencia de temperatura, se produciría la disgregación del mismo y luego la cristalización de los enclaves (mingling). Finalmente se produciría una homogeneización (mixing), aunque no completa, como hemos visto en los diagramas de Harker para elementos traza (líneas de correlación curvas y separación clara en dos grupos de muestras para algunos elementos). También esta homogeneización parcial se pudo producir desde el principio si las características y temperaturas de los dos magmas eran similares (Didier, 1987; Poli y Tommasini, 1991).

2- Autolitos o enclaves cogenéticos, enriquecidos en anfíbol (Hughes, 1982 y Didier, 1973):

Bien corresponden a fragmentos sólidos de una fase anterior, más básica, del plutón; bien proceden de la cristalización de minerales máficos, de tamaño de grano fino respecto a los félsicos, en respuesta a un sobreenfriamiento y nucleación heterogénea (Clarke, 1992), como la que se puede dar en los bordes de la cámara magmática. En estos casos el equilibrio mineralógico también es completo.

Tanto en el caso de mezcla de magmas, como con la evolución de un solo magma por cristalización fraccionada, se pueden obtener tendencias lineares en los diagramas de Harker (para elementos mayores) y, en concreto, cuando no hay mezcla también se podrían observar composiciones continuas entre los enclaves y la tonalita y entre los minerales de los mismos (Dorais *et al.*, 1990); en este último

caso de los minerales sería algo similar a lo observado en las figuras 32, 33 y 34 para plagioclasas, biotitas y anfíboles.

A favor del primer caso de mezcla de magmas se observan formas redondeadas en los enclaves y plagioclasas con zonas reabsorbidas (Vernon, 1984), pero no hay xenolitos de cuarzo rodeados de minerales máficos de tamaño de grano fino, ni fenocristales de feldespato potásico con los bordes ricos en oligoclasa, y los contactos tonalita-enclave no son totalmente netos (Foto 20) o gradacionales, que son características típicas de enclaves en zonas de mezcla (Eberz y Nicholls, 1988).

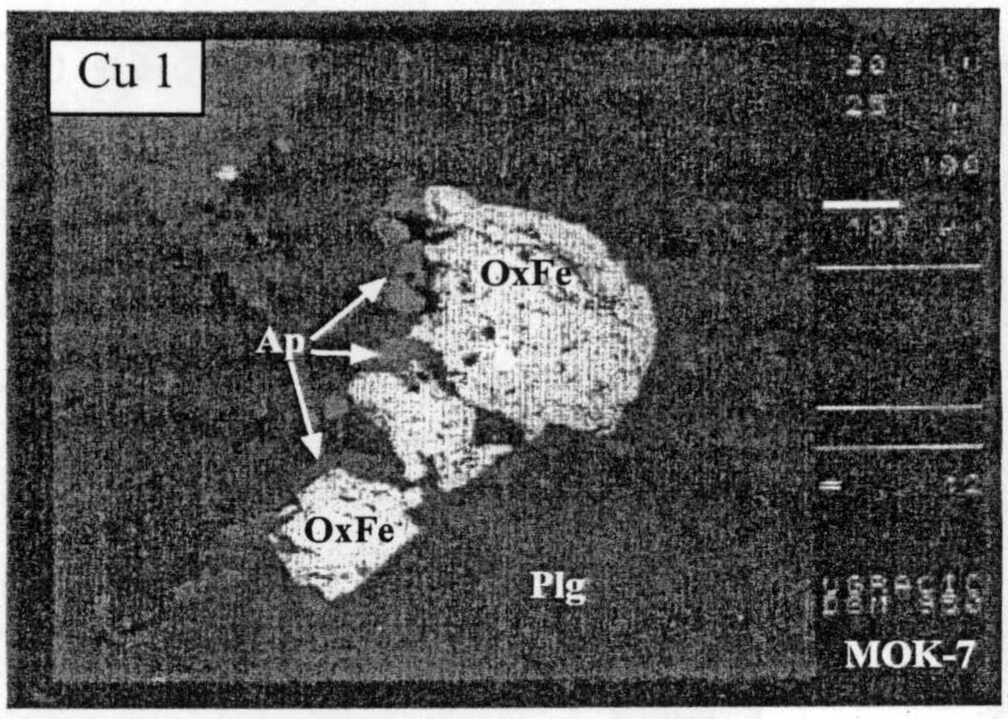
3- Residuos de la fusión parcial:

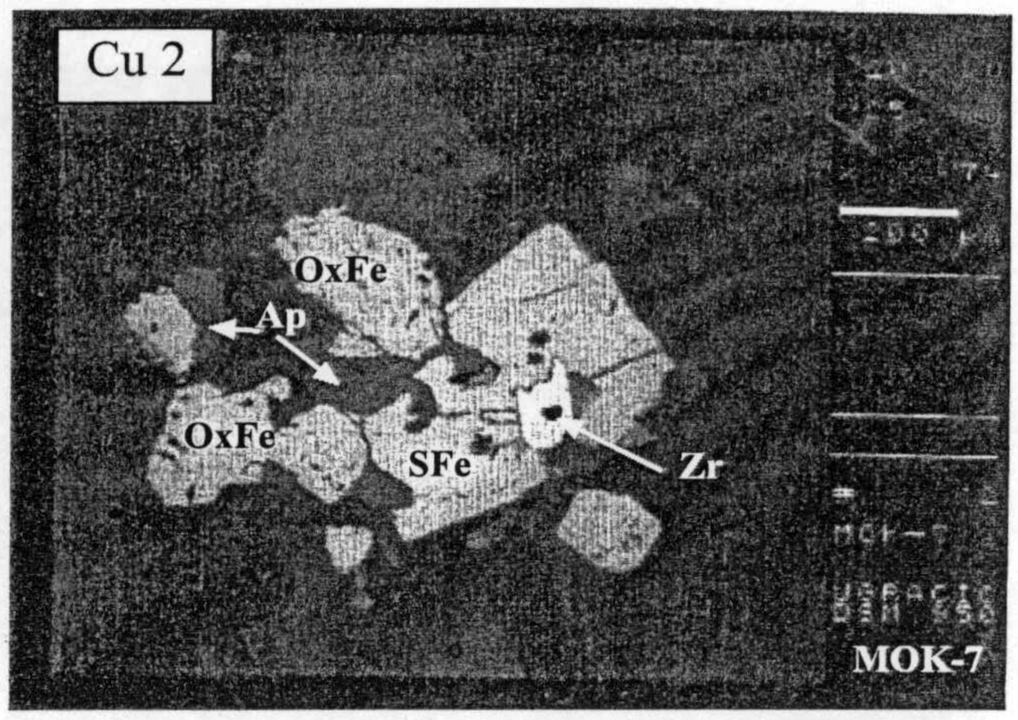
Por último, el interpretar los enclaves básicos como residuos del proceso de fusión parcial quedaría descartado ya que estos están compuestos por los mismos minerales que la tonalita, no poseen otras fases residuales como granatate, clinopiroxeno, olivino...

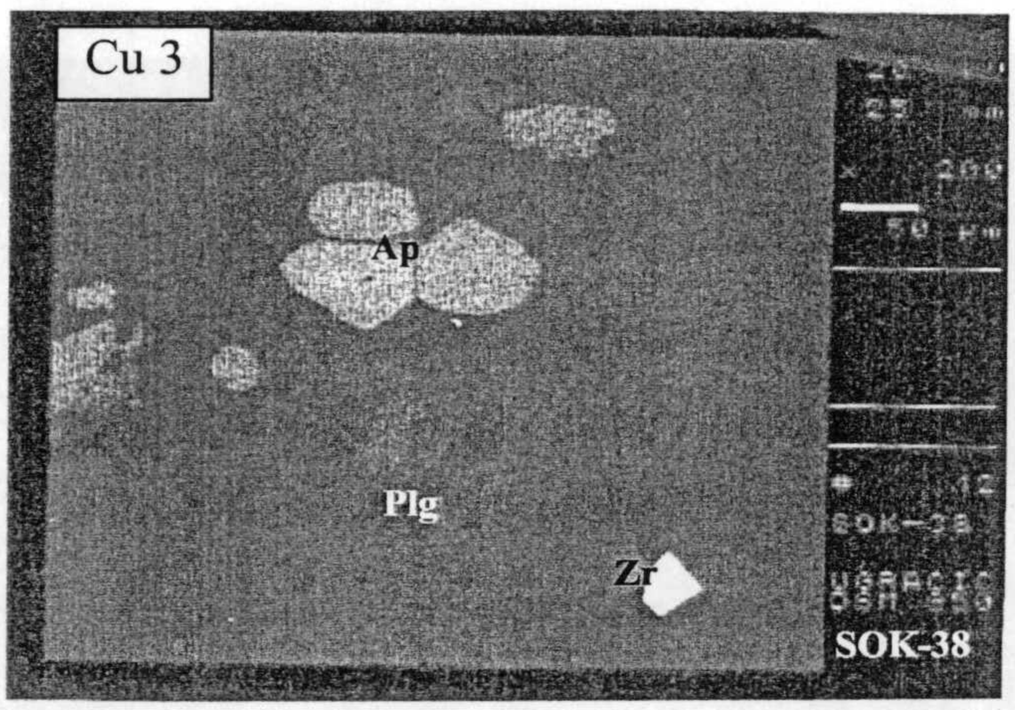
Con estos datos podemos concluir que los enclaves básicos se caracterizan mejor como autolitos que como restos de otro magma o residuos del proceso de fusión parcial que originó la tonalita.

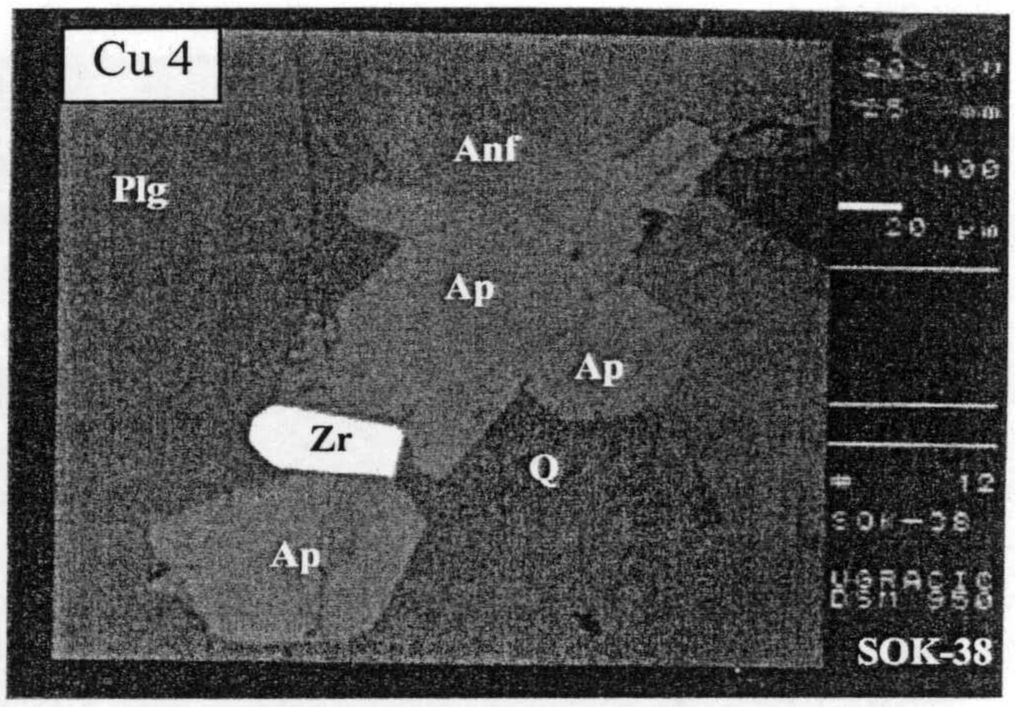
Finalmente hay que comentar que el hecho de que también existan enclaves hipermicáceos indicaría que el magma básico, que dio lugar a la tonalita y enclaves básicos, interactuó con la Corteza continental en su génesis (Didier, 1987) y la evidencia serían estas restitas. También la normalización al Mato primitivo (Fig. 42), a la Corteza continental (anomalías de Li y Ga, Fig. 40) y la relación $^{143}Nd/^{144}Nd$ (0.511865-0.511887), indicarían un cierto aporte cortical.

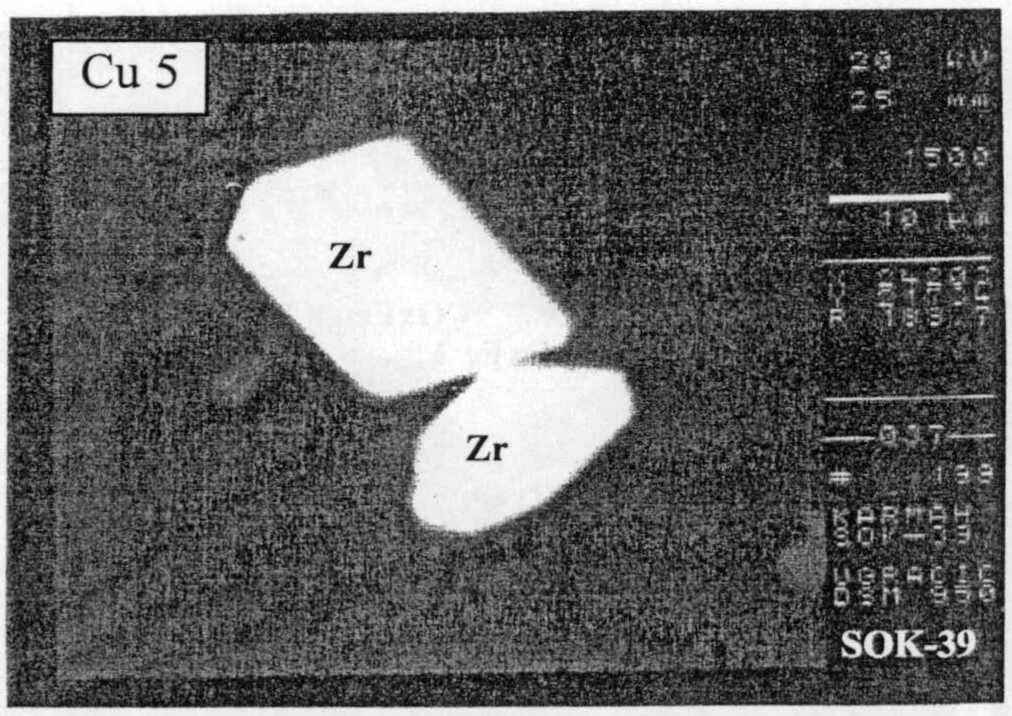
Fotografías de SEM.

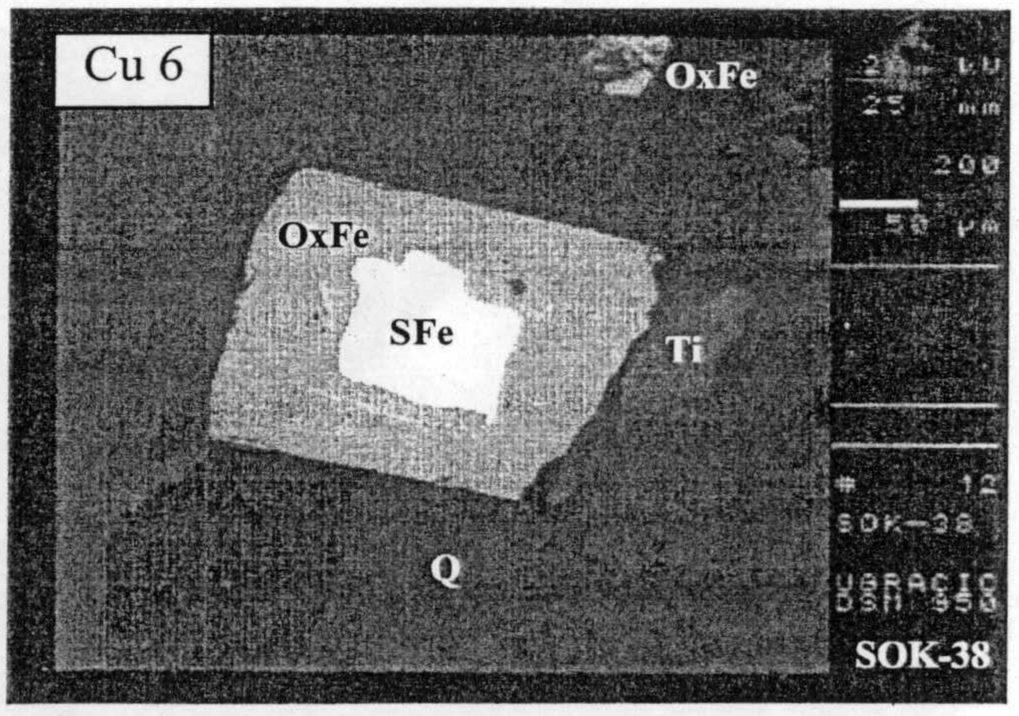




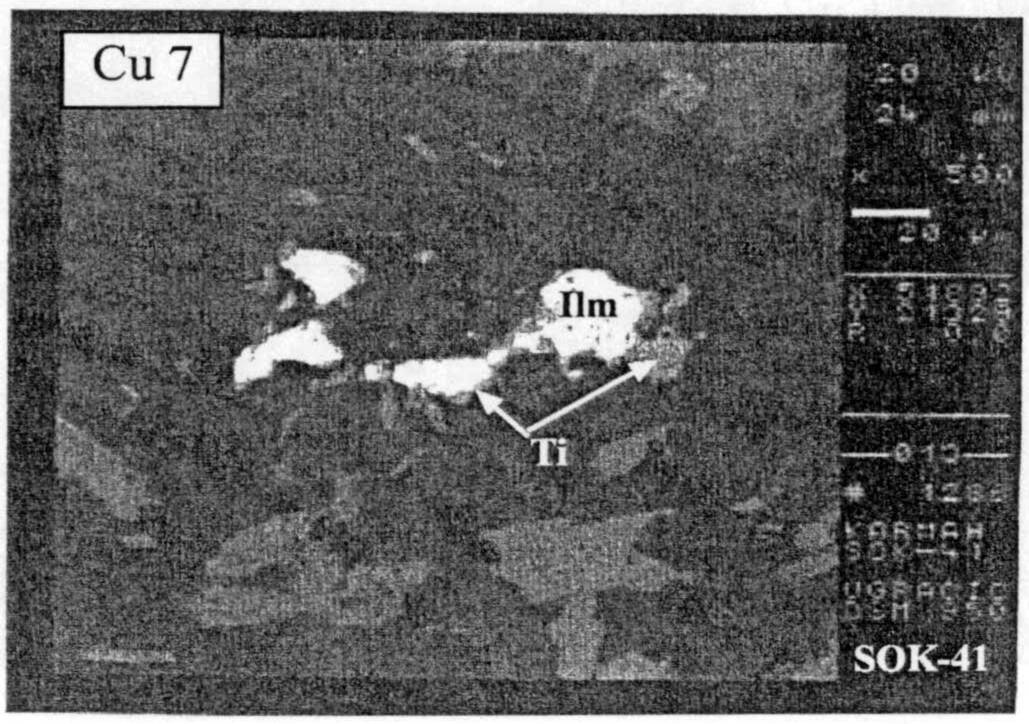


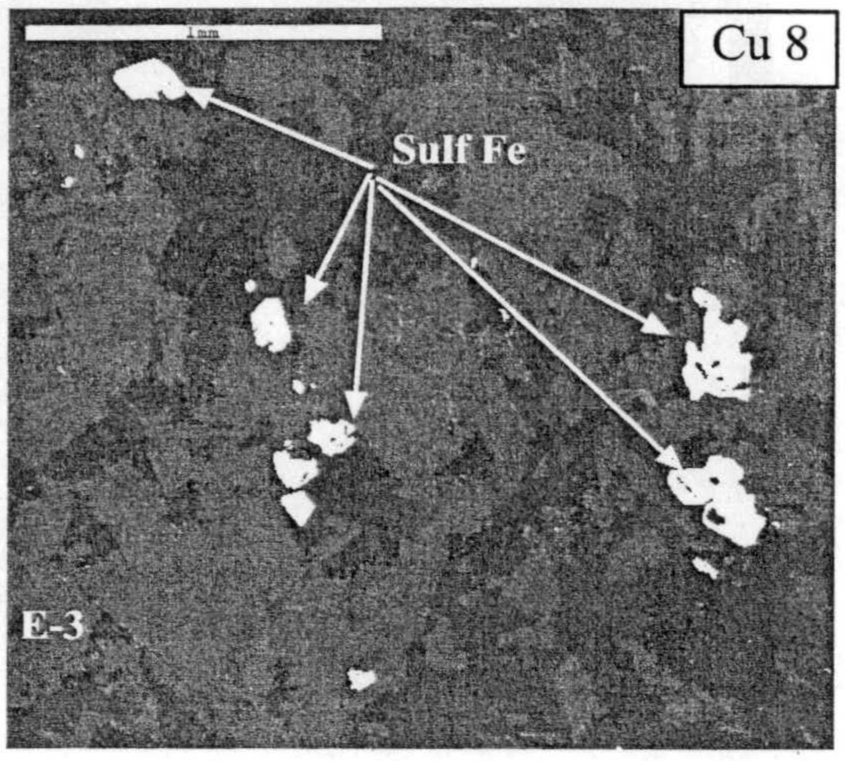


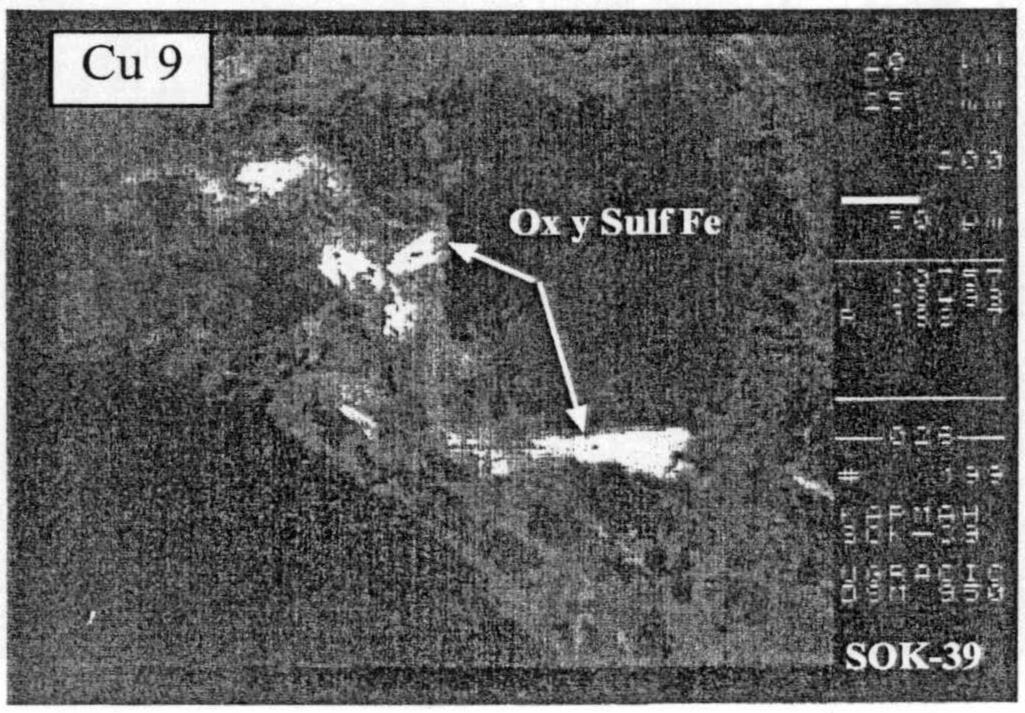


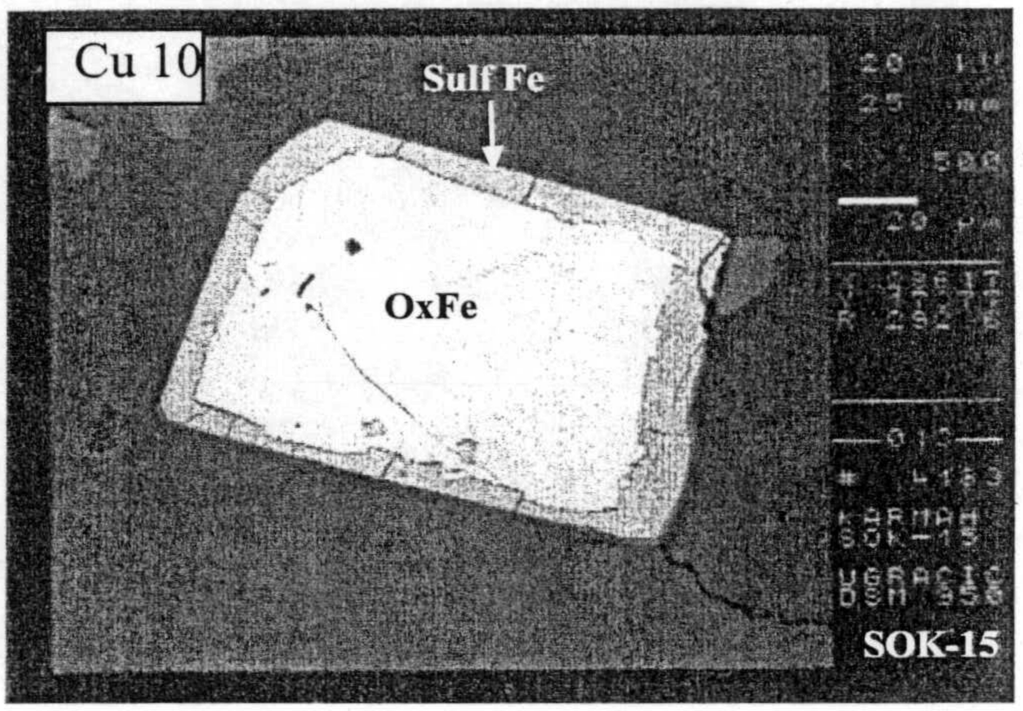


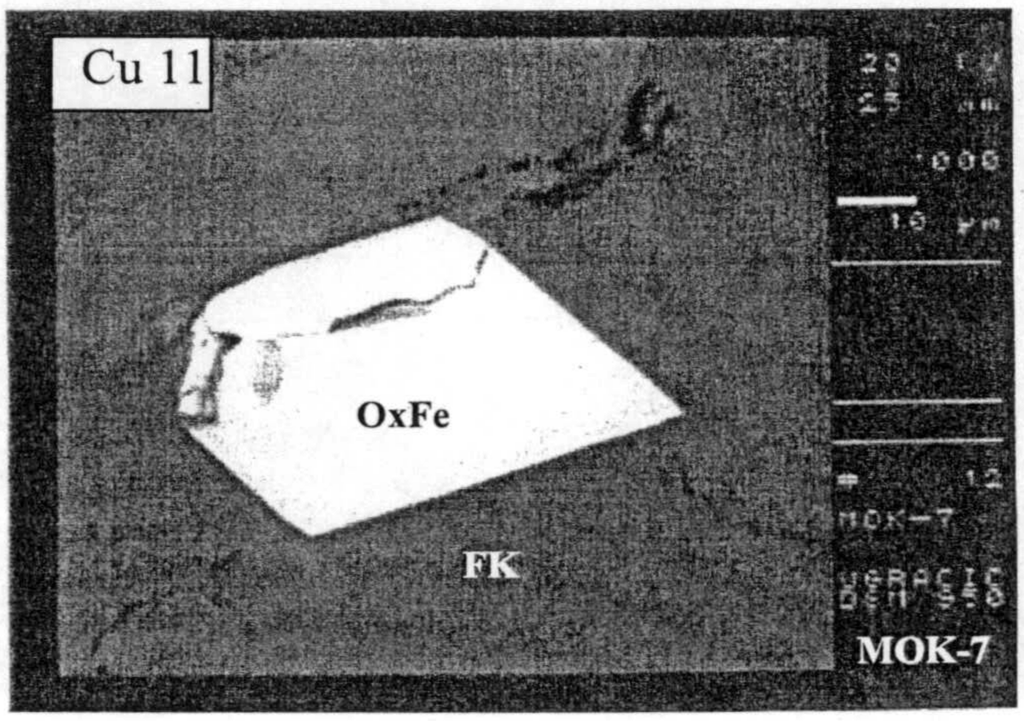
Fotos Cu 1-14. Imágenes de SEM de la tonalita del Culebrín y enclaves. I

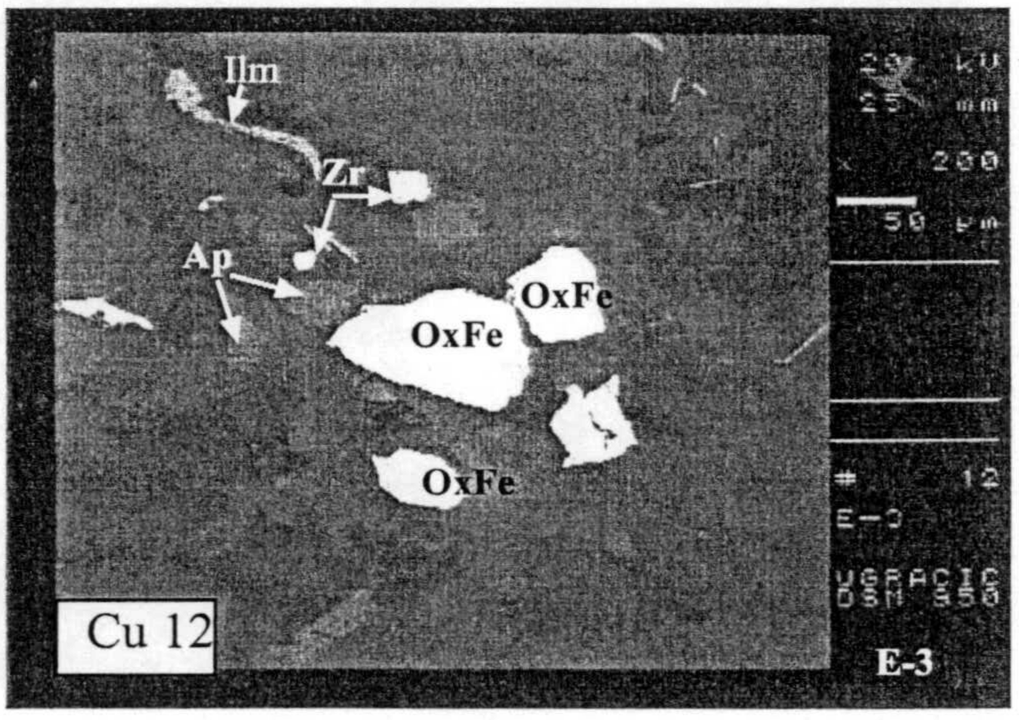




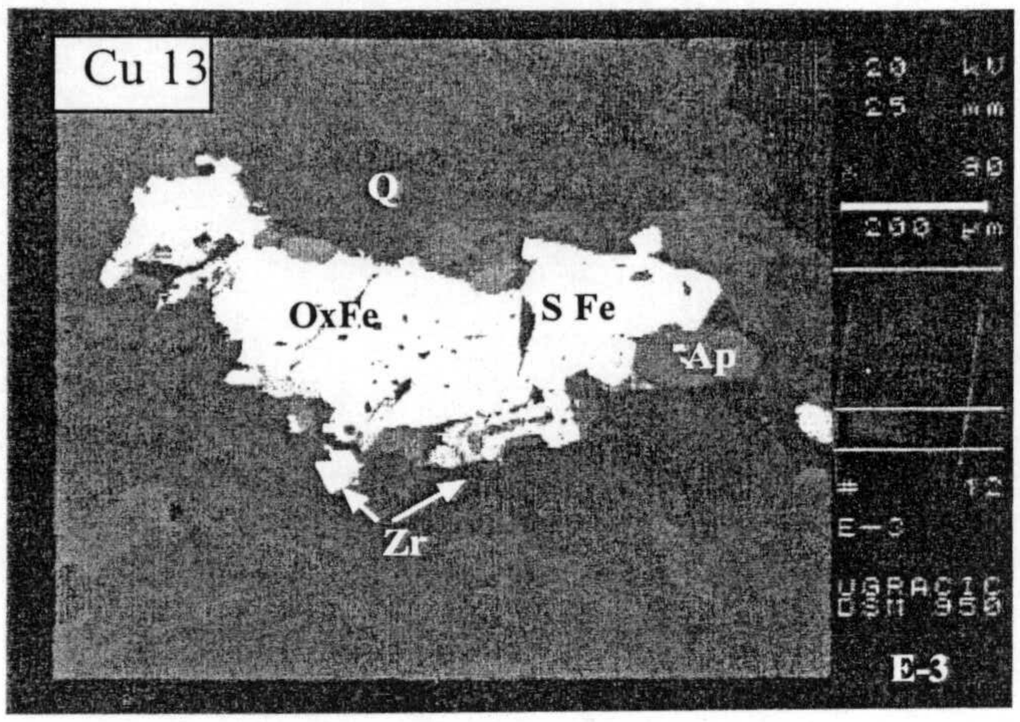


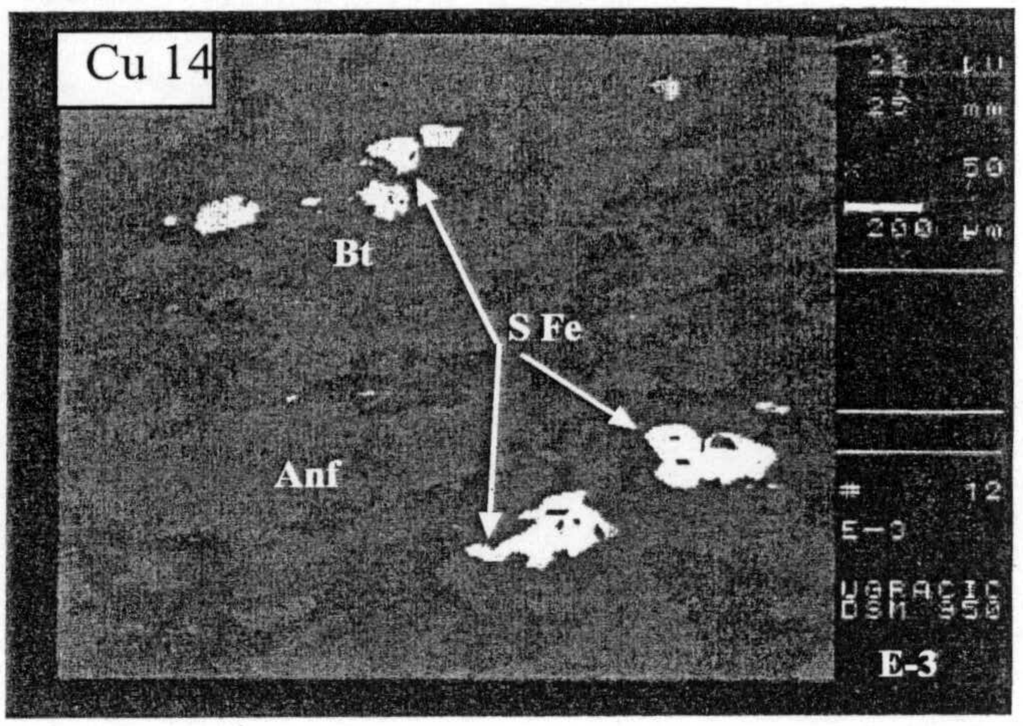






Fotos Cu 1-14. Imágenes de SEM de la tonalita del Culebrín y enclaves. II





Fotos Cu 1-14. Imágenes de SEM de la tonalita del Culebrín y enclaves. III

V- Granito del Castillo.

V.1- Relaciones de campo .

El granito del Castillo es un cuerpo intrusivo que aflora en la zona SE de la hoja nº 897 (Monesterio) y en la parte NE de la hoja nº 918 (Santa Olalla del Cala), escala 1:50.000 del MAGNA. Ocupa aproximadamente unos 45 km^2 y, al igual que el resto de cuerpos circundantes (tonalita de Culebrín, granodiorita de Monesterio), presenta una forma alargada NO-SE (Mapa 2). El borde S está limitado por la falla del Helechoso, el borde SO está limitado por el cabalgamiento de Monesterio, al NE está en contacto con la tonalita del Culebrín (la dirección del contacto es N130E) y los bordes NO y SE son contactos puramente intrusivos sobre el encajante que está formado, mayoritariamente, por metagrauvacas y pizarras de la Sucesión Tentudía (Eguíluz, 1987).

Desde el punto de vista petrográfico, el granito del Castillo consta de dos facies principales: una facies común y una facies de borde. En los trabajos de Eguíluz *et al.* (1983) Eguíluz y Garrote (1983), Eguíluz (1987, 1989) y Eguíluz *et al.* (1999) se definió una zonación en el cuerpo en función del grado de deformación. Esta deformación es máxima en las zonas de borde, sobre todo en la zona O, por efecto del cabalgamiento de Monesterio. La menor deformación se observa en la parte central. Así, los autores antes mencionados distinguieron: facies común, subdividida a su vez en granito débilmente deformado, granito deformado, granito orientado y granito de grano fino gneisificado; la otra facies es la de borde que aparece especialmente en la zona E del plutón, aunque de forma discontinua. El paso de una a otra es gradual. En el campo solo se diferencia una foliación, que oscila entre N90-140E/35-70NE, marcada por el aplastamiento de los cuarzos y una ligera orientación de los minerales melanocráticos. La zona más gneisificada mantiene esta misma dirección (N120-140E/40NE), coincidente con la foliación regional.

Petrográficamente, el granito del Castillo es bastante homogéneo. Se trata de un granito rosado, de tamaño de grano fino a medio, formado por cristales subidiomórficos o allotriomórficos de feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo, anfíbol y biotita (Foto 27). El porcentaje de minerales melanocráticos disminuye hacia el borde. Eguíluz (1987) observó que en ocasiones esta facies tiene un carácter porfídico definido por fenocristales de plagioclasa y escasos minerales melanocráticos en una matriz de cuarzo y feldespatos. Localmente,

los granitos de la facies común presentan enclaves microgranudos, de color oscuro y de tamaño centimétrico, formados por biotita, anfíbol, plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico.

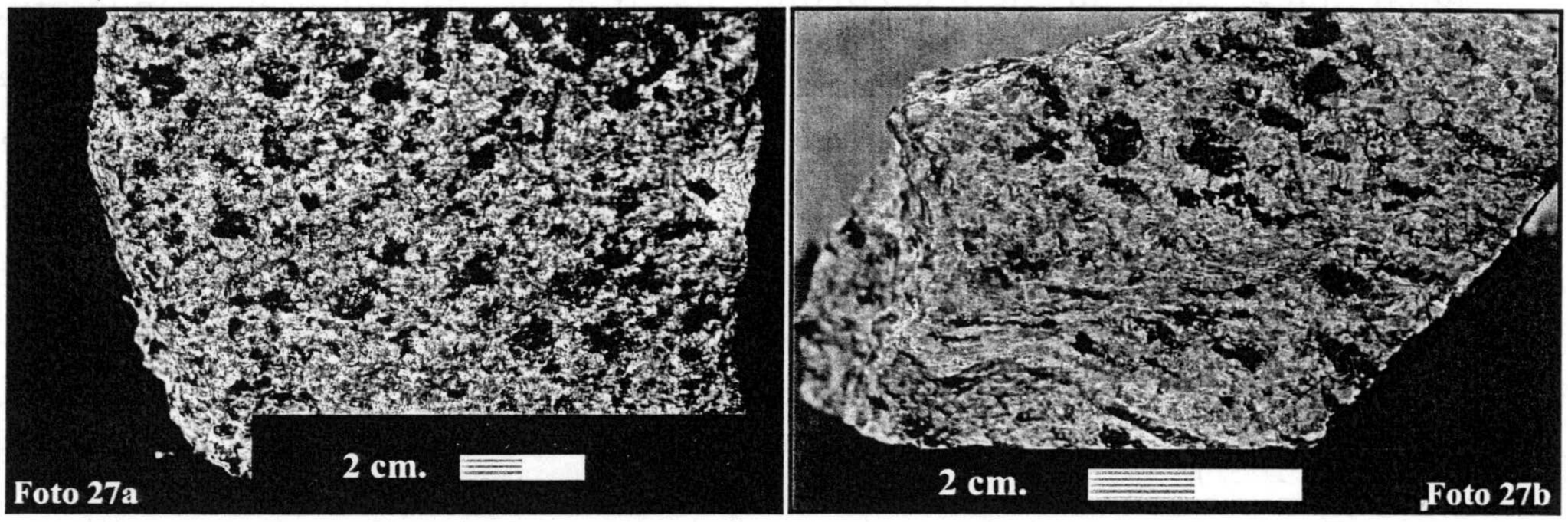


Foto 27.- Aspecto macroscópico de la facies común del granito del Castillo.
a) Granito poco o nada deformado. b) Granito deformado.

En el contacto entre el granito del Castillo y la tonalita del Culebrín se encuentran unos diques, de dirección N40E/subvertical y aproximadamente 1.5 m de espesor, que cortan a ambos plutones (Foto 28). Dichos diques están formados por un granito rosado, de grano fino, pero más rico en cuarzo y menor índice de color que los granitos de la facies común.

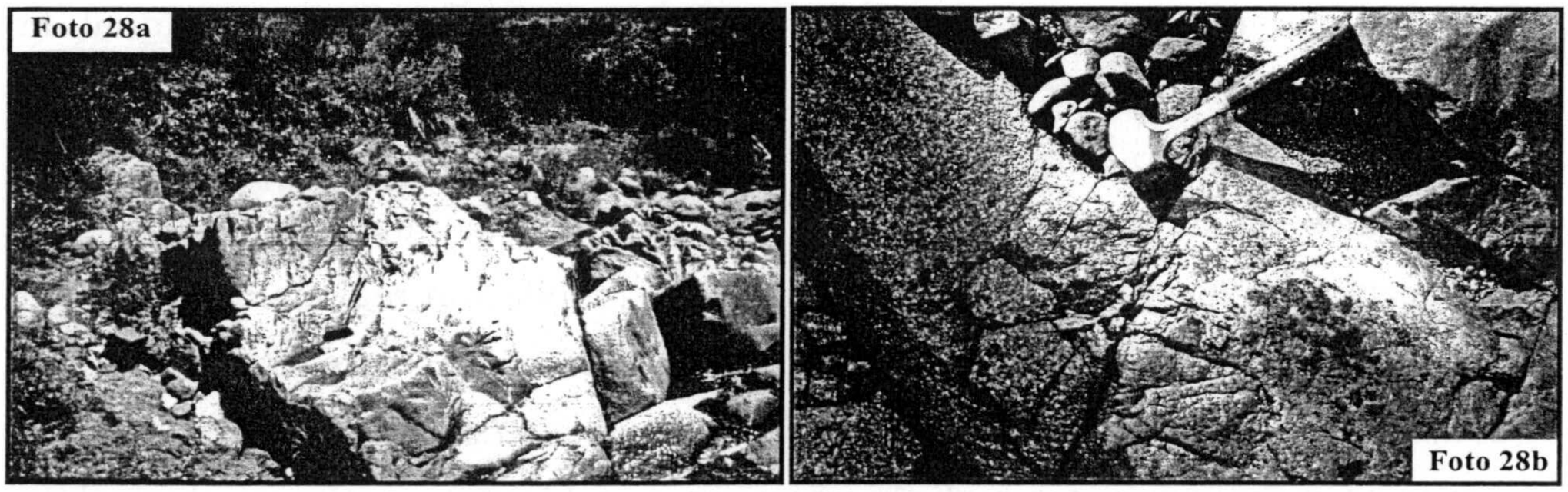


Foto 28.- Diques del granito del Castillo cortando a la tonalita.
La foto b) es un detalle del contacto.

El granito del Castillo produce una aureola de metamorfismo de contacto de amplitud variable pero siempre de grado bajo (corneanas de albita-epidota). En la zona O da lugar a la recristalización de las biotitas y en la zona E produce un crecimiento de biotita, moscovita y cuarzo (ver también Eguíluz *et al.*, 1983 y Eguíluz, 1987).

Al igual que en el resto de cuerpos ya descritos, aquí también aparecen diques básicos con orientación N140E/70E, pero son menos abundantes que en la tonalita del Culebrín.

Este granito ha sido datado por diferentes autores que le asignan una edad de 498+10/-7 Ma (U-Pb en circón, Ochsner, 1993) y 510 Ma (Eguíluz *et al.*, 1997). Nuestros resultados con cristal único de circón, usando el método de Kober, son parecidos y dan una edad de cristalización de 502±8 Ma (ver apartado V.5.2).

V.2- Petrografía.

Facies común:

Petrográficamente la facies común del granito del Castillo se clasifica como granito de feldespato alcalino (Fig. 2). Se trata de una roca holocristalina, heterogranular, de grano fino a medio y de textura que varía desde hipidiomórfica a panallotriomórfica conforme aumenta la deformación. Las muestras menos deformadas tienen una textura granuda homogénea; las más deformadas presentan una textura bandeada, caracterizada por la fuerte orientación de los minerales melanocráticos y los feldespatos, cuyo tamaño de grano se ha reducido, y que aparecen rodeados por bandas de cuarzo en cinta.

Como minerales mayoritarios, el granito del Castillo presenta (en orden decreciente de abundancia) feldespato potásico, plagioclasa, cuarzo, biotita y anfíbol y como minerales accesorios circón, apatito, allanita, carbonatos, fluorita, monacita, ilmenita, óxidos y sulfuros y torita.

Minerales esenciales y varietales:

Cuarzo: este mineral se presenta en tres variedades: (1) cristales allotriomórficos, de tamaño de grano medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 4 mm de largo), (2)

cuarzo recristalizado, de tamaño de grano fino y (3) cristales allotriomórficos, con los bordes redondeados, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx 0.2$ mm. Los cristales de tamaño medio tienen extinción ondulante y contornos rectos que pasan a suturados con el aumento de la deformación. La cantidad de cuarzo recristalizado aumenta hacia las muestras más deformadas en detrimento de los cristales mayores, este cuarzo también aparece rellenando grietas. Los cristales de menor tamaño están incluidos en plagioclasa y feldespato potásico.

Feldespato potásico: se trata de cristales de tendencia subidiomórfica y de tamaño fino ($\varnothing$ ‹ 0.1 mm) a medio ($\varnothing_{máx.} \approx 4$ mm). Con el aumento de la deformación los cristales se reducen de tamaño y pasan a allotriomórficos, desarrollando bordes de grano suturados. Hay cristales que no presentan maclas y otros que tienen las maclas en enrejado, típicas de la microclina y, a veces, macla tipo periclina y macla de Carlsbad. Hay un gran desarrollo de pertitas (tipo string, rods y de reemplazamiento) llegando a desarrollarse casi mesopertitas.

Los cristales analizados muestran una composición de Or_{93-97} (Tabla 26, Fig. 46) y los análisis de pertitas, parcialmente exueltas, tienen un rango de Or_{62-96}, con un componente albítico de hasta 38%.

Los cristales de feldespato potásico suelen poseer inclusiones de plagioclasa, cuarzo, circón y apatito. En general no están muy alterados, solo algunos bordes presentan sericita.

Plagioclasa: los cristales son subidiomórficos a allotriomórficos en las muestras más deformadas y con algunos bordes irregulares. Tienen un tamaño de grano fino ($\varnothing$ ‹ 0.1 mm) a medio ($\varnothing_{máx.} \approx 3$ mm). Están maclados según la ley de la Albita, con un maclado polisintético irregular. También se han observado algunos de estos ejemplares con un zonado oscilatorio a la vez, pero solo en las muestras menos deformadas.

La composición de la plagioclasa es bastante constante (Tabla 27). Se trata de una albita casi pura, con una concentración de $An_{0.9-9}$ (Fig. 46).

En ocasiones tienen inclusiones de circones y pequeños cristales

de cuarzo. La alteración de estos cristales se produce sobre todo en la parte central donde se observa saussurita.

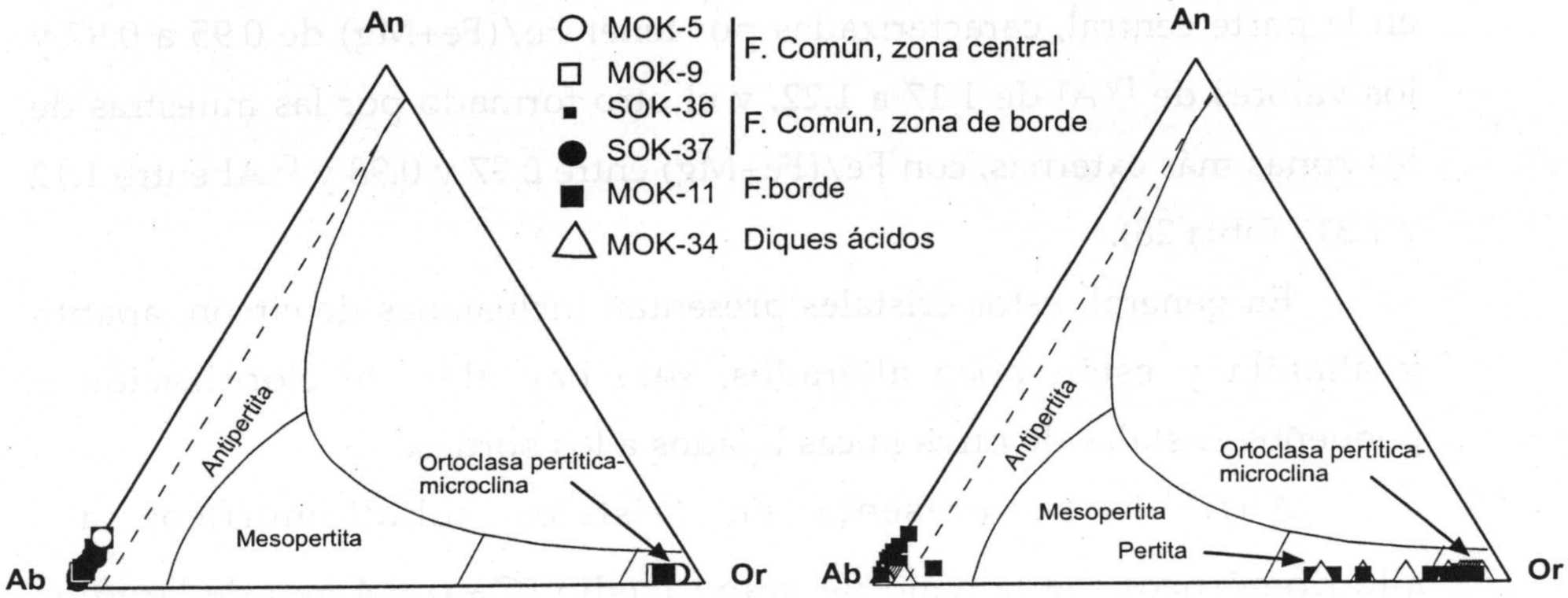


Fig. 46.- Proyección de los feldespatos del granito del Castillo en el diagrama Ab-An-Or.

Biotita: este mineral se presenta como placas xenomórficas, de tamaño muy fino a medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 2 mm de largo) y con un pleocroismo fuerte que va de verde a marrón claro. Los cristales de mayor tamaño tienen, a veces, extinción ondulante y micropliegues. Los más pequeños aparecen incluidos, en algunas ocasiones, en anfíbol.

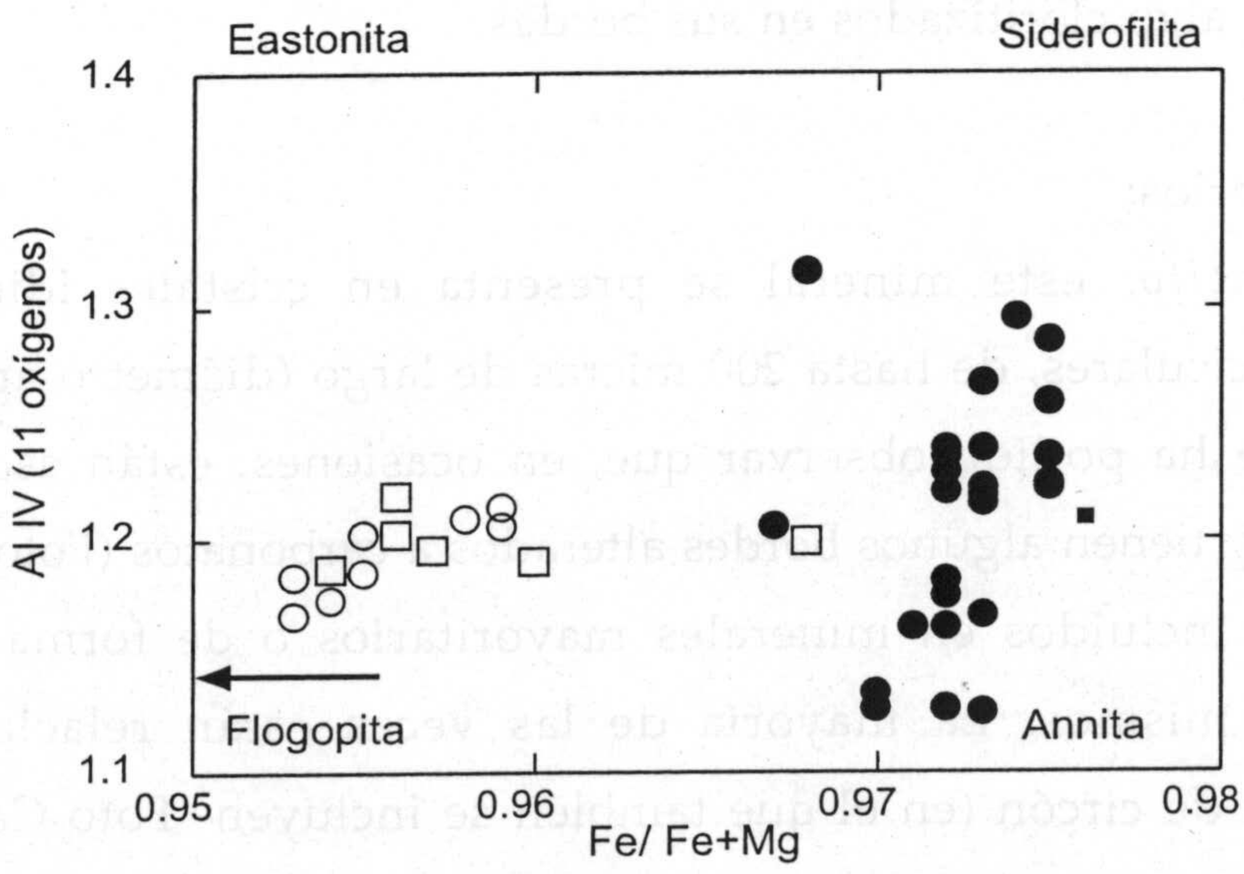


Fig. 47.- Diagrama de clasificación de biotitas de Deer *et al.*, 1962.

En el diagrama ^{IV}Al *vs* Fe/(Fe+Mg) (Fig. 47) se observa como las muestras se separan en dos grupos, uno formado por las rocas tomadas en la parte central, caracterizadas por tener Fe/(Fe+Mg) de 0.95 a 0.97 y los valores de ^{IV}Al de 1.17 a 1.22, y el otro formado por las muestras de las zonas más externas, con Fe/(Fe+Mg) entre 0.97 y 0.98 y ^{IV}Al entre 1.12 y 1.31 (Tabla 28).

En general, estos cristales presentan inclusiones de circón, apatito y allanita y están poco alterados, solo hay algo de cloritización y pequeños cristales de otras micas ligados a los bordes.

Anfíbol: se presenta en cristales subidiomórficos a allotriomórficos, de tamaño de grano medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 4 mm de largo) y con un pleocroismo de verde intenso a marrón verdoso, aunque en muestras más deformadas apenas tienen pleocroismo y son de color verde oscuro.

Los análisis por microsonda electrónica (Tabla 29, Fig. 48a, b) indican que se trata de anfíboles de composición variable entre horblenda hastingsítica, ferro-edenítica, ferro-Tschermakítica y ferro-horblenda.

Los cristales de anfíbol suelen tener inclusiones de biotita, allanita, circón, plagioclasa y feldespato potásico. Al igual que la biotita, solo están algo cloritizados en sus bordes.

Minerales accesorios:

Apatito: este mineral se presenta en cristales idiomórficos, algunos aciculares, de hasta 200 micras de largo (diámetro aparente). En el SEM se ha podido observar que, en ocasiones, están asociados con monacita y tienen algunos bordes alterados a carbonatos (Fotos Cas2 y 8). Aparecen incluidos en minerales mayoritarios o de forma intersticial entre los mismos. La mayoría de las veces están relacionados con agregados de circón (en el que también se incluyen- Foto Cas1) y otros minerales accesorios.

Circón: los cristales de circón son idiomórficos, con un tamaño entre $\varnothing \approx$ 30-600 micras de largo (Fotos Cas4, 10 y 11), aunque a veces

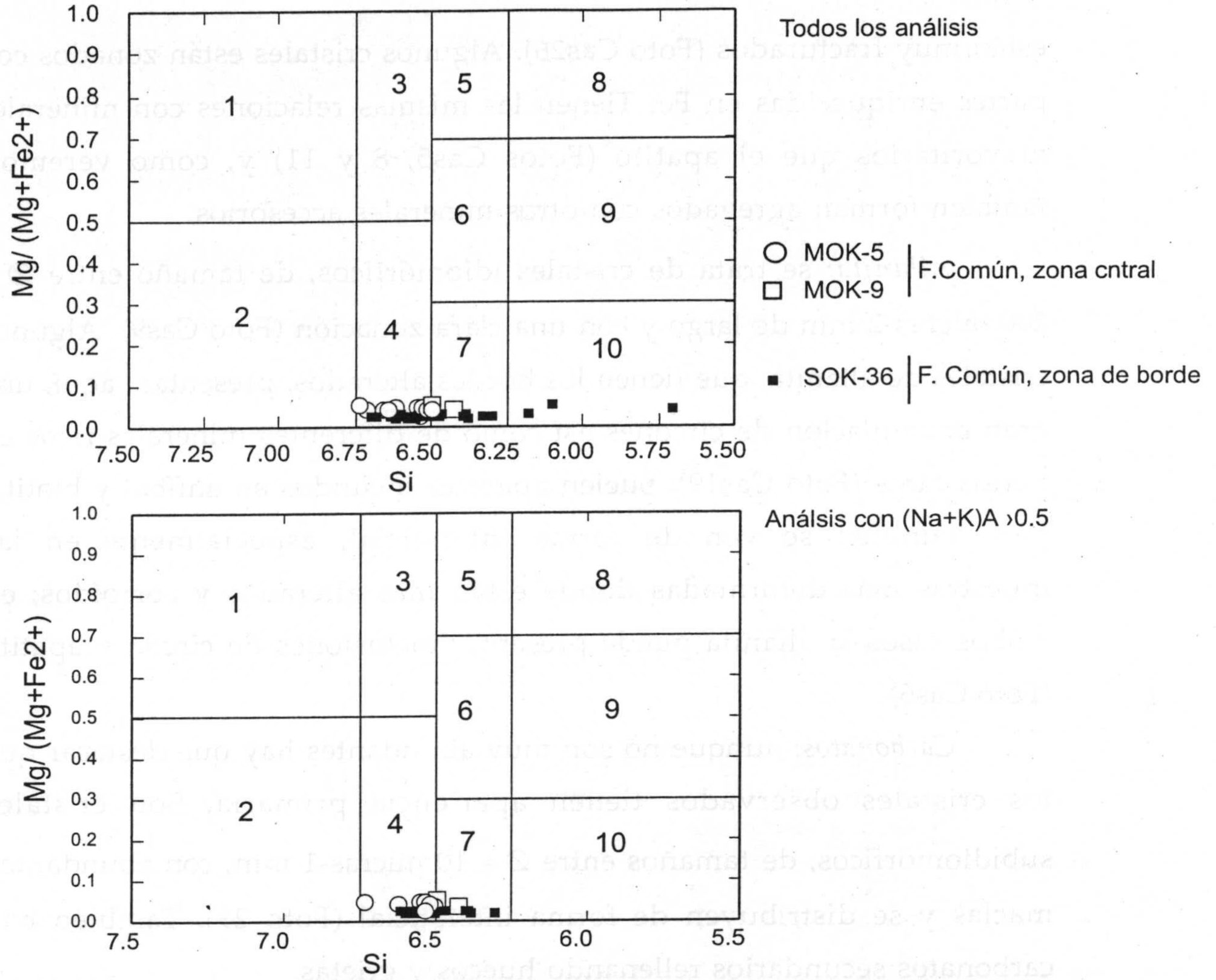


Fig. 48 a.- Proyección de los anfíboles del granito del Castillo en el diagrama C de Leake, 1978. Los campos numerados corresponden a: 1-Edenita, 2-Ferro-edenita, 3-Horblenda edenítica, 4-Horblenda ferro-edenítica, 5-Horblenda magnesio-hastinsítica, 6-Horblenda hastinsíticomagnesiana, 7-Horblenda hastinsítica, 8-Magnesio-hastinsita, 9-Hastinsita magnesiana, 10-Hastinsita. Anfíboles cálcicos, (Na+K)A ›0.5, Ti ‹ 0.5, Fe3+ › Al VI.

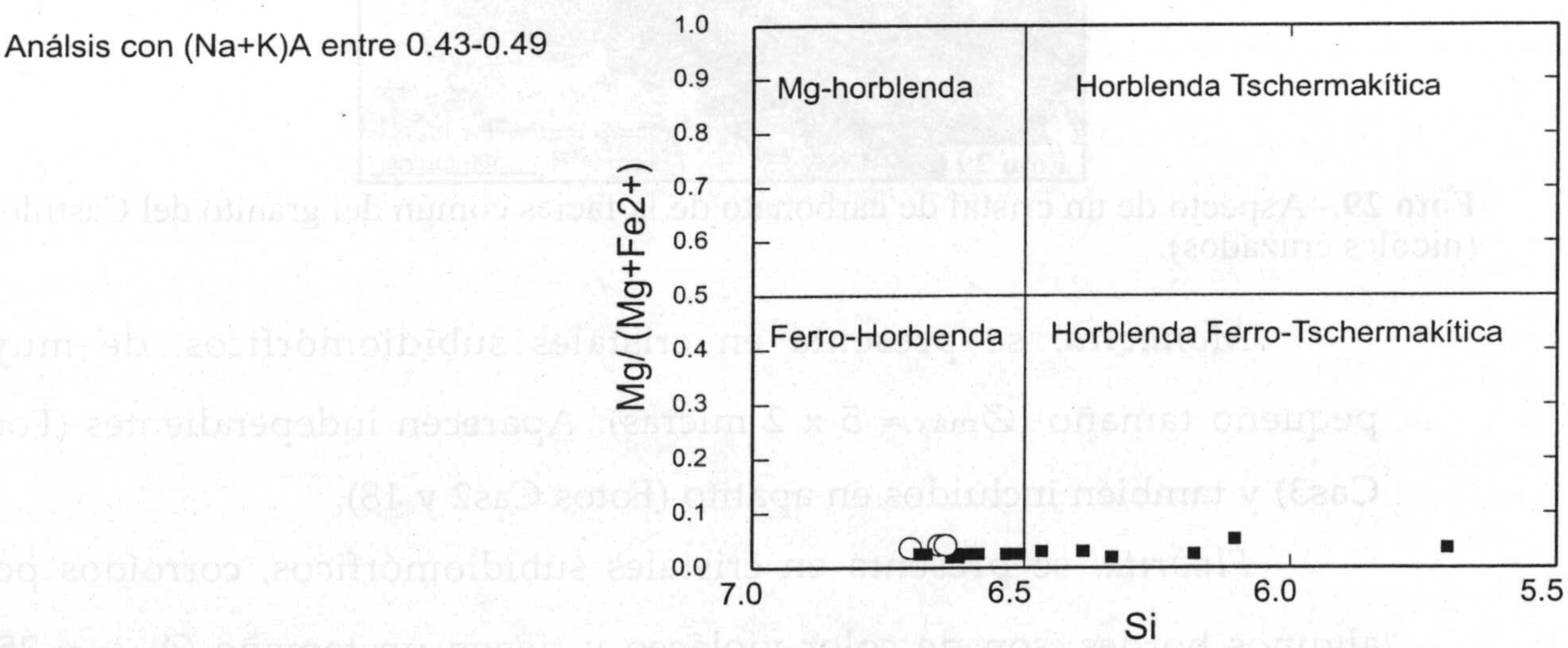


Fig. 48 b.- Diagrama A de Leake (1978) para anfíboles cálcicos.
(Na+K)A ‹0.5, Ti ‹ 0.5.

están muy fracturados (Foto Cas26). Algunos cristales están zonados con partes enriquecidas en Fe. Tienen las mismas relaciones con minerales mayoritarios que el apatito (Fotos Cas5, 8 y 11) y, como veremos, también forman agregados con otros minerales accesorios.

Allanita: se trata de cristales idiomórficos, de tamaño entre ∅≈ 200 micras-2 mm de largo y con una clara zonación (Foto Cas9). Algunos cristales de allanita, que tienen los bordes alterados, presentan, aquí, una gran acumulación de circones así como de diferentes minerales ricos en tierras raras (Foto Cas19). Suelen aparecer incluidos en anfíbol y biotita, pero también se ven de forma intersticial, especialmente en las muestras más deformadas donde están más alterados y corroídos; en ambos casos la allanita puede presentar inclusiones de circón y apatito (Foto Cas6)

Carbonatos: aunque no son muy abundantes hay que destacar que los cristales observados tienen apariencia primaria. Son cristales subidiomórficos, de tamaños entre ∅≈ 10 micras-1 mm, con abundantes maclas y se distribuyen de forma intersticial (Foto 29). También hay carbonatos secundarios rellenando huecos y grietas.

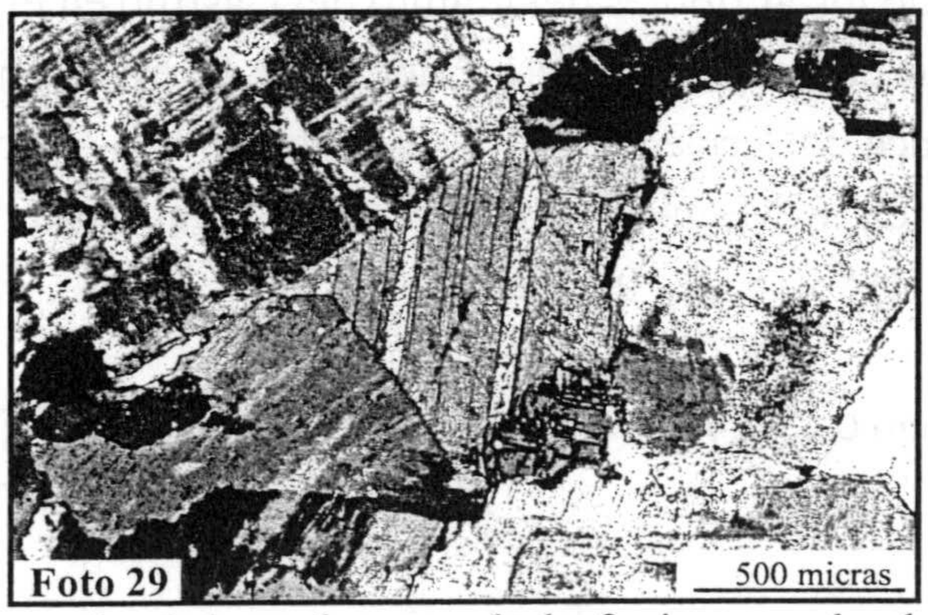


Foto 29.- Aspecto de un cristal de carbonato de la facies común del granito del Castillo (nicoles cruzados).

Monacita: se presenta en cristales subidiomórficos, de muy pequeño tamaño ($\varnothing_{máx.}$≈ 5 x 2 micras). Aparecen independientes (Foto Cas3) y también incluidos en apatito (Fotos Cas2 y 18).

Fluorita: se presenta en cristales subidiomórficos, corroídos por algunos bordes, son de color violáceo y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.}$≈ 250 micras. Se distribuyen de forma intergranular.

En este tipo de rocas son frecuentes agregados formados por minerales accesorios, algunos de ellos portadores de tierras raras, tal como los descritos en el complejo peralcalino de Galiñeiro por Montero (1993) y Montero *et al.* (1998). Los estudios de SEM nos permiten identificar los siguientes:

1.- Agregado de circones, minerales de Th y torita rodeados por una corona de tierras raras y óxidos (Foto Cas7). En la fotografía está relacionado con anfíbol e incluido en plagioclasa.

2.- Agregado de circones con acumulaciones de Th y Nb (Fotos Cas22 y 24) y en ocasiones ilmenita.

3.- Agregado de uraninita y minerales complejos de Nb, Y, Ti y REE con los bordes alterados. Aparecen incluidos en anfíbol, biotita, plagioclasa o feldespato potásico (Fotos Cas12 y 27).

4.- Agregado de ilmenita, pirita, esfalerita y galena. También se observan hematites y otros óxidos y todos estos suelen estar incluidos en anfíboles.

5.- Agregado de ilmenitas, circones y allanitas (Foto Cas4). En el ejemplo de la fotografía aparece incluido en anfíbol.

También con el SEM se han podido observar otros minerales de carácter secundario:

1.- Agregados de minerales de REE, ricos en Nb y Ca (posiblemente pseudomorfos, derivados de una monacita), son muy abundantes y suelen asociarse con circón y apatito. También aparecen estas asociaciones rellenando grietas (Fotos Cas23 y 25).

2.- Grietas rellenas de molibdenita. Este mineral también se observa asociado a biotita.

3.- Grietas y huecos rellenos de monacita (Fotos Cas8, 20 y 21).

4.- Oxidos de Fe, sobre todo en los bordes de la biotita.

Facies de borde:

Se clasifica, petrográficamente, como granito de feldespato alcalino. La textura es holocristalina, heterogranular (tamaño de grano medio) y panallotriomórfica. Como minerales mayoritarios presenta plagioclasa,

feldespato potásico, cuarzo y biotita muy alterada, y como minerales accesorios apatito, circón, allanita, xenotima y torita.

Minerales esenciales y varietales:

Cuarzo: se han observado tres tipos de cuarzo: (1) cristales allotriomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 4 mm de largo, (2) cristales también allotriomórficos, con los bordes redondeados, de menor tamaño ($\varnothing_{máx.} \approx$ 0.2 mm) y (3) cuarzo recristalizado. Los cristales de tamaño medio tienen extinción ondulante y algunos bordes suturados y otros rectos. Los cristales de tamaño fino aparecen incluidos en feldespato potásico. El cuarzo recristalizado es escaso y, cuando aparece, lo hace en posición intergranular.

Feldespato potásico: se presenta como cristales subidiomórficos a allotriomórficos, de diferentes tamaños, $\varnothing \approx$ 0.15-4 mm de largo. Hay un gran desarrollo de pertitas (tipo string, rods y de reemplazamiento). Algunos cristales presentan la macla de la microclina. Por efecto de la deformación, hay individuos que presentan grietas y extinción ondulante.

Los análisis indican un contenido en ortosa de Or_{89-95} (Tabla 26), aunque hay zonas menos homogéneas, parcialmente exueltas con Or_{69-93}.

Cuando hay inclusiones suelen ser de plagioclasa, cuarzo y apatito. Estos cristales se alteran a sericita, sobre todo en los bordes.

Plagioclasa: los cristales son subidiomórficos, en algunos casos con bordes irregulares y tienen un tamaño de grano fino a medio ($\varnothing \approx$ 0.15-2.5 mm de largo). Suelen presentar maclados finos e irregulares según la ley de la Albita, también hay cristales con la macla de la periclina. Además, hay algunos individuos con un zonado oscilatorio. La deformación viene marcada por un ligero plegamiento en los cristales, grietas y extinción ondulante.

Composicionalmente se caracterizan porque el contenido en anortita varía de An_{2-10} en el borde a An_{3-7} en el centro (Tabla 27); por tanto, dentro del diagrama Ab-An-Or (Fig. 46), se proyectan en el campo

de la Albita.

Los cristales de plagioclasa tienen inclusiones de cuarzo, plagioclasa y circón y se alteran a saussurita, principalmente en su parte central.

Biotita: es el único mineral melanocrático y es muy escaso. Aparece como cristales allotriomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 1.3 mm de largo y con un color que varía entre marrón verdoso y marrón rojizo. Presentan numerosas inclusiones de circón, apatito y allanita. Estos cristales de biotita están muy oxidados y alterados por los bordes, transformándose a pequeños cristales de moscovita y clorita.

Minerales accesorios:

Apatito: aparece en cristales idiomórficos aciculares, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 100 micras de largo. Suelen estar incluidos en biotita y relacionados con agregados de circón.

Circón: es el mineral accesorio más abundante, los cristales son idiomórficos, aunque algunos son fragmentos y están más redondeados. Pueden llegar a tener un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300 micras (Foto Cas16). Aparecen incluidos en los diferentes minerales mayoritarios y también formando agregados con otros minerales accesorios, por ejemplo con minerales de Nb, incluidos en ilmenita.

Allanita: este mineral es más escaso y los cristales son de menor tamaño que en la facies común. Los cristales de allanita son subidiomórficos, con un tamaño de $\varnothing \approx$ 200-300 micras y aparecen corroídos, fracturados y oxidados. Se presentan como ejemplares independientes y también incluidos en biotita.

Xenotima: aparece como cristales subidiomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 10-15 micras. En la Foto Cas17 se observa con inclusiones de apatito y zonas de mezcla entre los dos minerales. También se han visto acumulaciones irregulares de xenotima asociadas con circón (Foto Cas16).

Torita: suele mostrarse como cristales subidiomórficos, de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 10 micras. Están incluidos en plagioclasa y anfíbol (Foto

Cas14). También aparecen gran cantidad de agregados compuestos por torita, circón y monacita secundaria, todos incluidos en minerales mayoritarios (Foto Cas15).

Además, en el SEM, se han distinguido pseudomorfos rellenos de monacita secundaria (Foto Cas13) y óxidos y productos de alteración ricos en Ti, Fe, Ca, K, S, Si y Al que posiblemente provienen de una allanita.

Enclaves microgranudos:

Tienen un tamaño de grano fino y una textura holocristalina, equigranular y panallotriomórfica. Podría hablarse de una textura poiquilítica-subofítica donde los cristales allotriomórficos de anfíbol y biotita rodean a los cristales de plagioclasa (subidiomórficos y allotriomórficos), cuarzo (en cristales allotriomórficos con extinción ondulante y escaso cuarzo recristalizado) y algo de feldespato potásico (en cristales allotriomórficos). Como minerales accesorios destacan, respecto a la facies común, una gran cantidad de apatito acicular, circón e ilmenita.

Diques ácidos:

Estas rocas se clasifican petrográficamente como granitos *ss* . Son holocristalinas, heterogranulares, de grano fino a medio, y de textura panallotriomórfica. Como minerales mayoritarios poseen cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y biotita; como minerales accesorios tienen circón, apatito, allanita, xenotima, monacita, óxidos de Fe y torita.

Minerales esenciales y varietales.

Cuarzo: se presenta en tres variedades: (1) cristales allotriomórficos, de tamaño fino a medio ($\varnothing \approx$ 0.2-2 mm), (2) cristales, también allotriomórficos, con los bordes redondeados, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.2 mm y (3) cuarzo recristalizado de muy pequeño tamaño de grano. Los cristales de tamaño fino a medio tienen los contornos irregulares y también suturados, presentan extinción ondulante y en

ocasiones están totalmente recristalizados. Los cristales de menor tamaño y redondeados tienen extinción neta y solo están incluidos en feldespato potásico y plagioclasa. Por último, el cuarzo recristalizado aparece rodeando al resto de los cristales.

Feldespato potásico: se presenta como cristales allotriomórficos, de un tamaño entre ∅ ≈ 0.3-2 mm. Tienen las maclas en enrejado típicas de la microclina, maclas tipo periclina y, en menor proporción, maclas tipo Carlsbad. El desarrollo de pertitas es importante y se observan de tipo string, rods y de reemplazamiento.

La composición de estos cristales varía entre Or_{71-95} (Tabla 26), algunos están parcialmente exueltos. Se han analizado ejemplares con pertitas, y la composición de la fase potásica oscila entre Or_{84-95} y la sódica entre Ab_{96-99}.

Los cristales de feldespato potásico presentan inclusiones de plagioclasa, cuarzo, biotita y circón. En general, todos están ligeramente alterados a sericita en los bordes.

Plagioclasa: los cristales de plagioclasa son, en su mayoría, allotriomórficos, aunque también se han visto algunos subidiomórficos, con los bordes irregulares. Tienen un tamaño entre ∅ ≈ 0.2-1.7 mm de largo. Presentan un maclado polisintético según la ley de la Albita.

La composición varía entre An_{2-5} en el borde y An_{2-4} en el centro (Tabla 27), es decir, proyectan en el campo de la Albita (Fig. 46).

Las inclusiones suelen ser de cristales pequeños de cuarzo y biotita, generalmente alterada a moscovita. También estos cristales de plagioclasa se alteran a moscovita y saussurita.

Biotita: se presenta en placas xenomórficas, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.8 mm. Tienen, principalmente, inclusiones de apatito y circón y están, en su mayoría, alteradas y transformadas a minerales secundarios como clorita y moscovita.

Minerales accesorios:

Apatito: es muy escaso, se presenta como agregados de cristales idiomórficos aciculares, de tamaño de grano muy fino ($\varnothing_{máx.} \approx$ 100

micras). Estos agregados están relacionados con circón e incluidos en biotita.

Circón: la mayoría son cristales idiomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 200 micras, aunque muchos están fracturados y con los bordes corroídos. Tienen inclusiones de monacita, uraninita y torita (Fotos Cas28, 30 y 34). Se presentan de forma intersticial e incluidos en biotita, plagioclasa y feldespato potásico, y en los dos casos forman agregados con otros minerales accesorios.

Allanita: aparece como cristales subidiomórficos, con los bordes corroídos y muy oxidados. Tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300 micras de largo. Suelen estar relacionados con circón y apatito, pero también aparecen solos, de forma intersticial.

Xenotima: son cristales subidiomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 100 micras y ricos en Nb; en ocasiones, tienen bordes enriquecidos en Th y U (Fotos Cas33 y 36). En algunos casos, como en las fotos Cas31 y 35, se observan agregados de minerales de HREE, ricos en Y y Nb, que podrían ser pseudomorfos de xenotima.

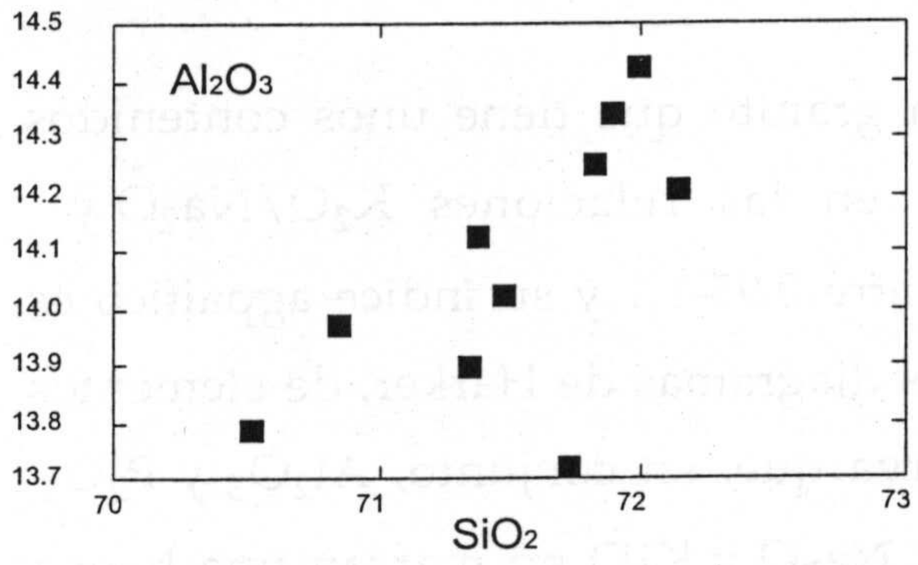
Óxidos de Fe: es un mineral abundante en estos diques. Los cristales son subidiomórficos y muchas veces están fracturados (Foto Cas29). Tienen un tamaño de grano fino ($\varnothing_{máx.} \approx$ 0.3 mm). Aparecen bien sea como inclusiones en los minerales mayoritarios, o bien en posición intersticial (Fotos Cas29 y 32).

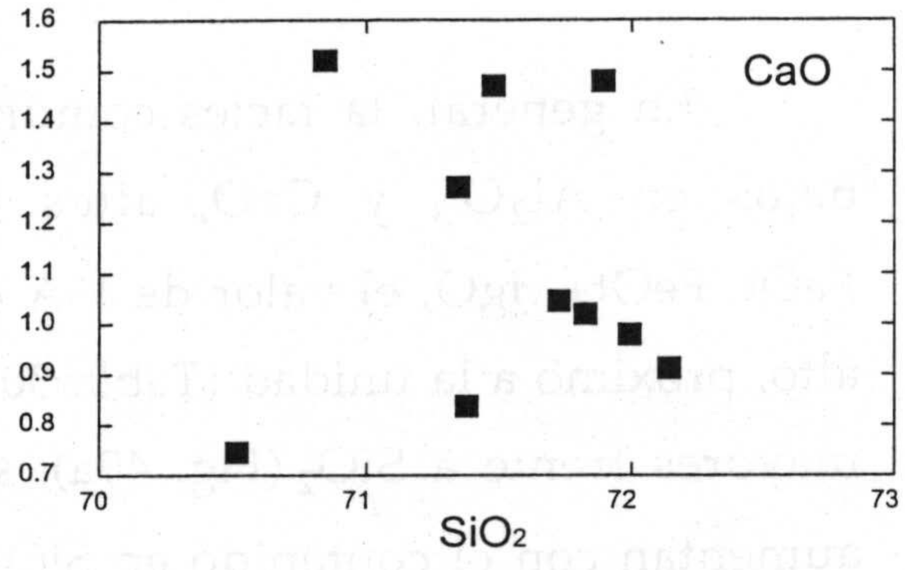
Torita: se presenta en cristales subidiomórficos, a veces fragmentados. Tienen un tamaño de grano $\varnothing_{máx.} \approx$ 30 micras. Están incluidos, junto con circón y óxidos de Fe, en minerales mayoritarios como plagioclasa y biotita (Fotos Cas28, 30, 33 y 34).

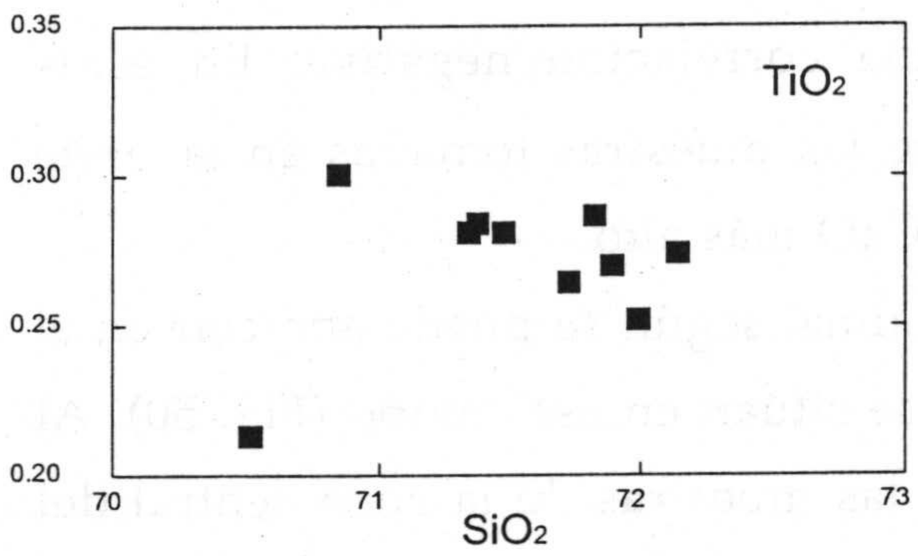
V.3- Geoquímica.

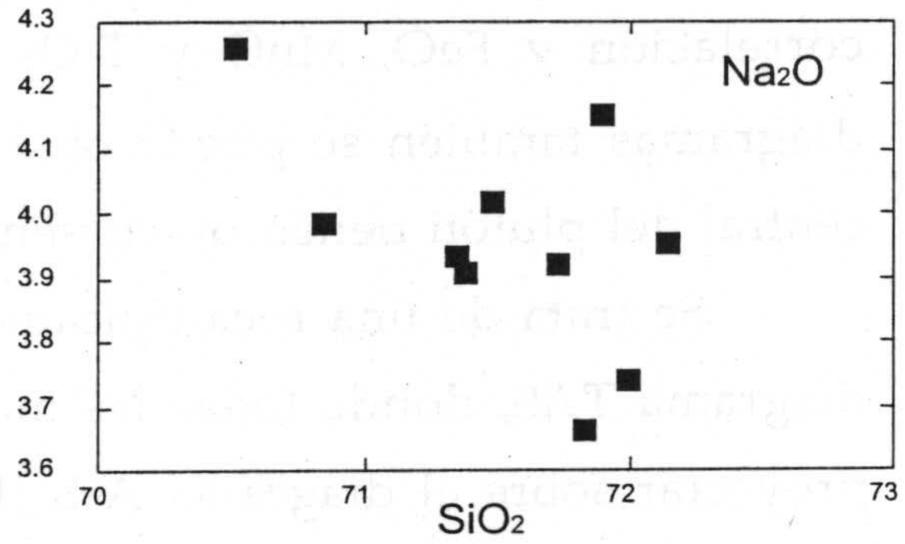
V.3.1- Elementos mayores.

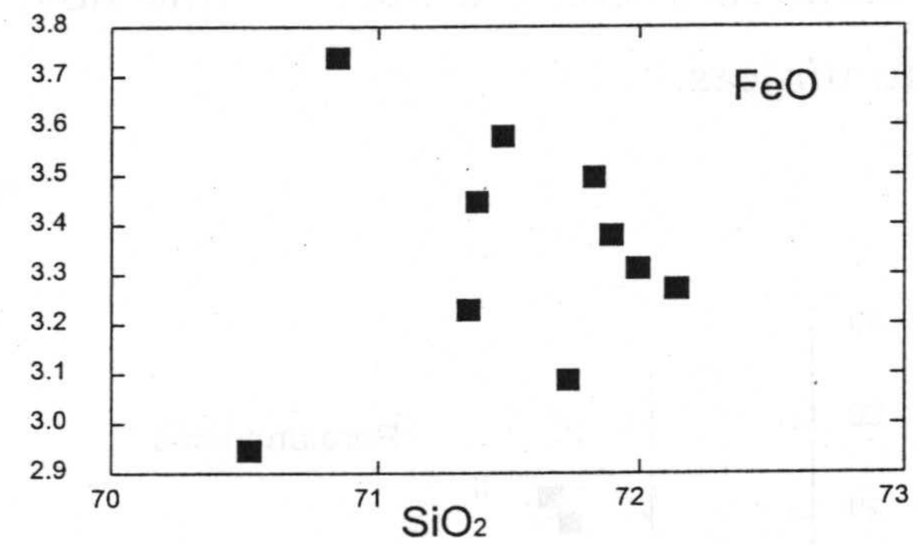
Se han analizado un total de 11 muestras de las cuales 10 pertenecen a la facies común y 1 a la facies de borde (Tabla 30).

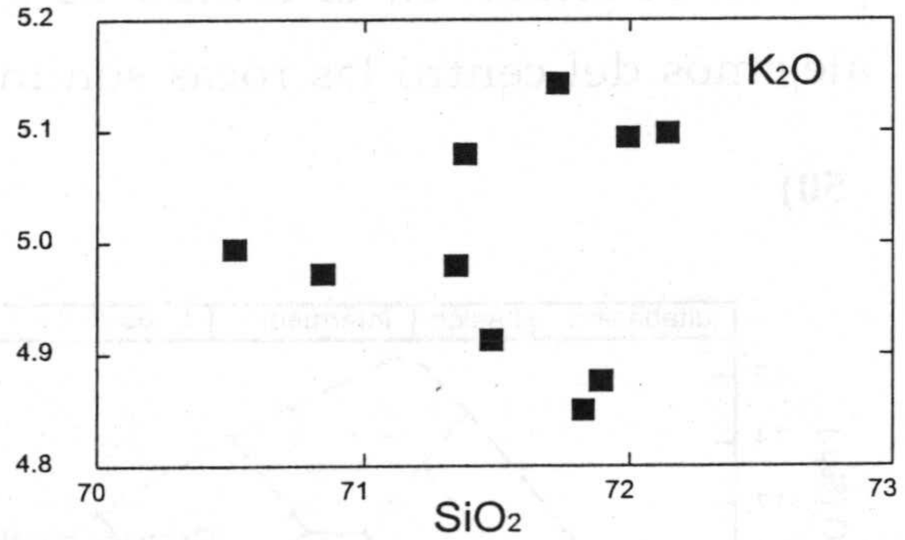


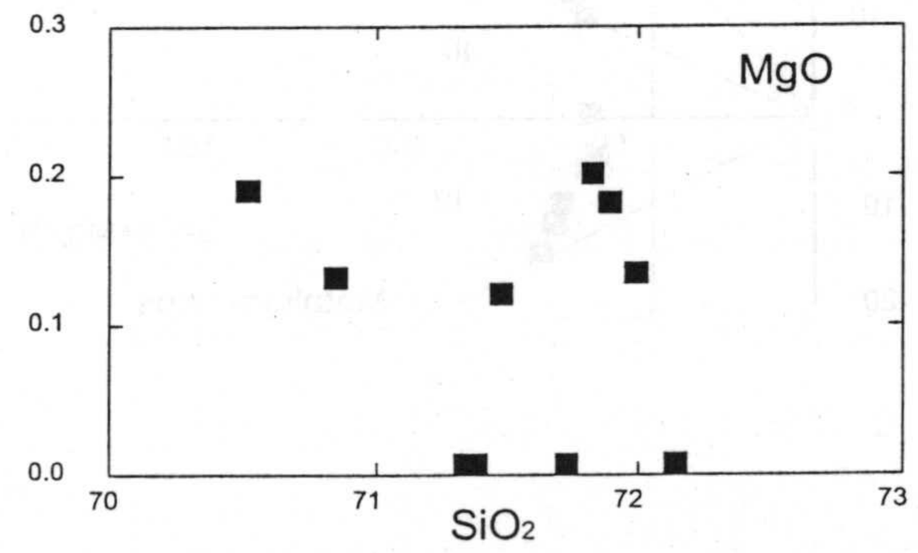


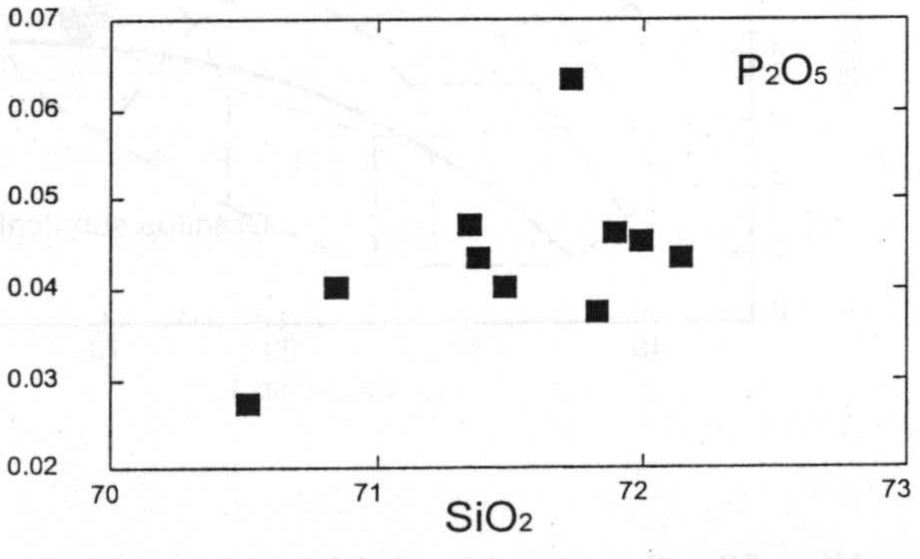












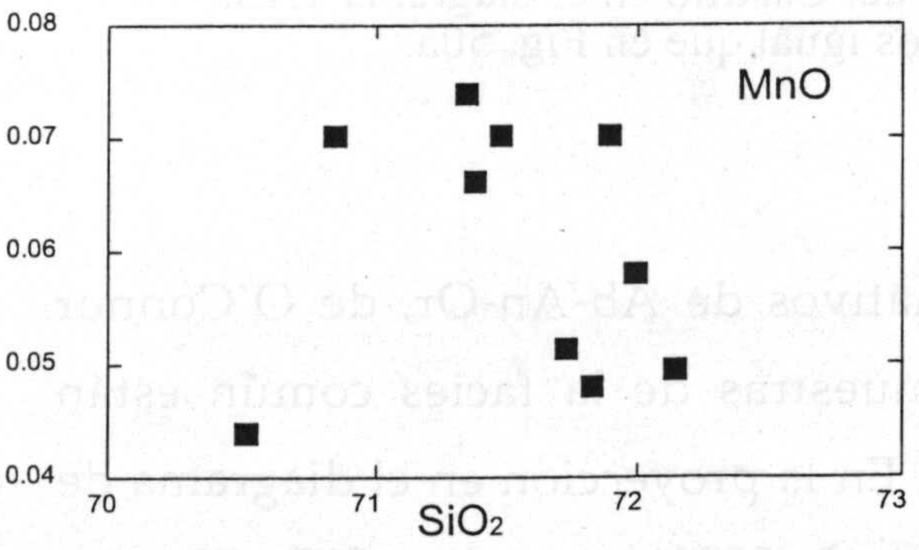
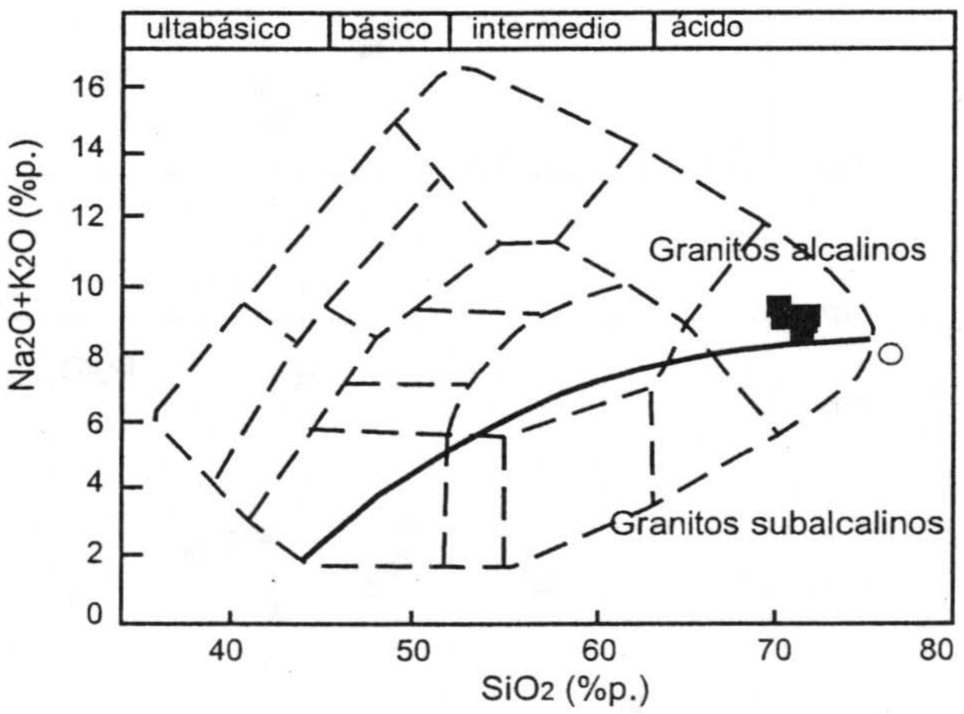


Fig. 49 a.- Diagramas de Harker para elementos mayores del Granito del Castillo, facies común.

En general, la facies común, es un granito que tiene unos contenidos bajos en Al_2O_3 y CaO, altos valores en las relaciones K_2O/Na_2O y FeOt/FeOt+MgO, el valor de ISA oscila entre 0.95-1.1 y su índice agpaítico es alto, próximo a la unidad (Tabla 30). En los diagramas de Harker, de elementos mayores frente a SiO_2 (Fig. 49a), se observa que, en conjunto, Al_2O_3 y P_2O_5 aumentan con el contenido en SiO_2; MgO, Na_2O y K_2O no marcan una buena correlación y FeO, MnO y TiO_2 tiene una correlación negativa. En estos diagramas también se puede observar que las muestras tomadas en la parte central del plutón tienen un contenido en CaO más alto.

Se trata de una roca típicamente alcalina, según se puede apreciar en el diagrama TAS, donde todas las muestras se sitúan en ese campo (Fig. 50). Al proyectar sobre el diagrama A-B (Fig. 51) las muestras de la zona central del plutón se sitúan en el campo de granitos metalumínicos y a medida que nos alejamos del centro las rocas son más peralumínicas.

50)



51)

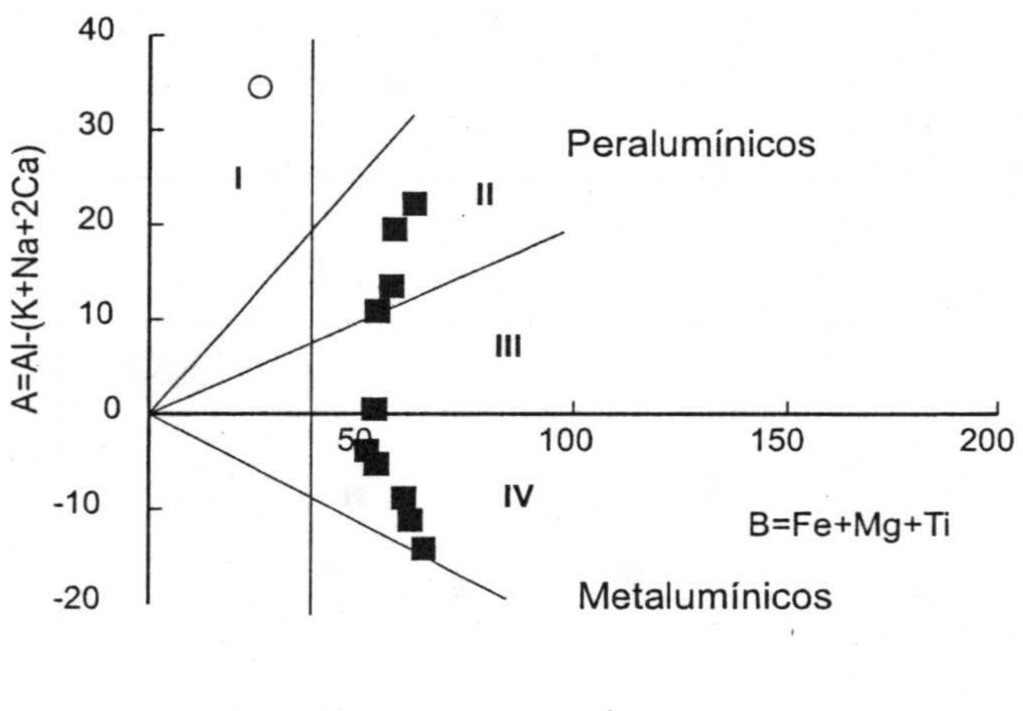
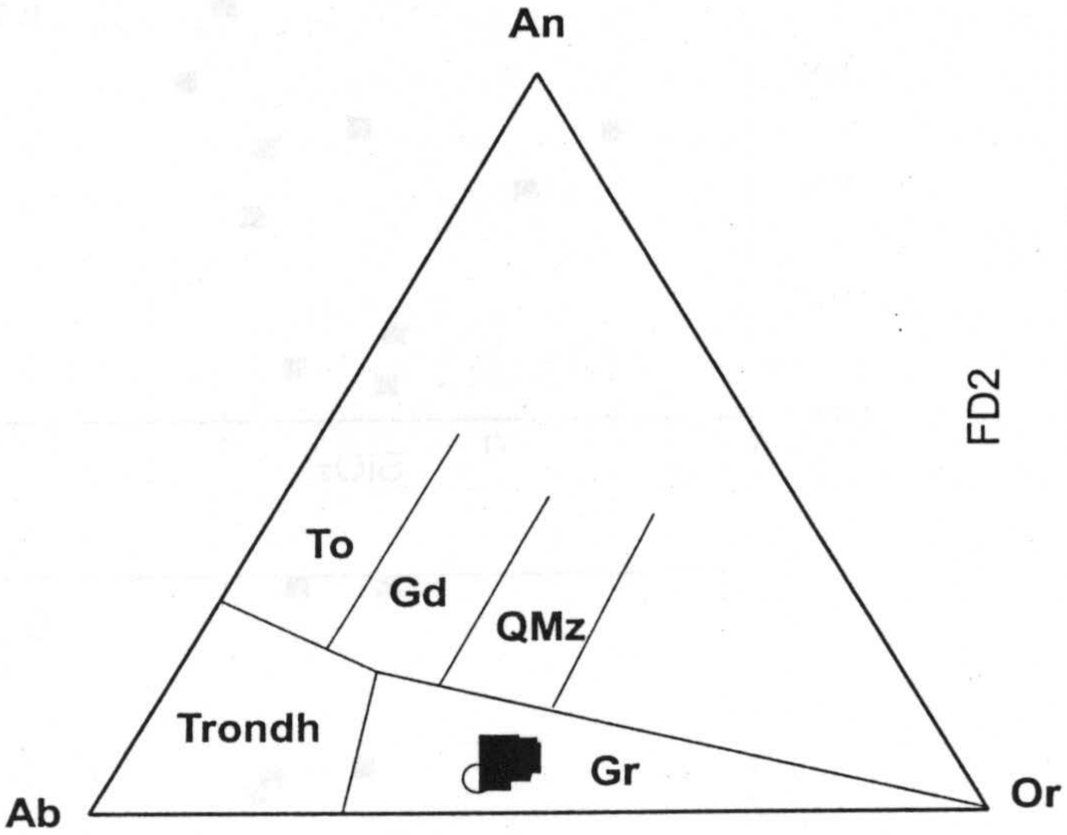


Fig. 50.- Proyección del las muestras del granito del Castillo en el diagrama TAS.
Fig. 51.- Proyección en el diagrama A/B.Símbolos igual que en Fig. 50a.

En el diagrama de los valores normativos de Ab-An-Or, de O´Connor modificado por Barker (1979), todas las muestras de la facies común están dentro del campo de los granitos *ss* (Fig. 52). En la proyección en el diagrama de discriminación tipológica FD2-FD1 (Bea *et al.*, 2001), para %p. SiO_2›70, esta facies proyecta dentro del grupo de granitos tipo A (Fig. 53).

52)



53)

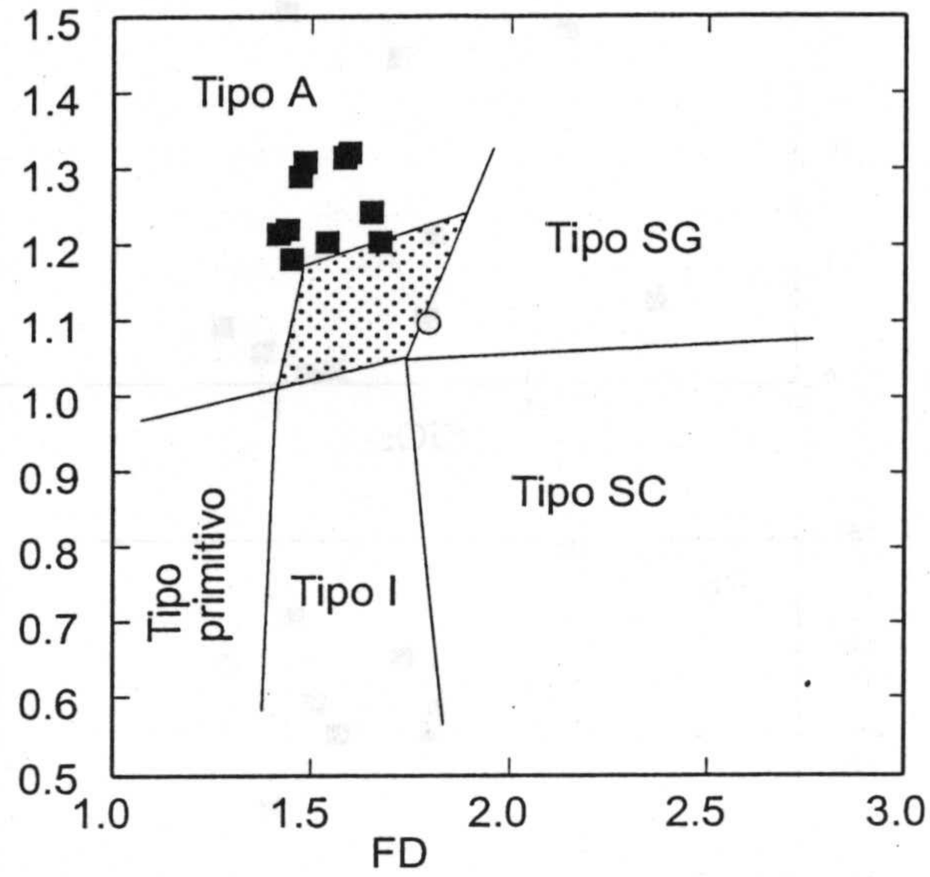


Fig. 52.- Proyección de las muestras del granito del Castillo en el diagrama Ab-An-Or.
Fig. 53.- Diagrama FD1/FD2 de discriminación de granitos (Bea *et al.*, 2001). Nomenclatura igual que en la Fig.10.

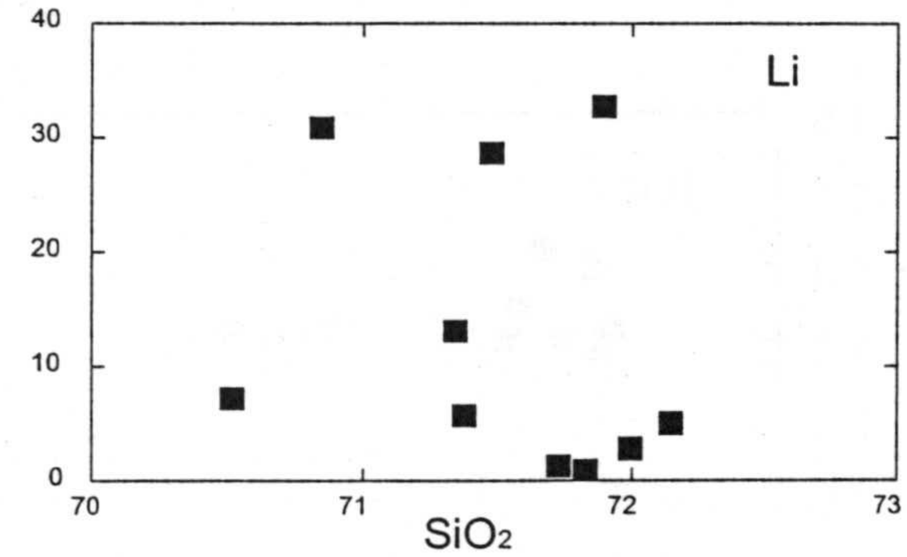
Por tanto, se puede concluir que la composición de elementos mayores de la facies común del Castillo corresponde a la de un granito A, de carácter metalumínico, que pasa a peralumínico a medida que nos alejamos de la zona central del plutón, probablemente por efecto de fraccionación del anfíbol.

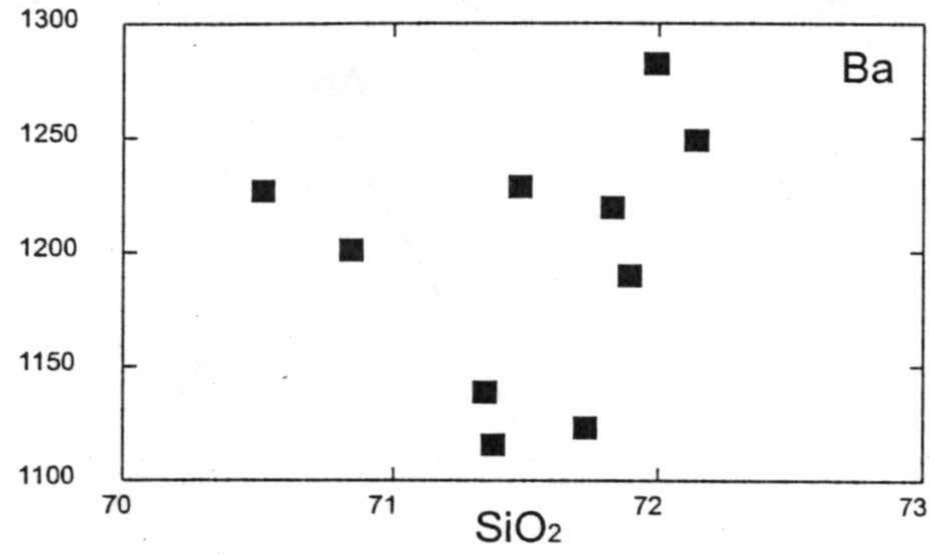
La facies de borde es una roca más ácida, con menor contenido en FeO, MnO, CaO, K_2O, TiO_2 y P_2O_5 (Tabla 30) y tiene un valor de ISA de 1.15. Lo más destacable de la proyección en los diferentes diagramas es que la clasifican como un leucogranito peralumínico (Fig. 51).

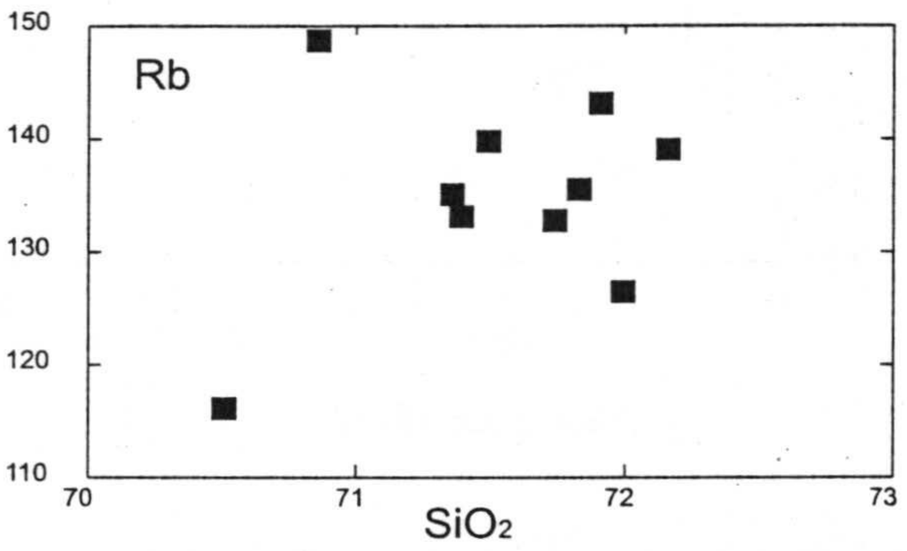
V.3.2- Elementos traza.

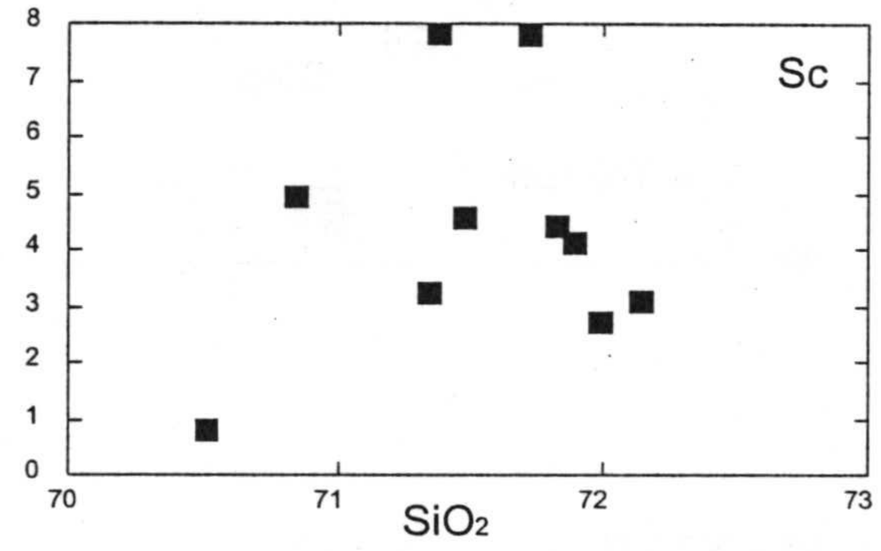
Al igual que en los otros plutones se han tomado los valores medios de la Corteza continental como referencia (Fig. 55 y Tabla 5). Las muestras de la facies común están geoquímicamente definidas por las siguientes características de los elementos traza (Tabla 30 y Fig. 49b):

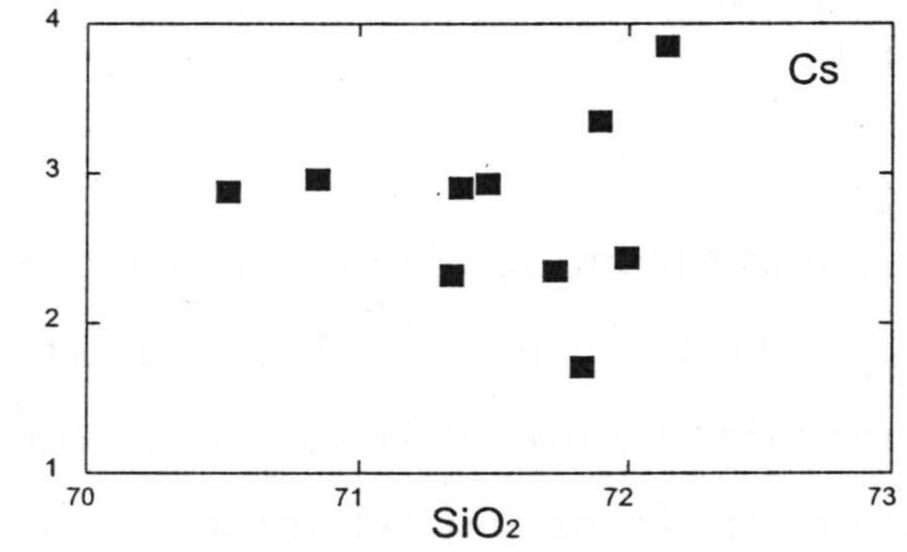
Li: el contenido en este elemento es muy variable, aunque siempre bajo y oscila entre 1.2-33 ppm. Tanto para Li como para el resto de elementos traza es difícil definir una línea de correlación con la sílice.

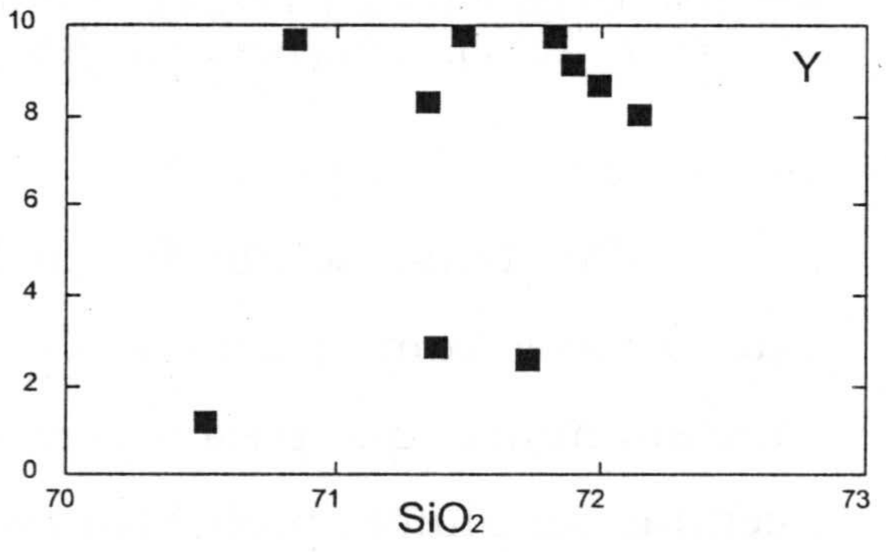


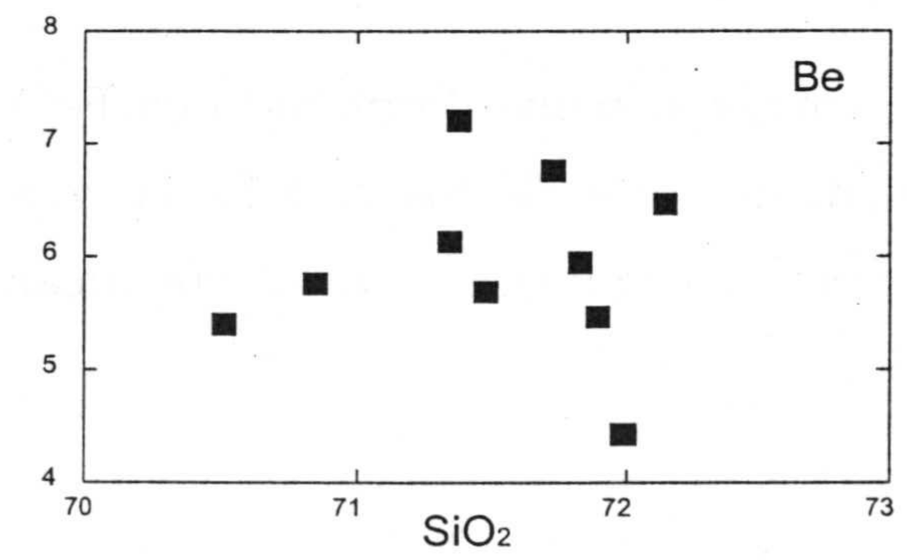


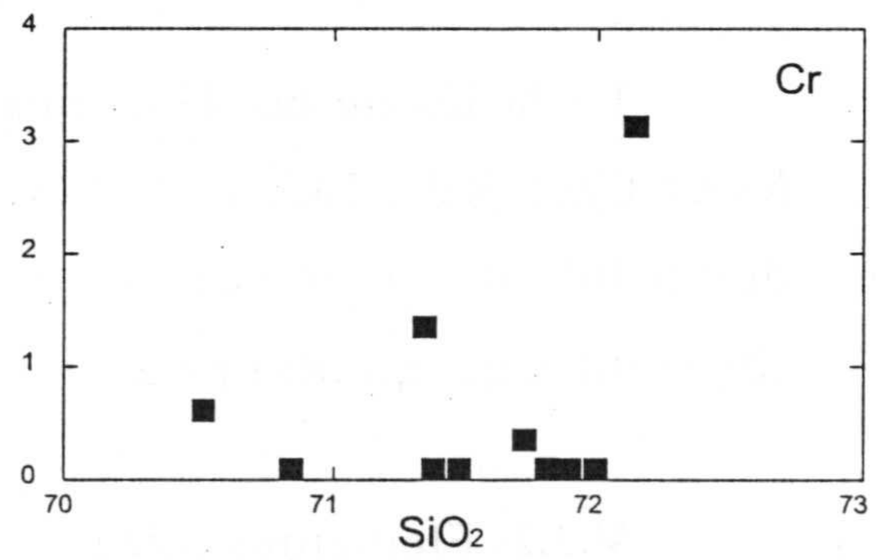


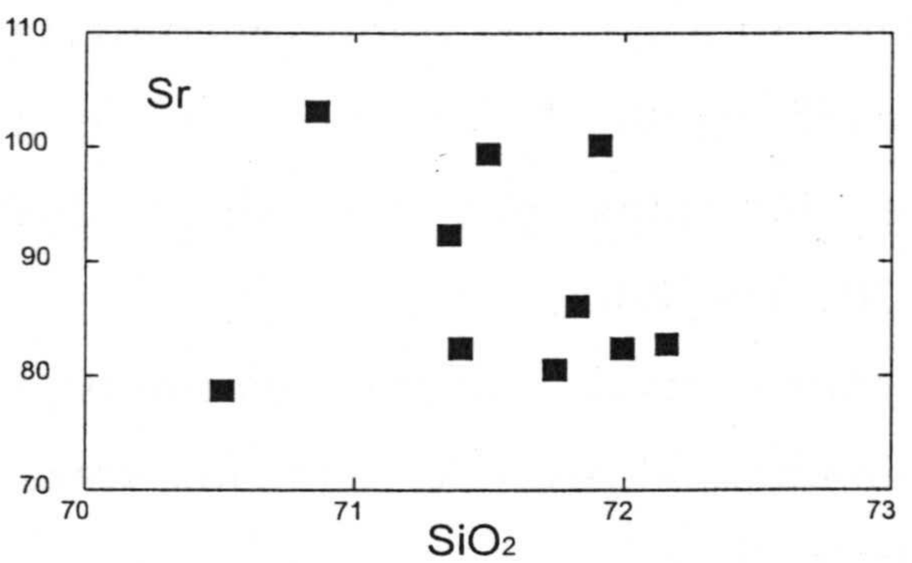












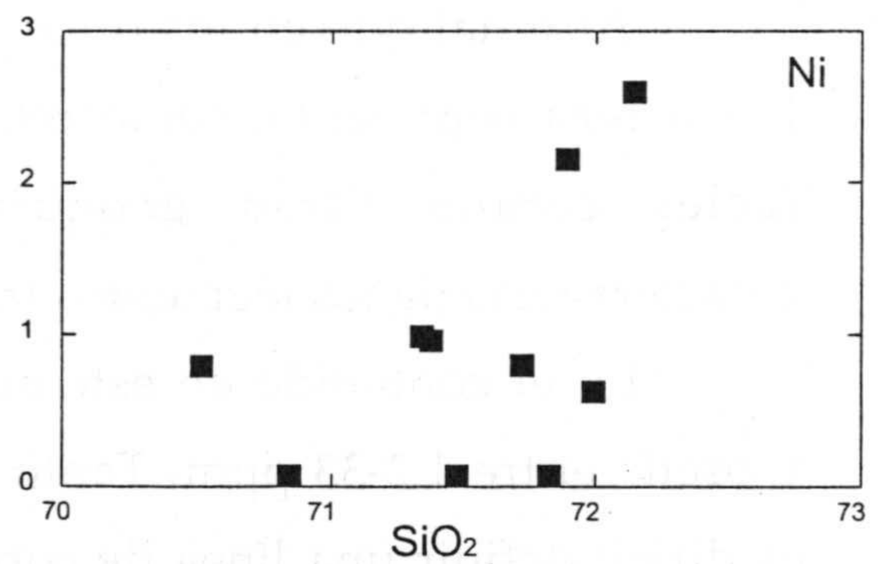
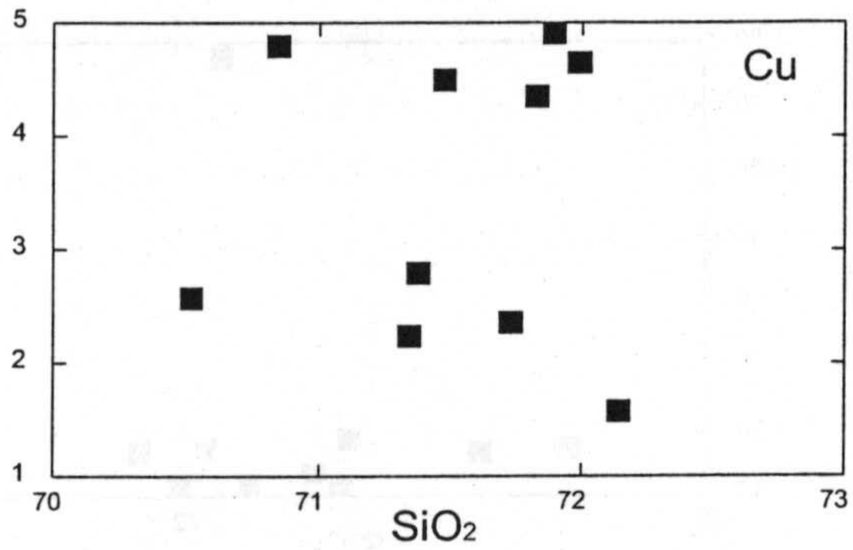
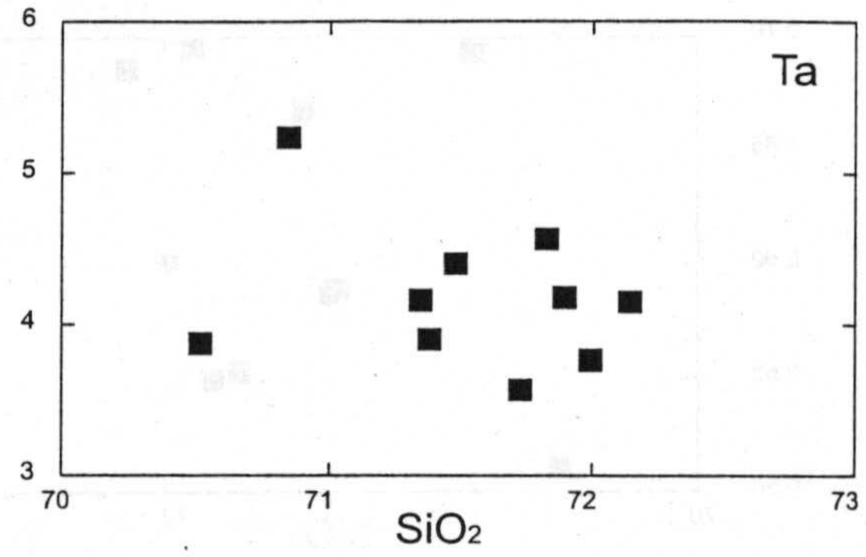
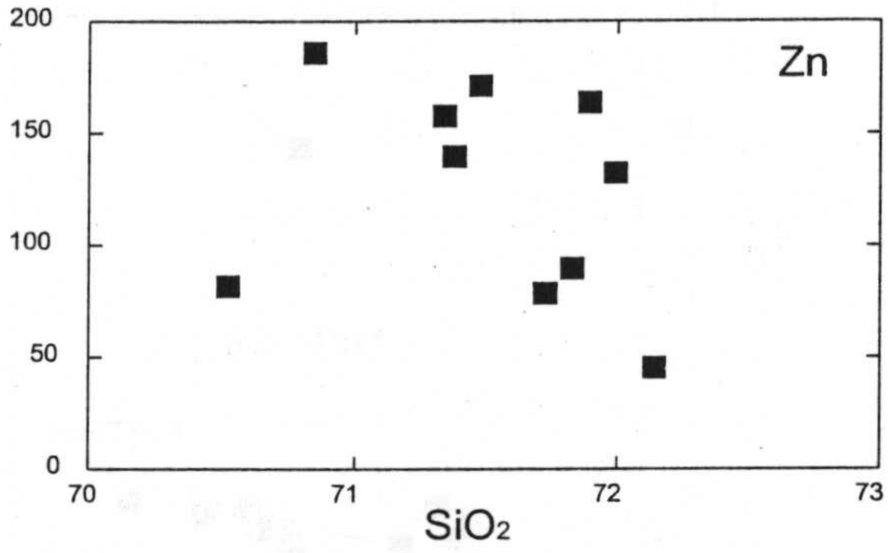
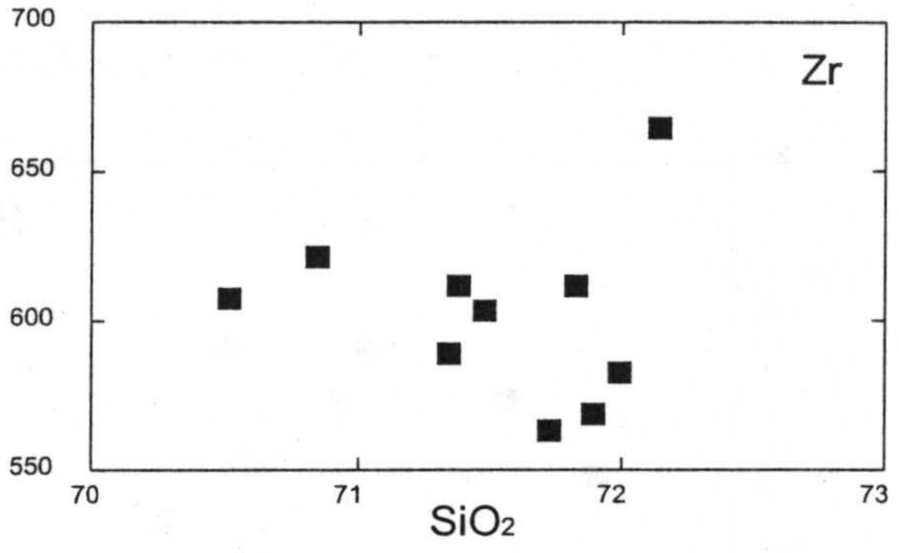


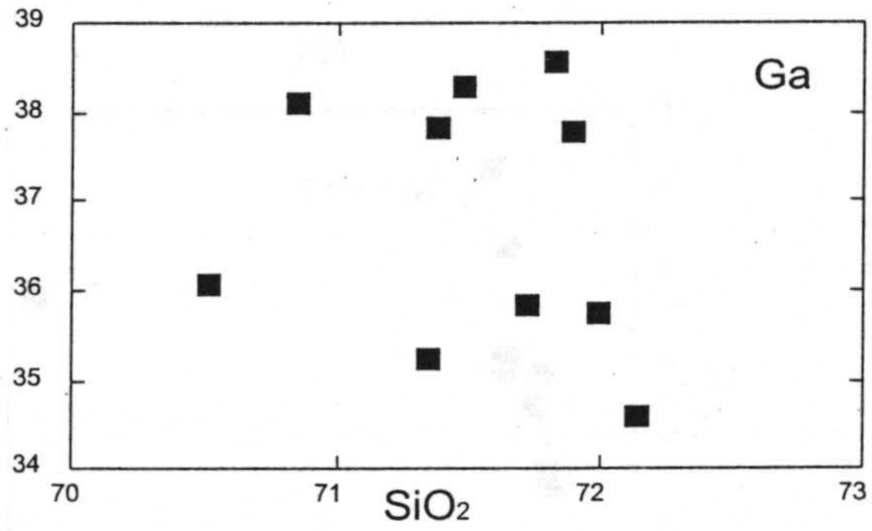
Fig. 49 b.- Diagramas de Harker para elementos traza del Granito del Castillo. I

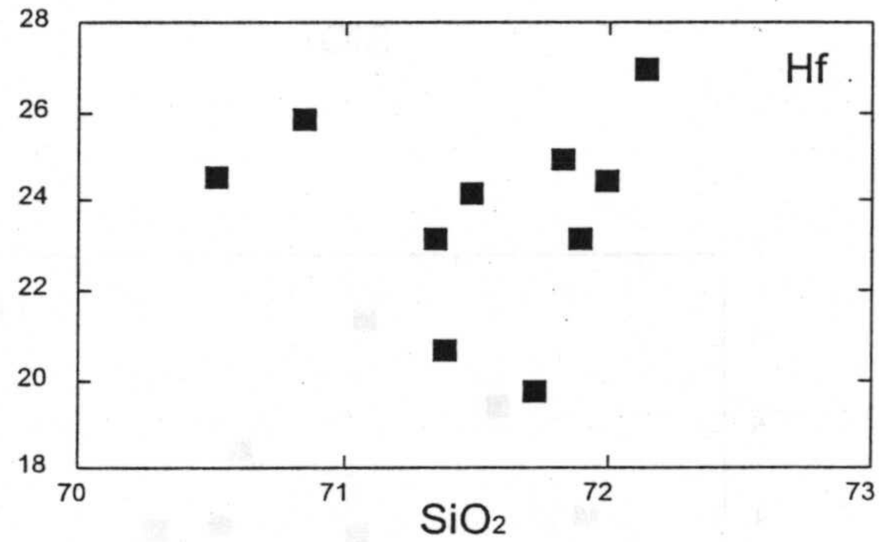


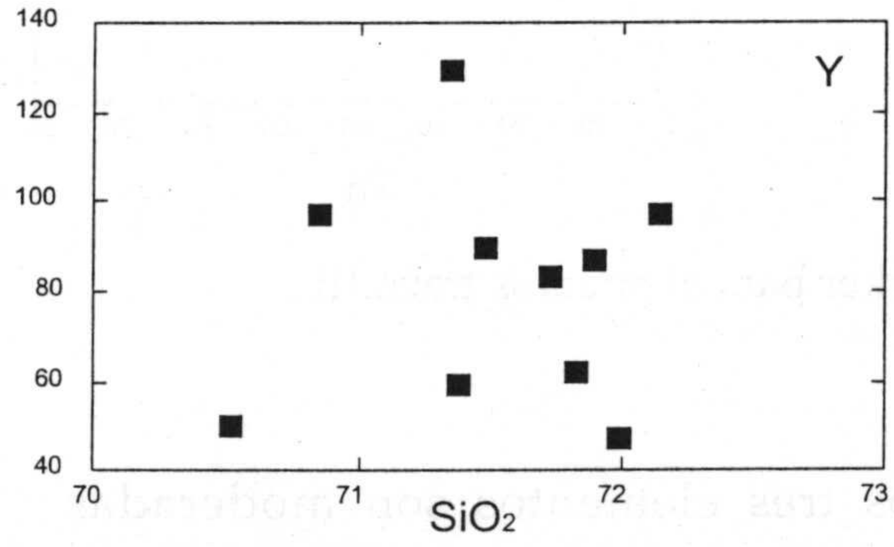


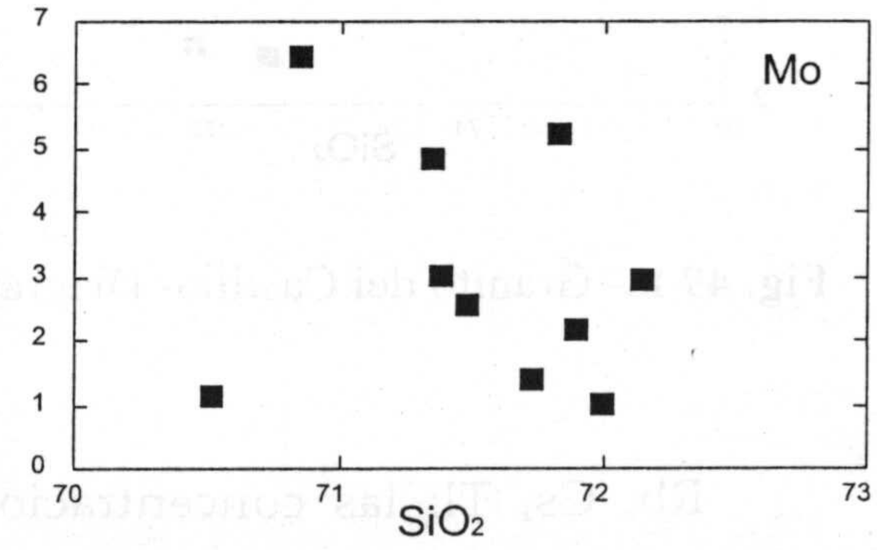


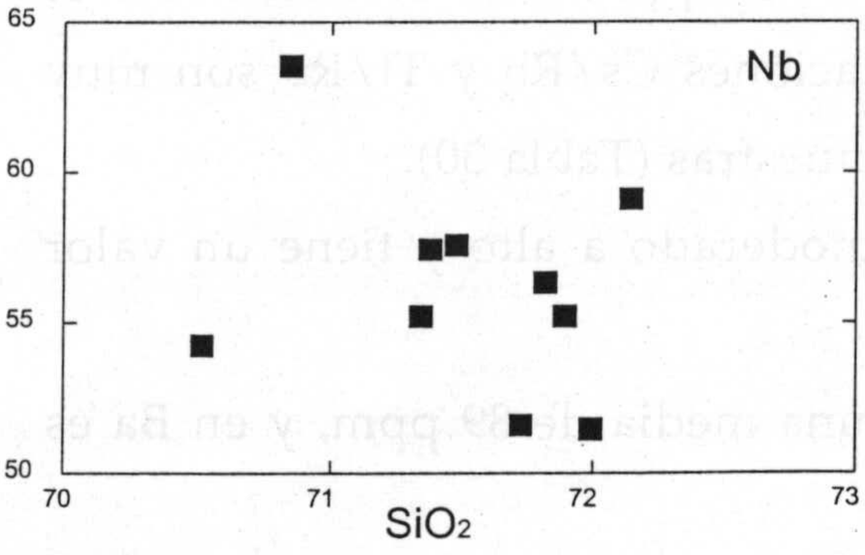












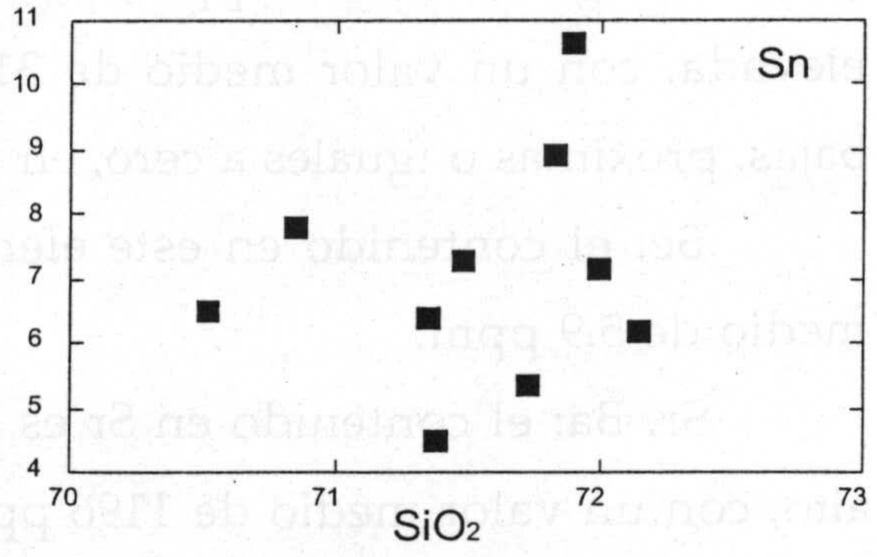


Fig. 49 b.- Diagramas de Harker para elementos traza del Granito del Castillo. II

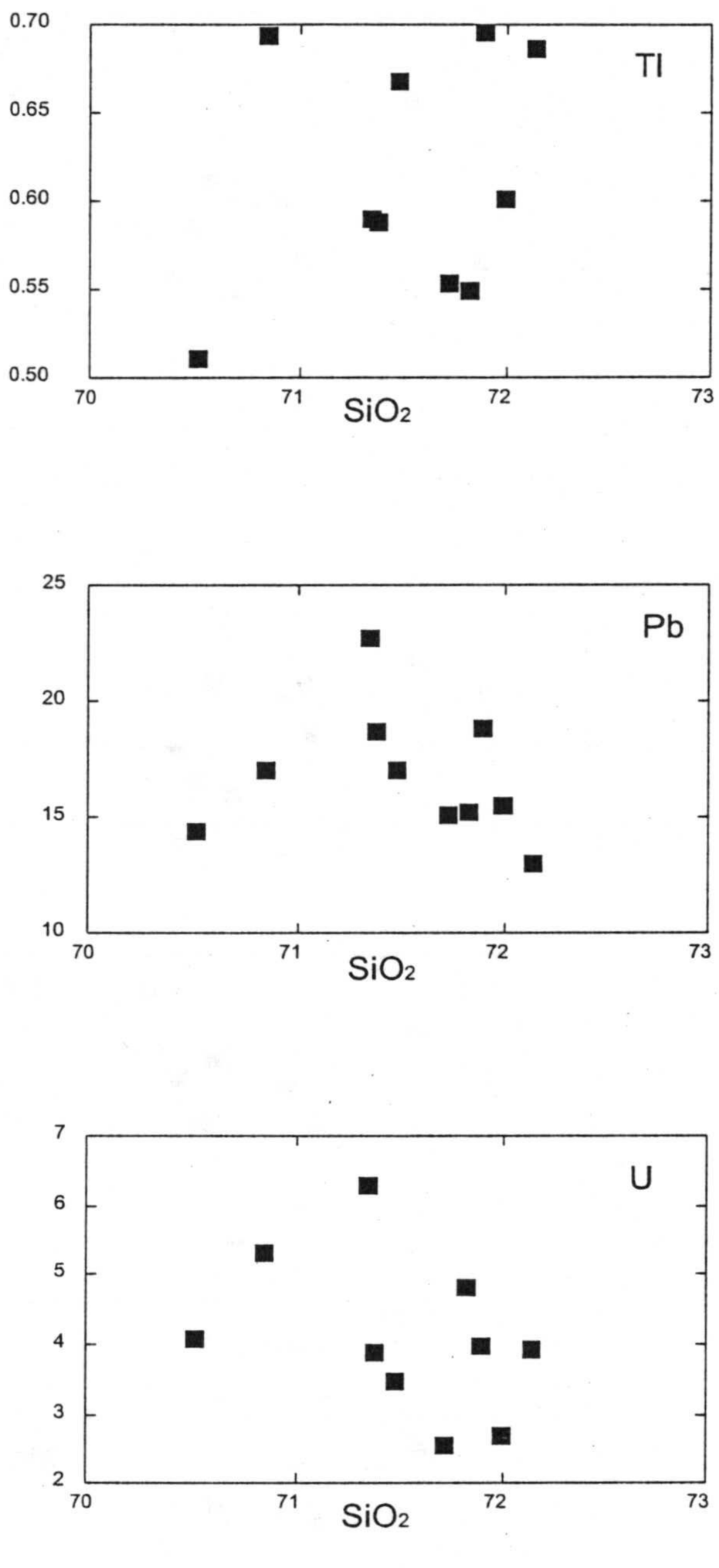


Fig. 49 b.- Granito del Castillo- Diagramas de Harker para elementos traza.III

Rb, Cs, Tl: las concentraciones en los tres elementos son moderadas (valores medios: Rb=135 ppm, Cs= 2.8 ppm, Tl=0.6 ppm). La relación K/Rb es elevada, con un valor medio de 310. Las relaciones Cs/Rb y Tl/Rb son muy bajas, próximas o iguales a cero, en todas las muestras (Tabla 30).

Be: el contenido en este elemento es moderado a alto y tiene un valor medio de 5.9 ppm.

Sr, Ba: el contenido en Sr es bajo, con una media de 89 ppm, y en Ba es alto, con un valor medio de 1196 ppm.

Sc, V, Cr, Ni, Cu, Zn: los contenidos son casi siempre altos para Zn (44-

184 ppm) y bajos para Sc (0.7-7.9 ppm), V (1.1-9.7 ppm), Cu (1.5-5 ppm), Cr (0-3.1 ppm) y Ni (0-2.6 ppm).

Ga, Y: los valores de Ga son muy uniformes y altos, con unos contenidos medios de 37 ppm. Los valores de Y son más variables pero también altos, oscilan entre 46-129 ppm.

Nb, Ta: en esta facies común el contenido en ambos elementos es alto. El valor medio de Nb es de 56 ppm y el de Ta de 4.2 ppm.

Sn, Mo: los contenidos en los dos elementos son altos. Sn varía entre 4.5 y 11 ppm y Mo entre 0.9 y 6.4 ppm.

Zr, Hf: los dos elementos presentan concentraciones altas. Así, los contenidos en Zr oscilan entre 563-665 ppm y los de Hf entre 20-27 ppm.

Pb: la concentración de este elemento oscila entre 13 y 23 ppm, son valores moderados-altos.

U, Th: los contenidos en estos dos elementos van de moderados a altos. Los valores para U están entre 2.5-6.3 ppm y para Th entre 11-19 ppm, aunque hay una muestra con un contenido de 77 ppm. Se ha calculado la relación media Th/U=3.9 (excluyendo una muestra cuyo valor es de 16) (Fig. 49b).

REE: el contenido en tierras raras es bastante alto (ΣREE= 256-592 ppm). En los diagramas normalizados de REE (Fig. 54) se observa un enriquecimiento de LREE frente a HREE, con una fraccionación moderada (La_N/Lu_N= 4.9-6.4). También se ha calculado la fraccionación para LREE y HREE y en los dos casos no es muy alta (La_N/Sm_N=1.5-3.4 y Gd_N/Lu_N=1.5-2.9). Todas las muestras presentan anomalía negativa en Eu muy marcada (Eu/Eu*=0.2-0.5) y algunas, además, tienen una anomalía positiva en Ce. La relación Nd/Th oscila entre 1.1-7.4.

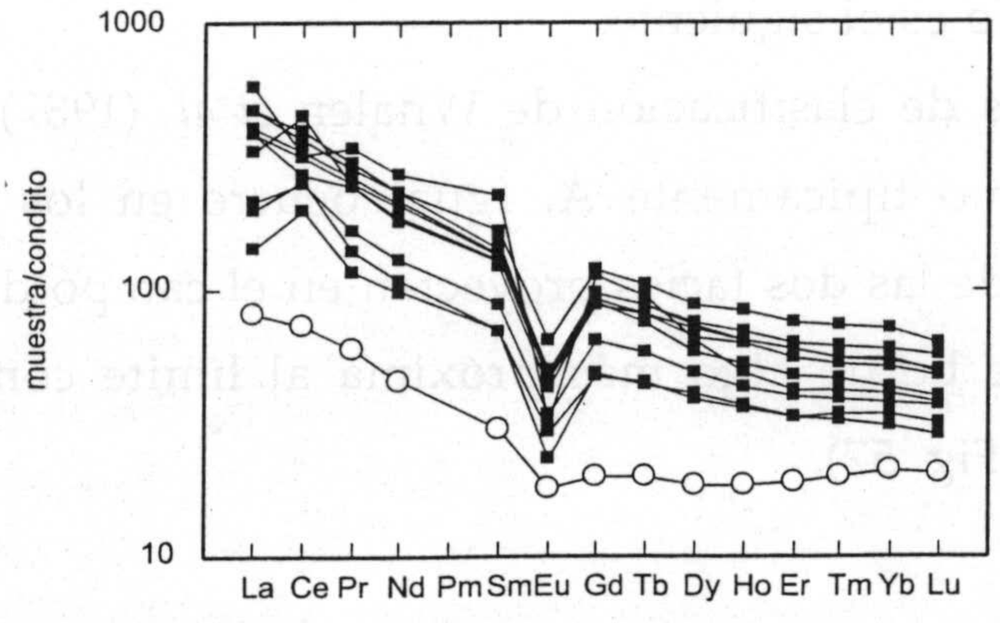


Fig. 54.- Diagramas normalizados de REE para las muestras del granito del Castillo.

Por tanto estas rocas, en general, se caracterizan geoquímicamente por sus contenidos altos en Zn, Ga, Y, Nb, Ta, Zr, Hf y REE y bajos en Sc, Cr, Ni, V, Sr y T. Si observamos la Fig. 55 (normalización a la Corteza continental) vemos que definen un espectro parecido al de los granitos tipo A de la Fig. 12b, aunque con un enriquecimiento en la mayoría de los elementos. La facies de borde se caracteriza por un contenido en Cu, U y Th ligeramente mayor al de la facies común y en el resto de elementos está empobrecida (Tabla 30 y Fig. 55).

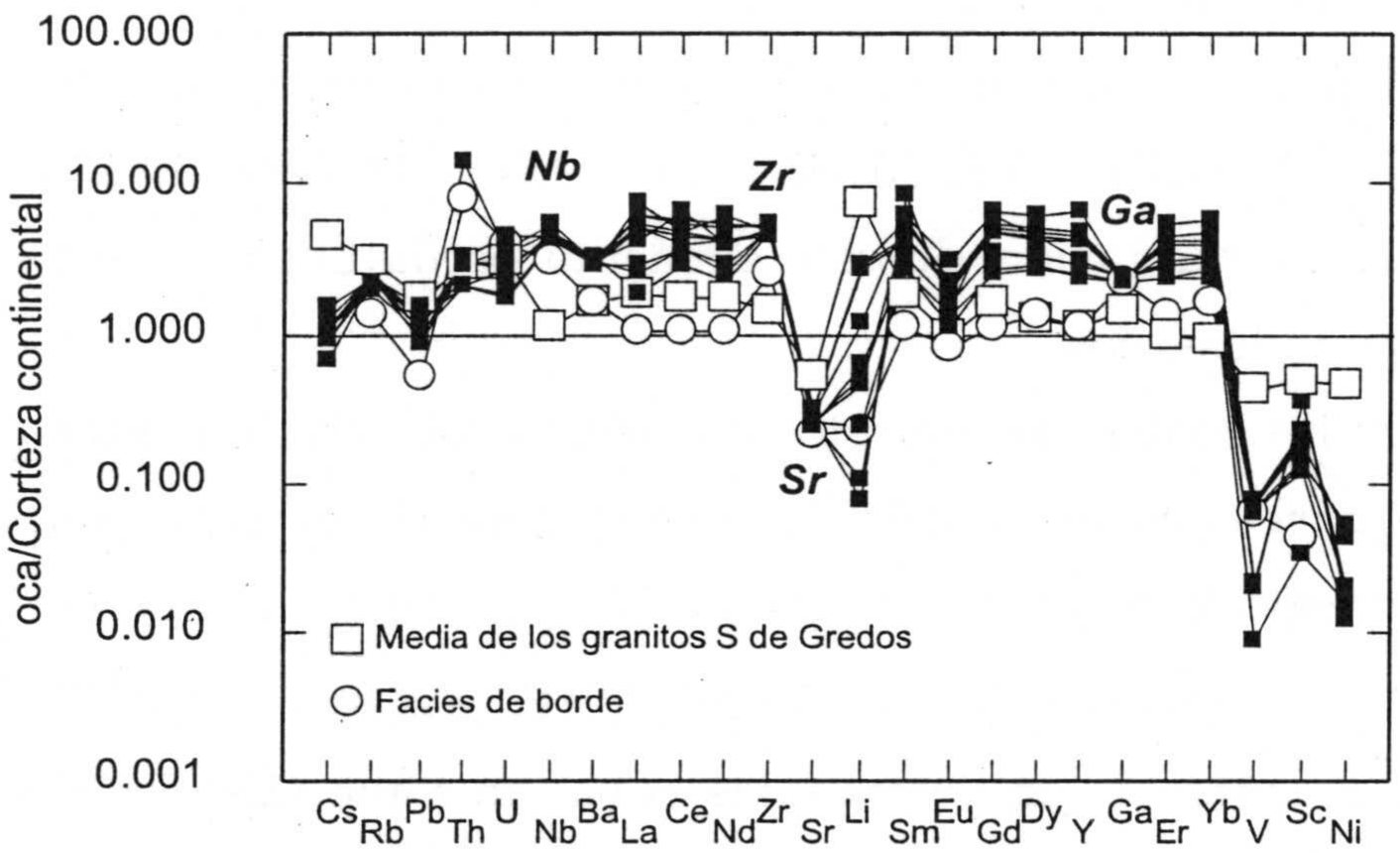


Fig. 55.- Normalización del granito de Castillo a la media de la Corteza continetal.

- Clasificación tipológica:

Hasta el momento, tanto la petrografía como las características geoquímicas vistas indican que el granito del Castillo tiene una tipología A. Para definirla mejor se han proyectado las muestras en diferentes diagramas tipológicos y el resultado es el siguiente:

En los diagramas de clasificación de Whalen *et al*. (1987) (Fig. 56) estos granitos proyectan como típicamente A. Igual ocurre en los diagramas de Sylvester (1989) en donde las dos facies proyectan en el campo de granitos tipo A, estando la facies de borde algo más próxima al límite con el campo de granitos calcoalcalinos (Fig. 57).

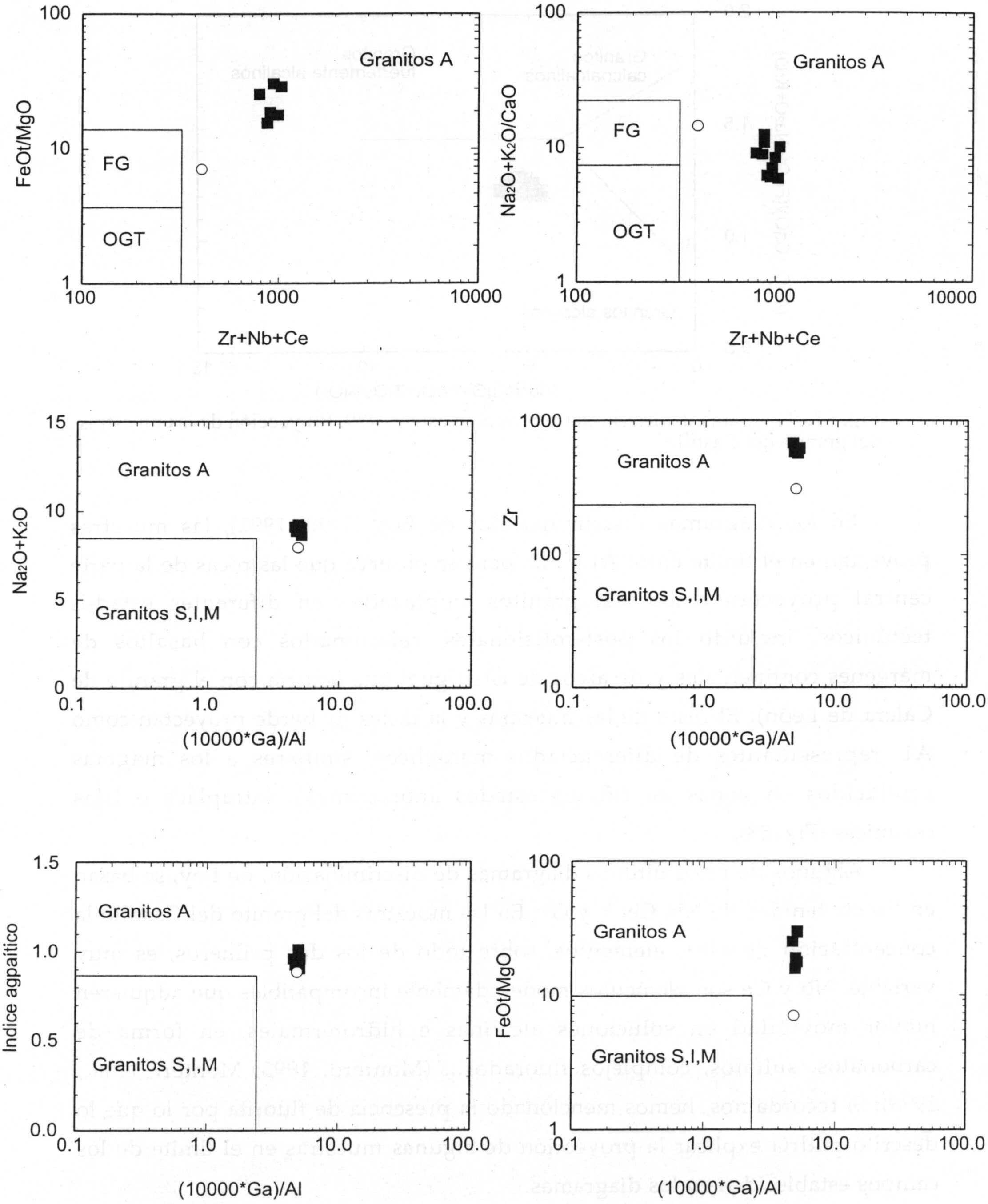


Fig. 56.- Proyección de las muestras del granito del Castillo en los diagramas de discriminación de granitos A (Whalen *et al.*, 1987).

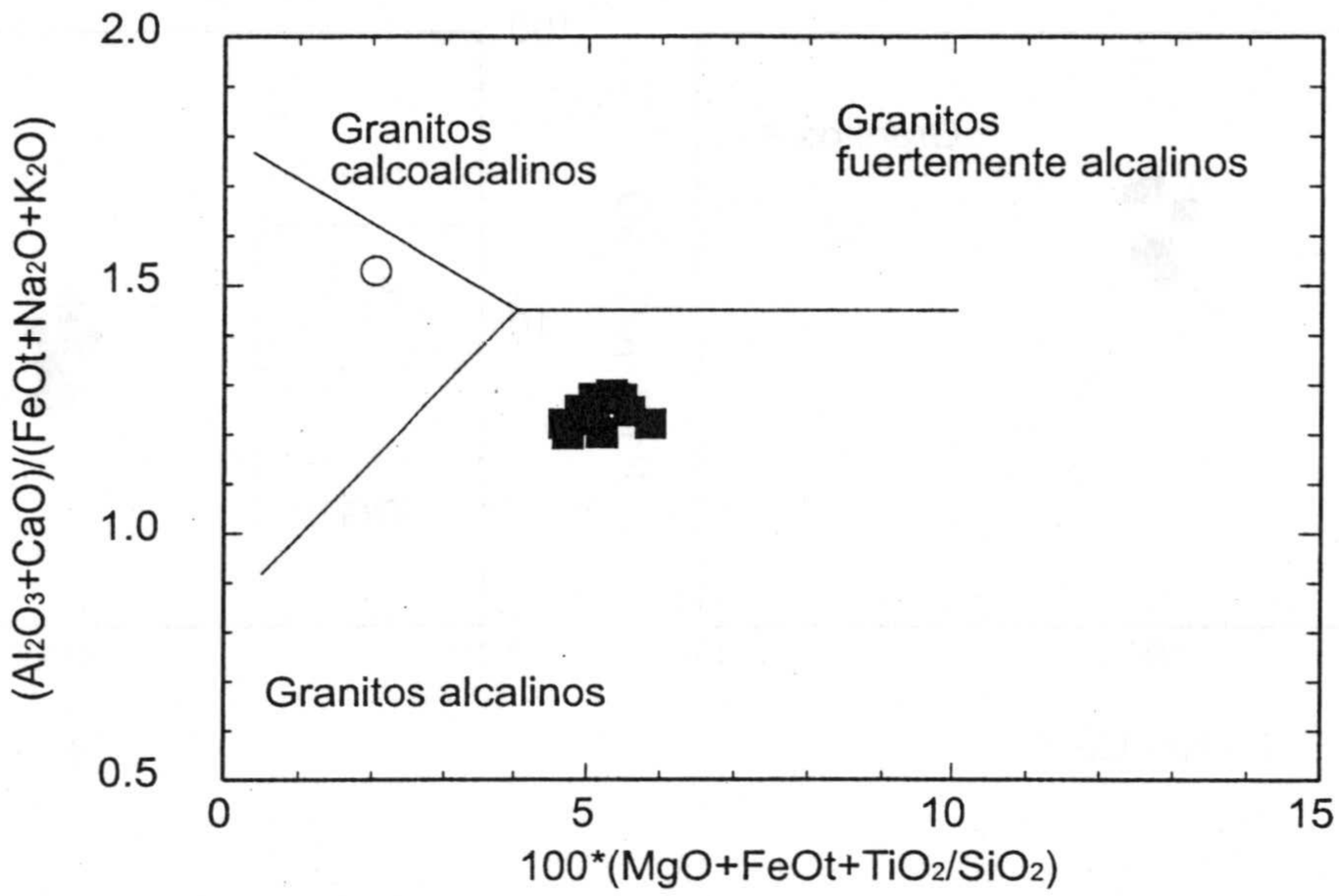


Fig. 57.- Diagrama de discriminación de Sylvester, 1989. Proyección de las muestras del granito del Castillo.

En los diagramas discriminatorios de Eby (1990, 1992), las muestras proyectan en el límite entre A1 y A2, pero se observa que las rocas de la parte central proyectan como A2, granitos emplazados en diferentes estados tectónicos, incluido los post-colisionales, relacionados con basaltos de márgenes continentales y de arcos de isla (igual que ocurría con el granito de Calera de León). El resto de las muestras y la facies de borde proyectan como A1, representantes de diferenciados mantélicos, similares a los magmas producidos en zonas de rift, en estados anorogénicos, intraplaca o islas oceánicas (Fig. 58).

Algunos de estos últimos diagramas de discriminación, de Eby, se basan en los contenidos de Nb, Ce, Y y Ga. En las muestras del granito del Castillo la concentración de estos elementos, sobre todo de los dos primeros, es muy variable. Nb y Ce son elementos moderadamente incompatibles que adquieren mayor movilidad en soluciones alcalinas e hidrotermales, en forma de carbonatos, sulfatos, complejos fluorados... (Montero, 1993; Montero *et al.*, 1998). Si recordamos, hemos mencionado la presencia de fluorita por lo que lo descrito podría explicar la proyección de algunas muestras en el límite de los campos establecidos en los diagramas.

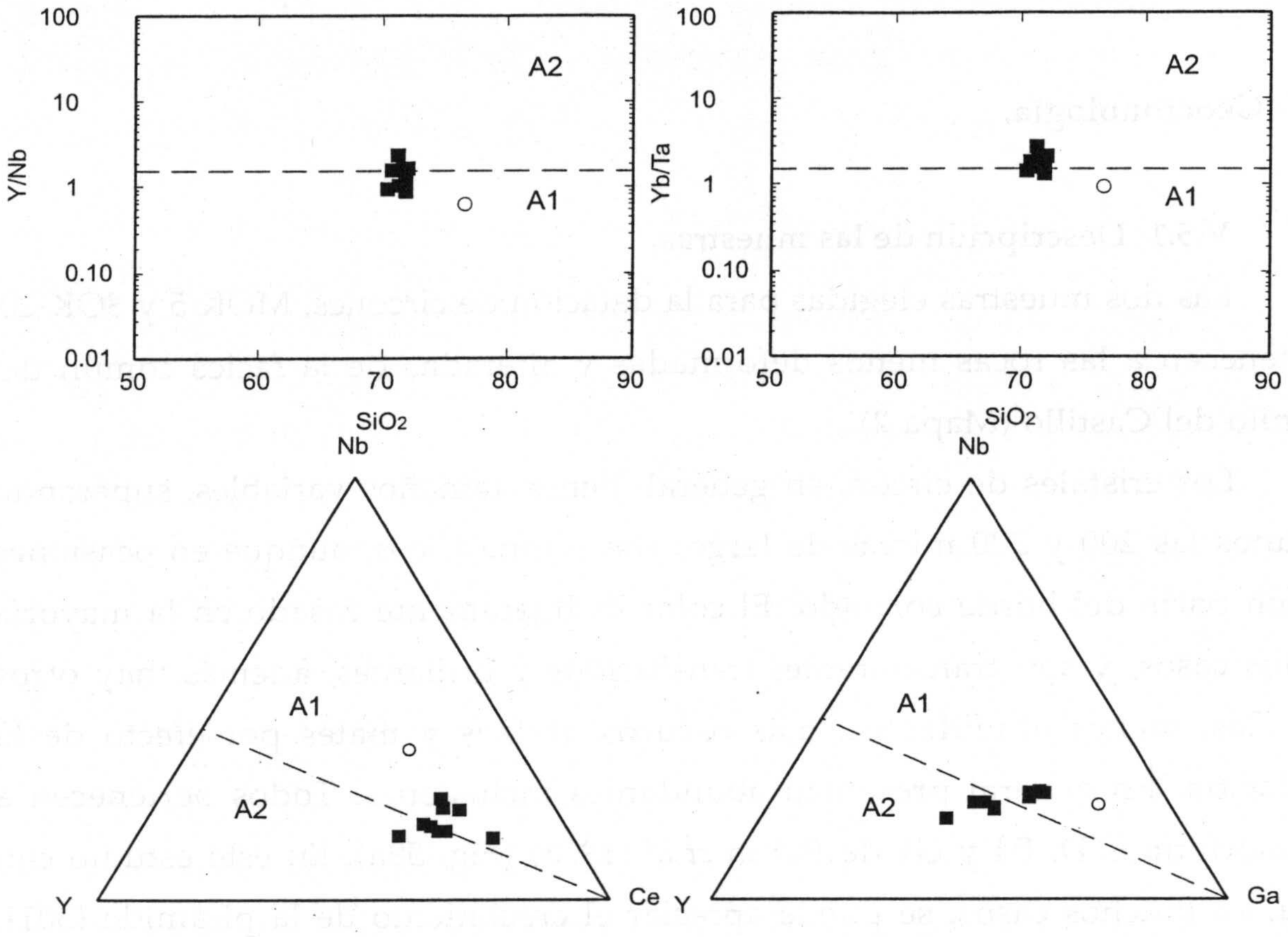


Fig. 58.- Proyección de las muestras del granito del Castillo en los diagramas de discriminación de granitos A, tipos A1 y A2 de Eby, 1992.

V.4- Isótopos de Sr y Nd.

Se han analizado los isótopos de Sr y Nd en tres muestras del granito del Castillo pertenecientes a la facies común (Tabla 31). La composición inicial se ha recalculado a una edad de 500 Ma. Los εSr_{500} oscilan entre -27.195 y -21.819, y las relaciones de $^{87}Sr/^{86}Sr_{500}$ están todas en torno a 0.702. Todos estos resultados indicarían que el granito del Castillo no presenta contaminación cortical. Estos datos son similares a los obtenidos en el granito de Barcarrota que tiene una edad de 501-503 Ma y una relación $^{87}Sr/^{86}Sr_{init} = 0.703$ (Ochsner, 1993; Galindo *et al.*, 1990).

Los isótopos de Nd apenas varían de una muestra a otra (Tabla 32). Tanto los εNd_{500} (0.38-0.44) como la relación $^{143}Nd/^{144}Nd_{500}$ (0.512013-0.512016) son más característicos de rocas derivadas de una fuente mantélica, como ya apuntaban los datos de $^{87}Sr/^{86}Sr$.

V.5- Geocronología.

V.5.1- Descripción de las muestras.

Las dos muestras elegidas para la datación de circones, MOK-5 y SOK-20, pertenecen a las rocas menos deformadas y alteradas de la facies común del granito del Castillo (Mapa 2).

Los cristales de circón, en general, tienen tamaños variables, superando algunos las 200 y 300 micras de largo; son idiomórficos, aunque en ocasiones tienen parte del borde corroído. El color es ligeramente rosado en la mayoría de los casos, y son transparentes-translúcidos y brillantes; además, hay otros cristales, menos abundantes, más oscuros, rojizos y mates por efecto de la oxidación. En general presentan abundantes inclusiones. Todos pertenecen a los morfotipos D, P4 y G1 de Pupin *et al* (1978) (Fig. 59a). En este estudio con lupa, en muchos casos, se puede apreciar el crecimiento de la pirámide {301}, característica en circones de granitos alcalinos. También los morfotipos descritos se relacionan geoquímicamente con el mismo tipo de rocas, según la clasificación de Pupin (1980) (Fig. 59b).

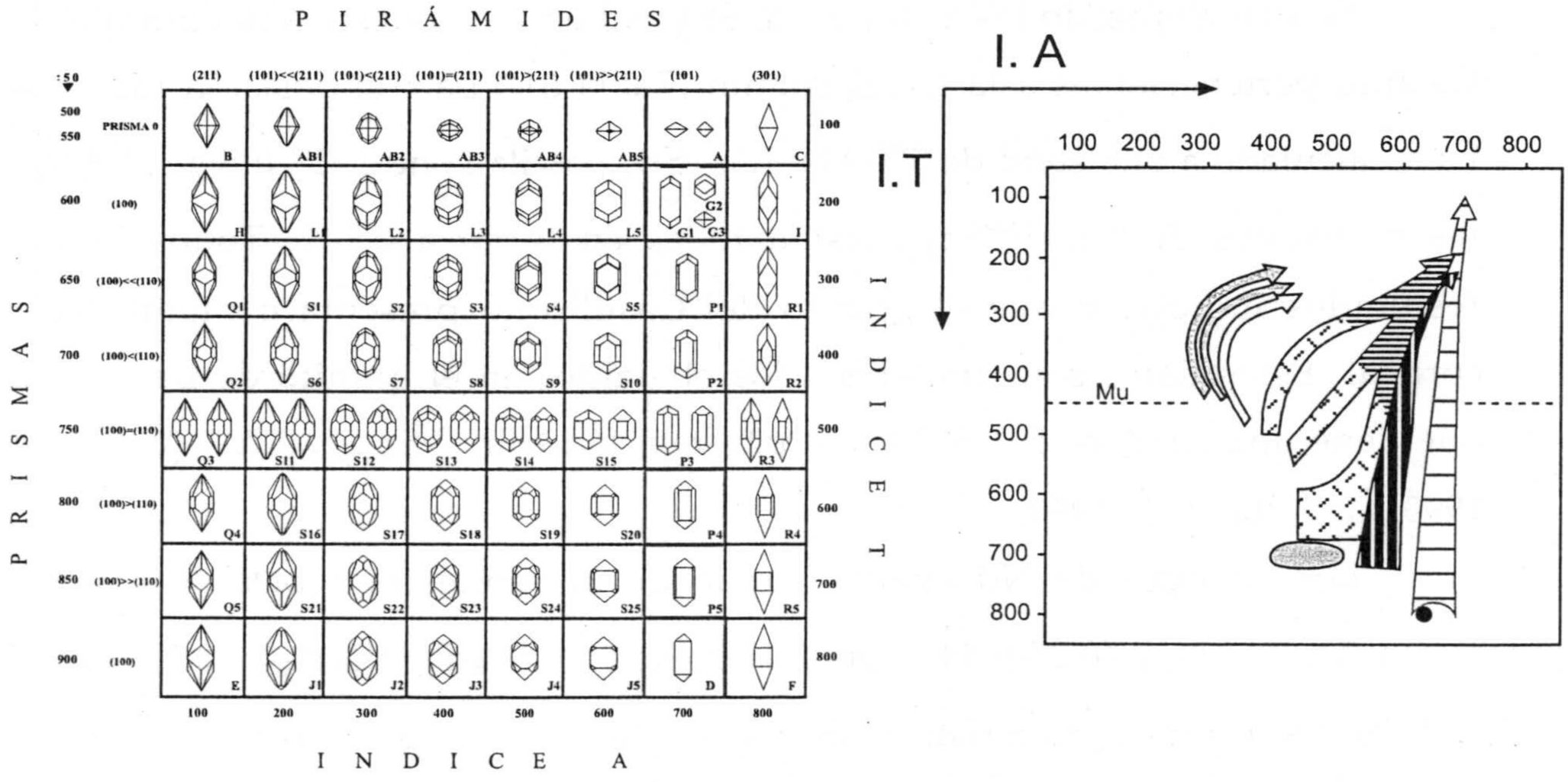
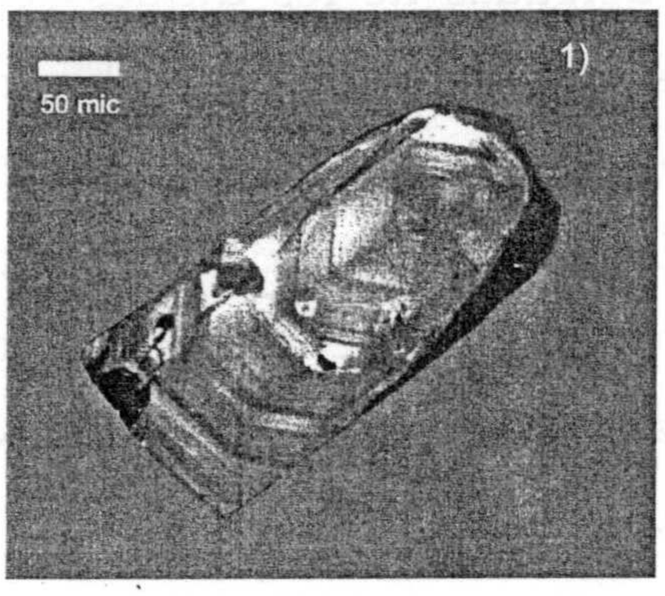


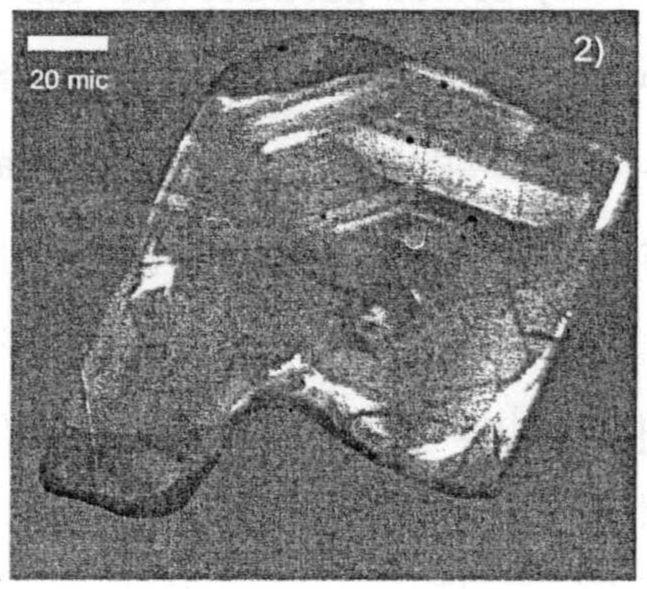
Fig. 59.- Diagramas de Pupin *et al.*, 1978 y Pupin, 1980. Explicación en la Fig.14. En rojo se han señalado las muestras del granito del Castillo.

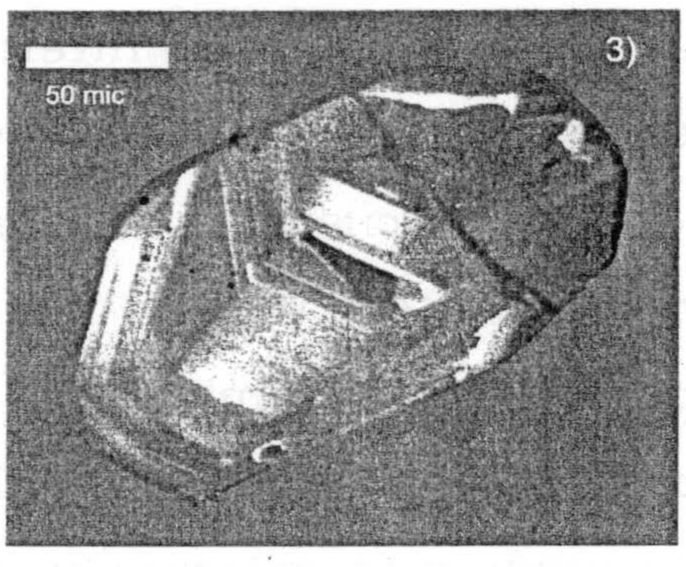
Hay que mencionar que, a pesar de no haberse realizado una separación de circones, en el estudio de las láminas delgadas de los diques ácidos se ha observado la existencia del morfotipo A, es decir, cristales bipiramidales, formados en condiciones de alta alcalinidad y baja temperatura. Esta característica nos permite ver cual ha sido la evolución de los circones en el granito del Castillo (Fig. 59a). En las muestras de la facies común los morfotipos descritos indican que la cristalización de los circones comenzó a temperaturas próximas a 900 ºC y se mantuvo hasta los 600 ºC.

Mediante el estudio de las características internas con catodoluminiscencia (todas las secciones son paralelas a (100)) se puede observar que los cristales muestran un zonado oscilatorio de claro origen magmático. Todos tienen un crecimiento más desarrollado de las caras prismáticas que de las piramidales, a pesar de que, también, en todos el desarrollo de la pirámide {101} es muy marcado (Fotos SOK-20/1 y MOK-5/4). Los circones presentan disolución en las capas más externas y un nuevo recrecimiento sin zonación (Fotos SOK-20/1, 2 y 3). También se observan estos fenómenos de disolución-corrosión en zonas intermedias (Fotos MOK-5/4 y 5). Además, algunos ejemplares tienen partes donde se ha producido un recrecimiento o una recristalización (corresponden a las zonas blancas de las fotos). No suelen tener núcleos heredados, el único circón que mostraría algo similar es el de la Foto SOK-20/2 y no es muy claro.

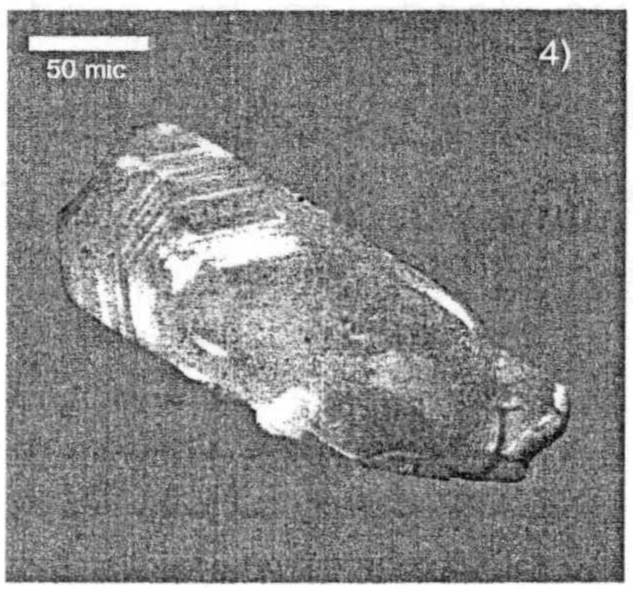
SOK-20. Secciones paralelas a (100)

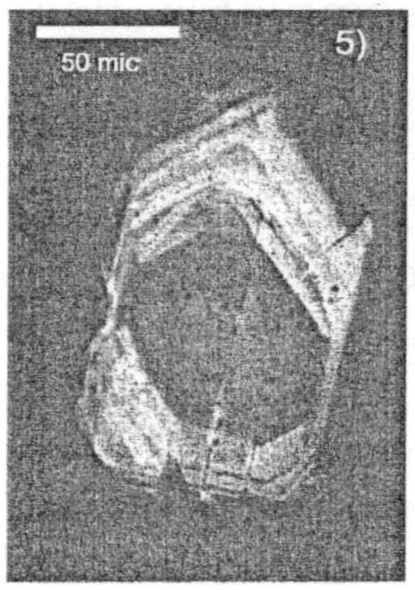






MOK-5. Secciones paralelas a (100)





Fotos SOK-20, MOK-5 del granito del Castillo. Imágenes de catodoluminiscencia.

V.5.2- Dataciones.

Se han analizado tres cristales de circón, dos de la muestra MOK-5 y uno de la SOK-20, y todos han permitido más de un paso de evaporación. El resultado es una edad de cristalización del granito del Castillo de 502±8 Ma (2σ) (Fig. 60).

Todos los ejemplares seleccionados correspondían con prismas cortos, de unas 200x100 micras de tamaño máximo, de color rosado-pardo y translúcidos. No se han analizado zonas correspondientes a núcleos heredados. De la Tabla 33 no se ha excluido ningún valor para el cálculo de la edad, a pesar de que no se ha llegado a obtener unos resultados muy homogéneos y con poco error. Estas variaciones en la medida son frecuentes en los circones de rocas alcalinas y peralcalinas (Montero, 1993; Montero *et al.*, 1998), concretamente en sistemas que han sido reactivados a lo largo de la historia posmagmática del cuerpo. En episodios metasomáticos, por ejemplo, se producen una gran movilidad de algunos elementos traza como el Zr, Hf, U, Th y REE.

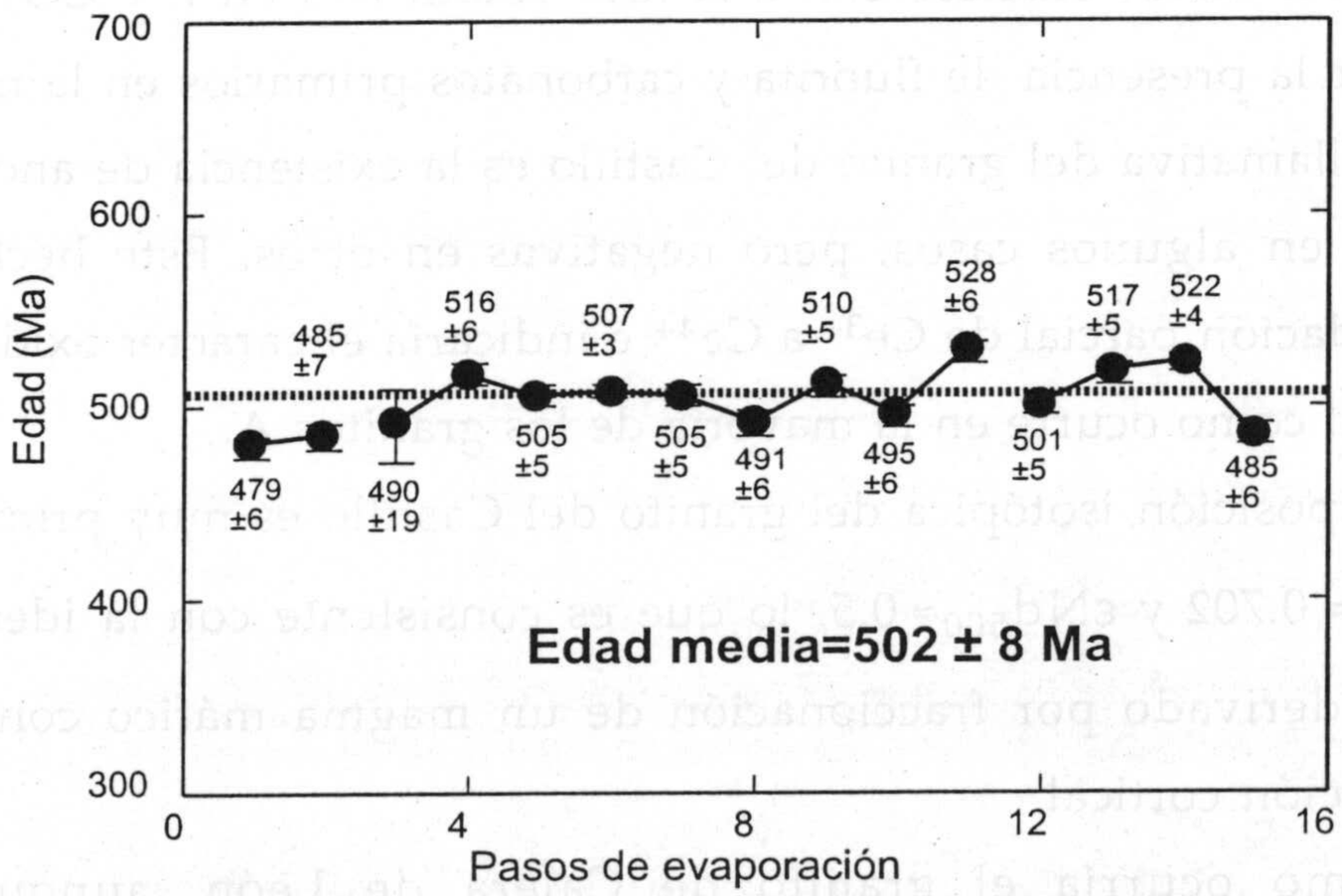


Fig. 60.- Edad de cristalización del granito del Castillo.

V.6-Discusión.

El granito del Castillo tiene una tipología A, y muchas características geoquímicas que indican una derivación por diferenciación a partir de un magma máfico.

En el diagrama de elementos traza normalizados a Corteza continental destaca el empobrecimiento relativo en los elementos más compatibles, así como las anomalías negativas de Li y Sr y las positivas de Nb y Zr.

La anomalía negativa de Li, así como los valores elevados de Nd/Th, siempre superiores al valor "monacítico" (≈ 2.6, Bea y Montero, 1999), y la constancia de Th/U en torno al valor mantélico (≈ 3.7, McDonough y Sun, 1995) indica que la participación de material metasedimentario ha tenido que ser, necesariamente, muy baja.

Por otra parte los espectros de tierras raras con profundas anomalías negativas de Eu, junto con el considerable empobrecimiento en Sr, indica que el magma que originó el granito del Castillo tuvo una historia de fraccionación muy larga.

Los elevados contenidos de LREE, Zr y Nb indican que el magma parental debió de ser de naturaleza máfico-alcalina, que fraccionó a alta P para producir diferenciados silícicos con una fase volátil rica en F y CO_2, tal como parece indicar la presencia de fluorita y carbonatos primarios en la moda. Una característica llamativa del granito del Castillo es la existencia de anomalías de Ce, positivas en algunos casos, pero negativas en otros. Este hecho parece indicar la oxidación parcial de Ce^{3+} a Ce^{4+} e indicaría el carácter oxidante de la fase volátil, tal como ocurre en la mayoría de los granitos A.

La composición isotópica del granito del Castillo es muy primitiva, con $^{87}Sr/^{86}Sr_{init} = 0.702$ y $\varepsilon Nd_{500} \approx 0.5$, lo que es consistente con la idea de que puede haber derivado por fraccionación de un magma máfico con escasa o nula participación cortical.

Tal como ocurría el granito de Calera de León, aunque menos exagerado, los valores iniciales de $^{87}Sr/^{86}Sr$ son anómalamente bajos, aun para magmas mantélicos (Fig. 61). Pero en este caso dicha composición isotópica parece una característica original, no algo debido a pérdidas de Sr y/o ganancia de Rb durante la alteración, o bien por el reequilibrio del sistema isotópico durante el metamorfismo hercínico.

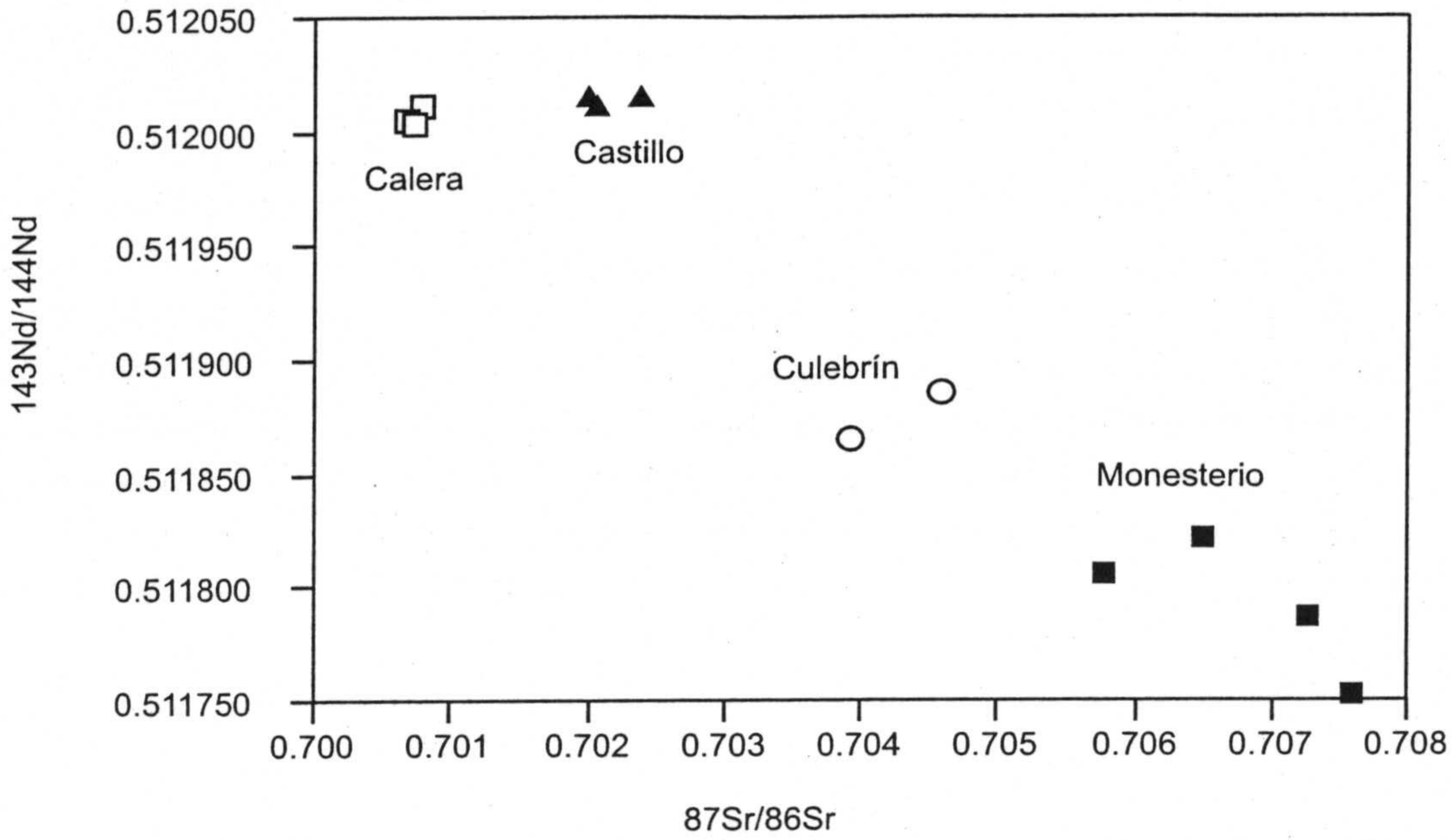
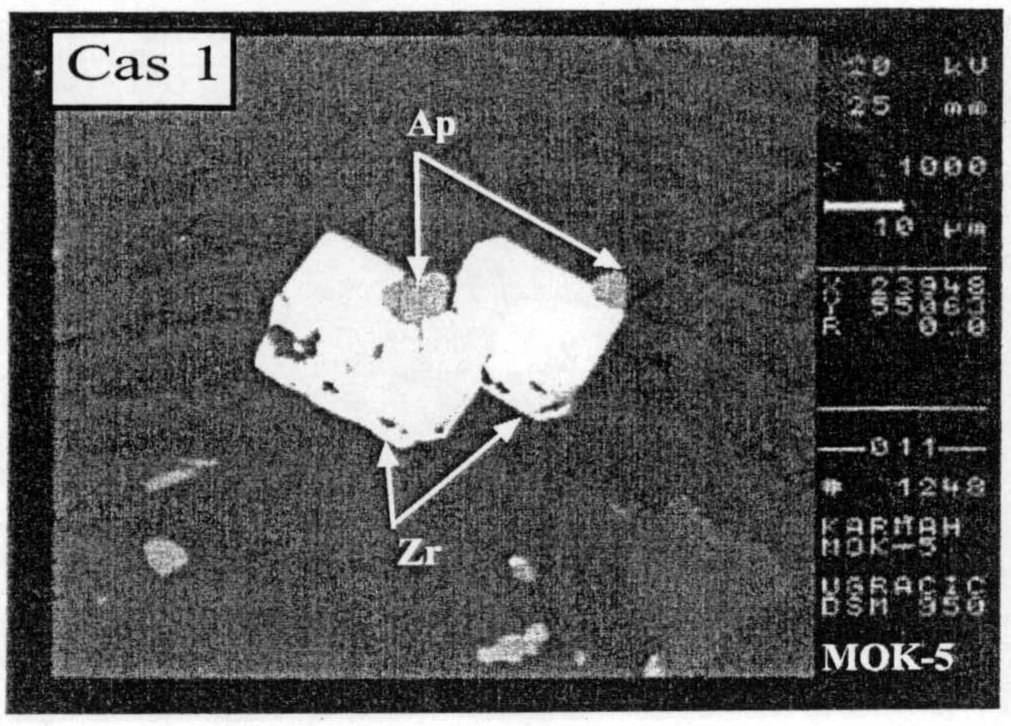
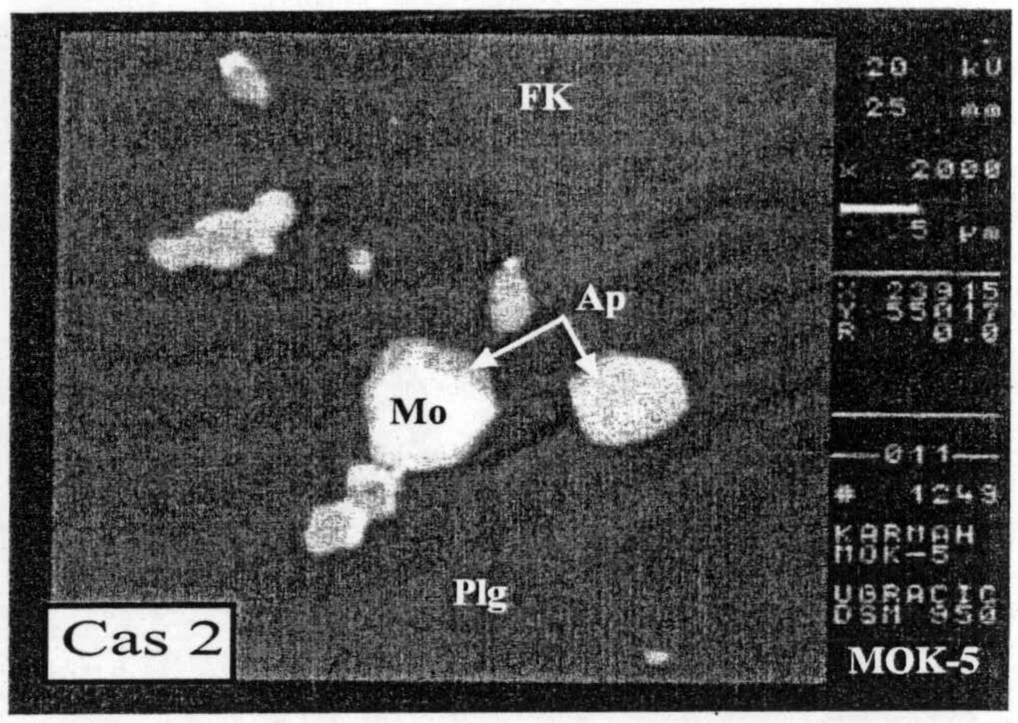


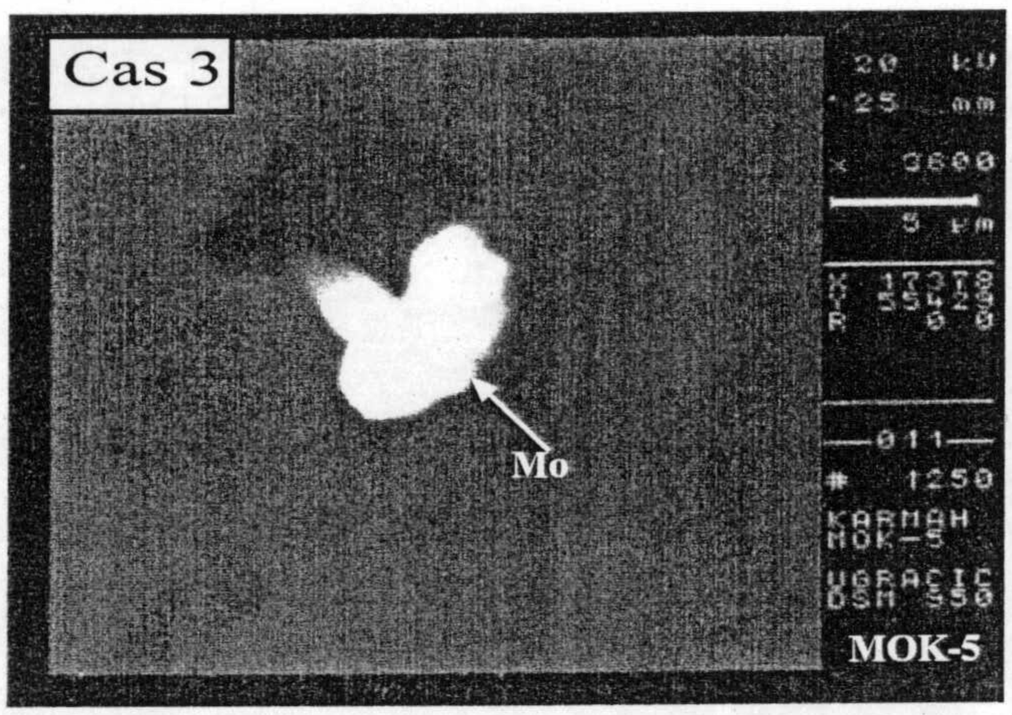
Fig 61.- Diagrama de correlación 87Sr/86Sr- 143Nd/144Nd de todas las muestras analizadas, de edad cámbrica.

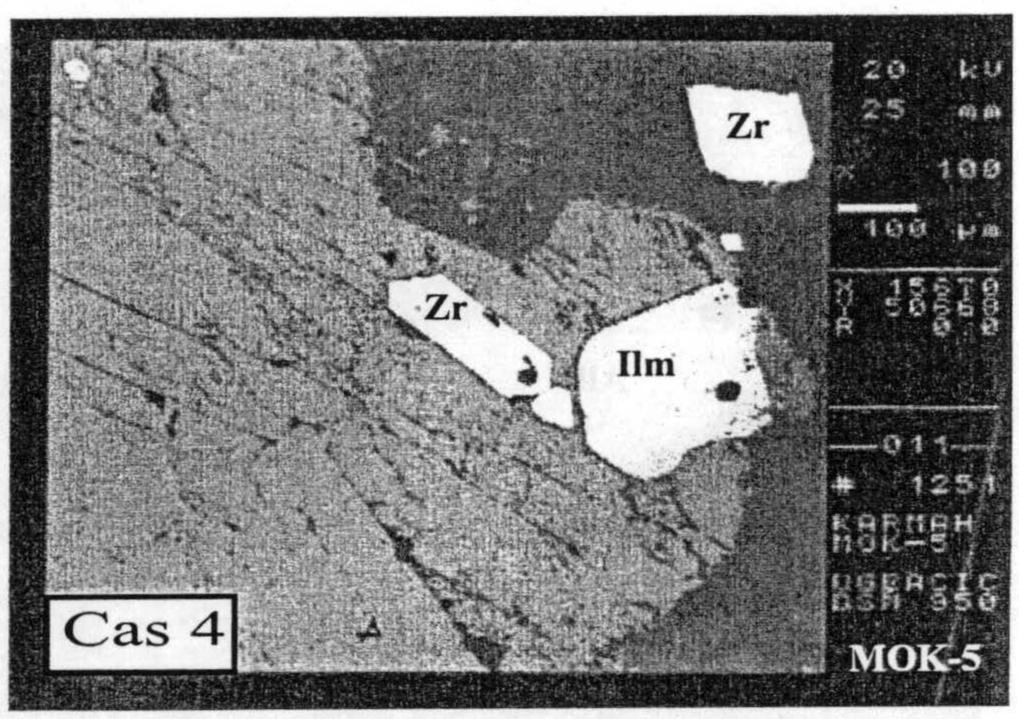
Como se discutirá más adelante, esta característica isotópica la presentan también los granitos de Barcarrota y la riolita de Bodonal-Cala que tienen la misma edad y tipología que el granito del Castillo.

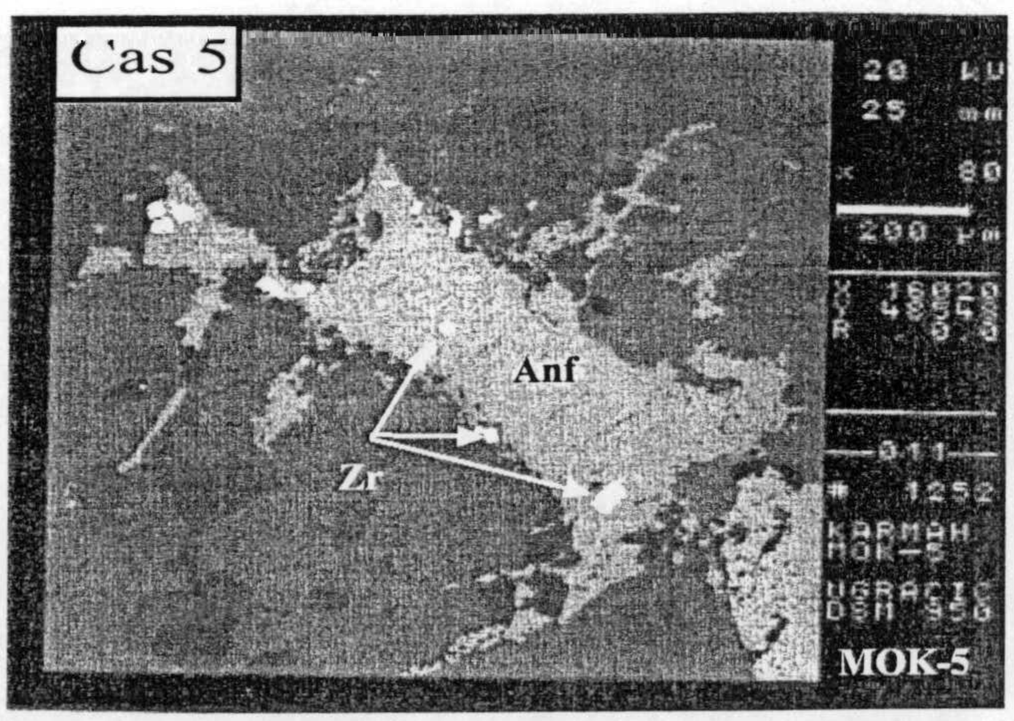
Fotografías de SEM.

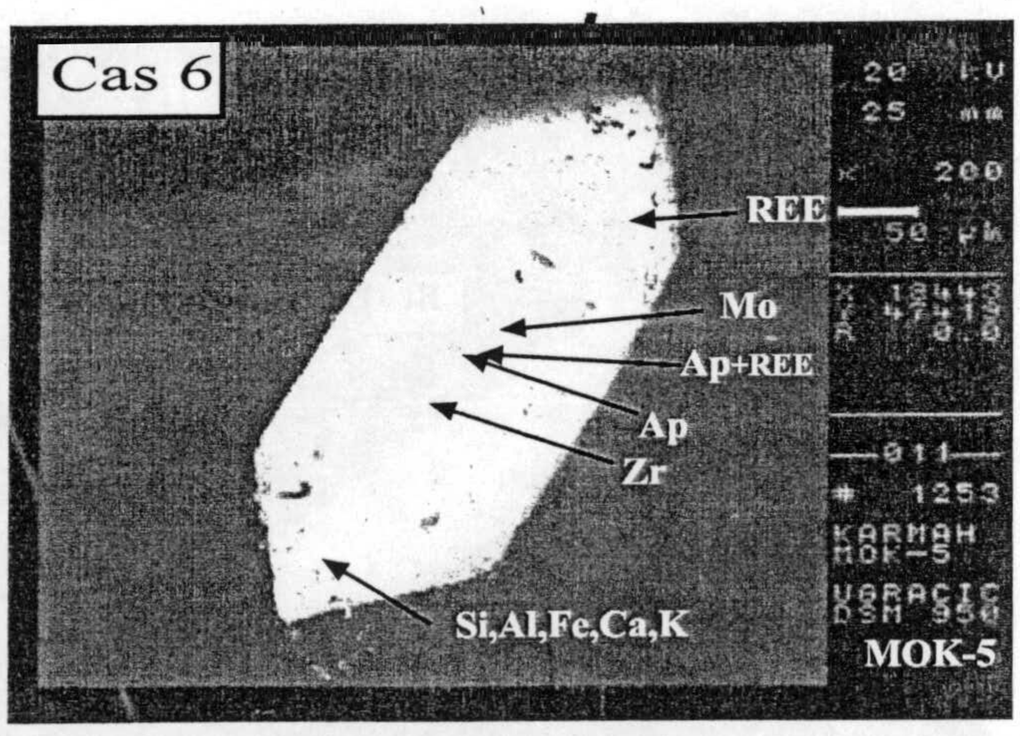




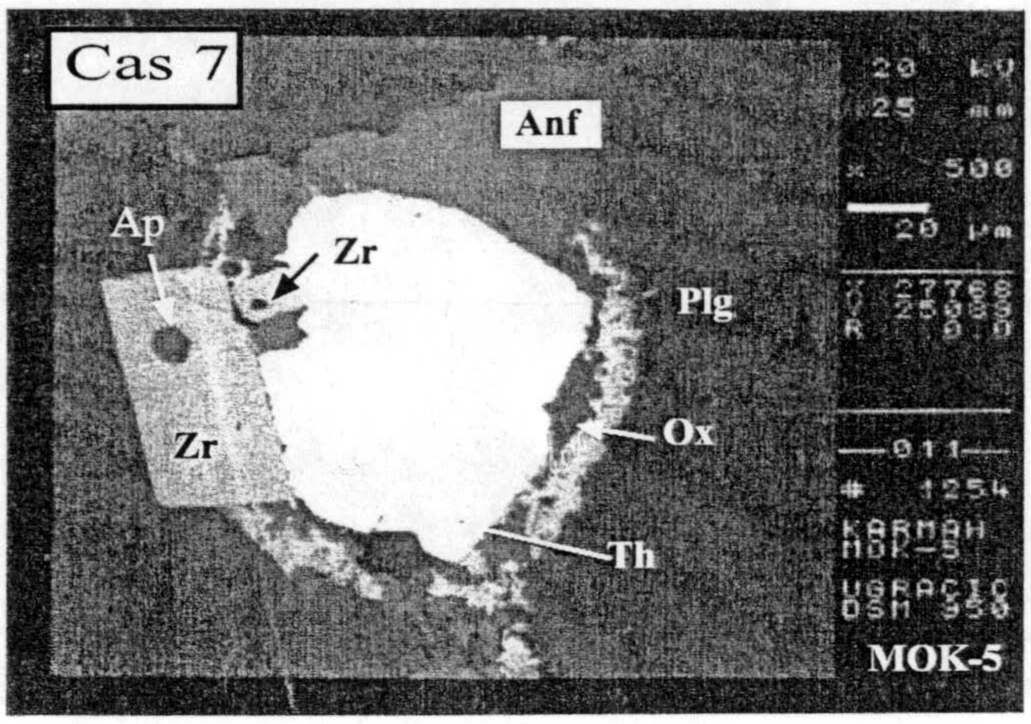


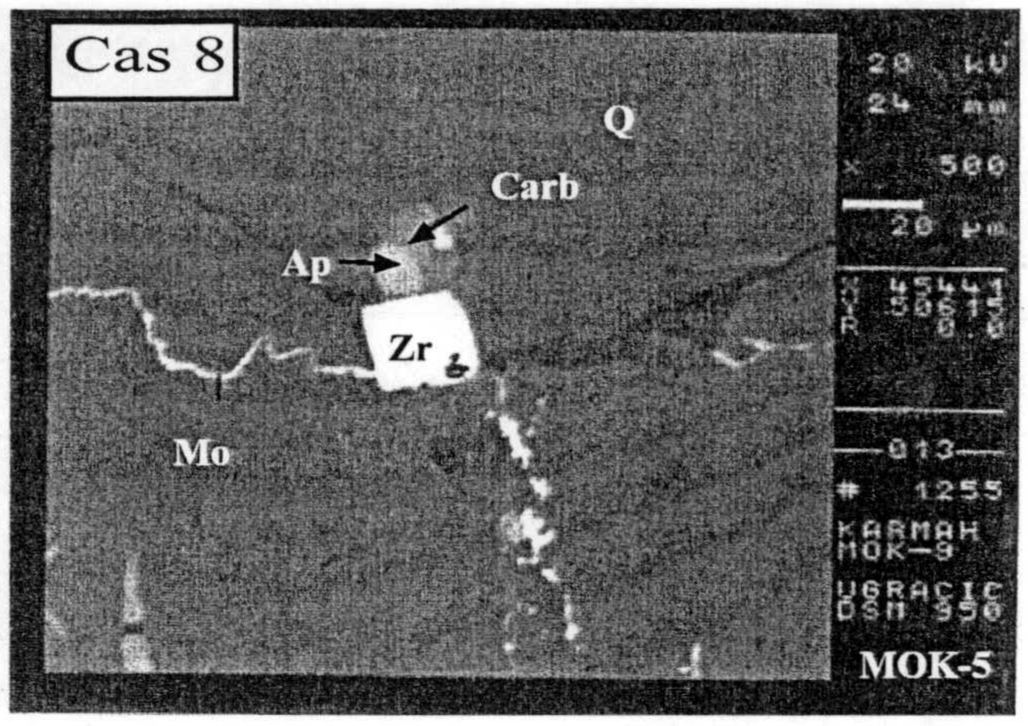


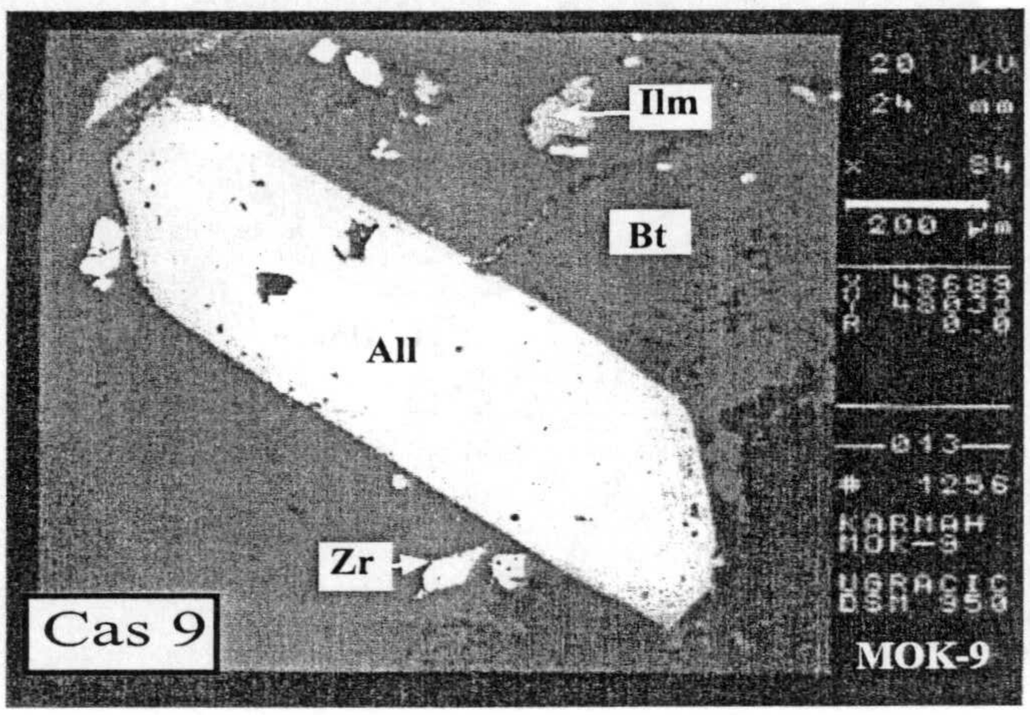


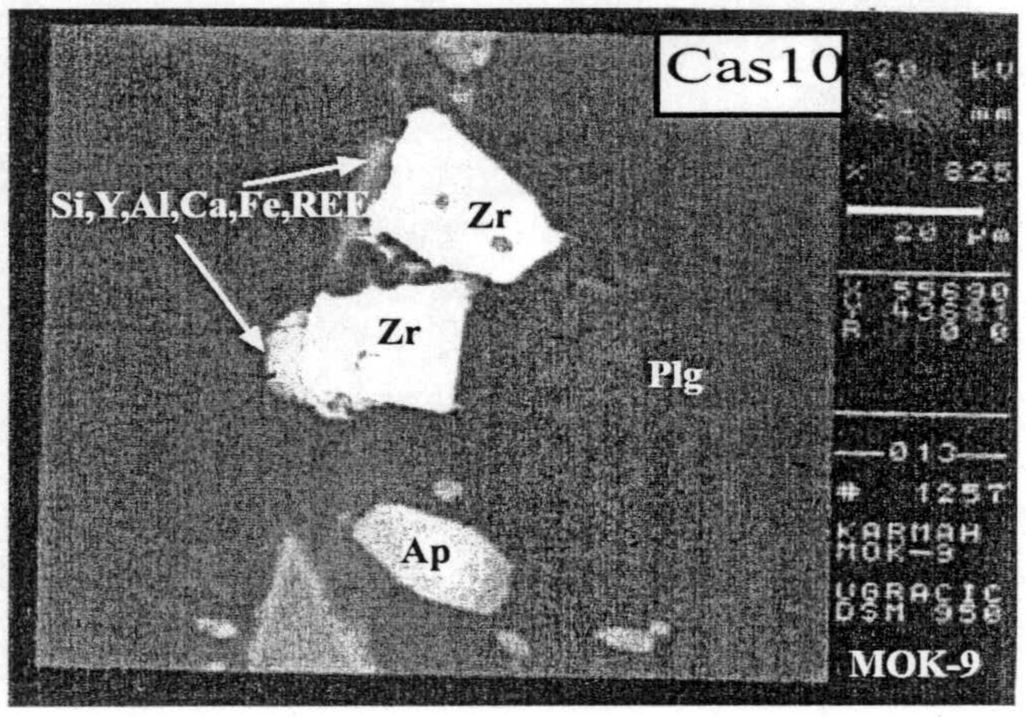


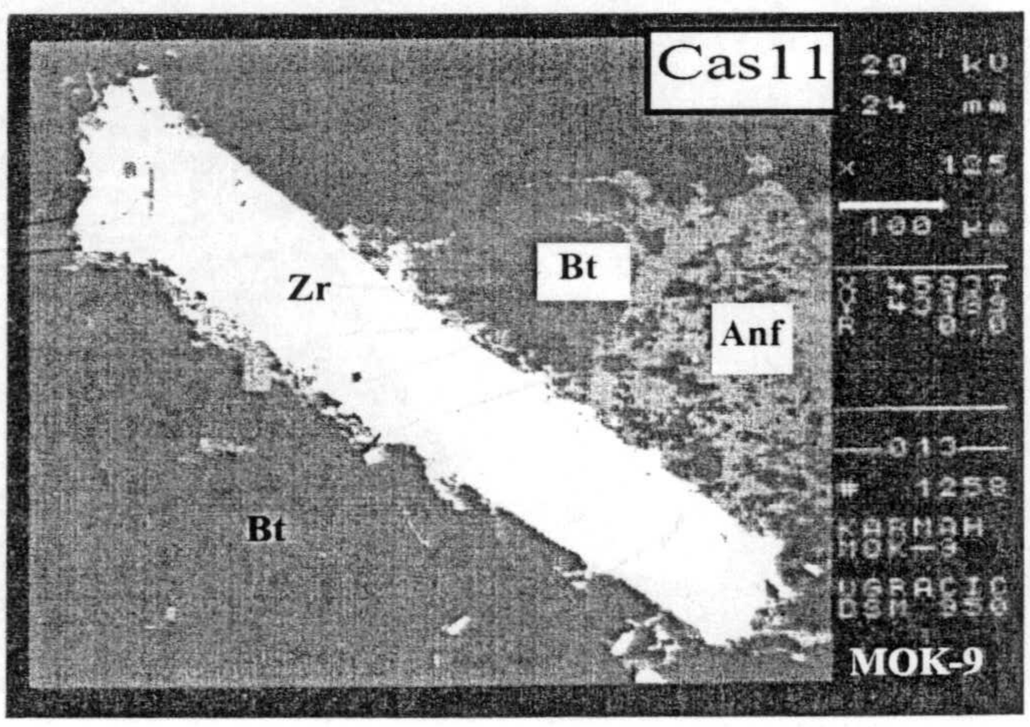
Fotos Cas 1-36. Imágenes de SEM del granito del Castillo. I

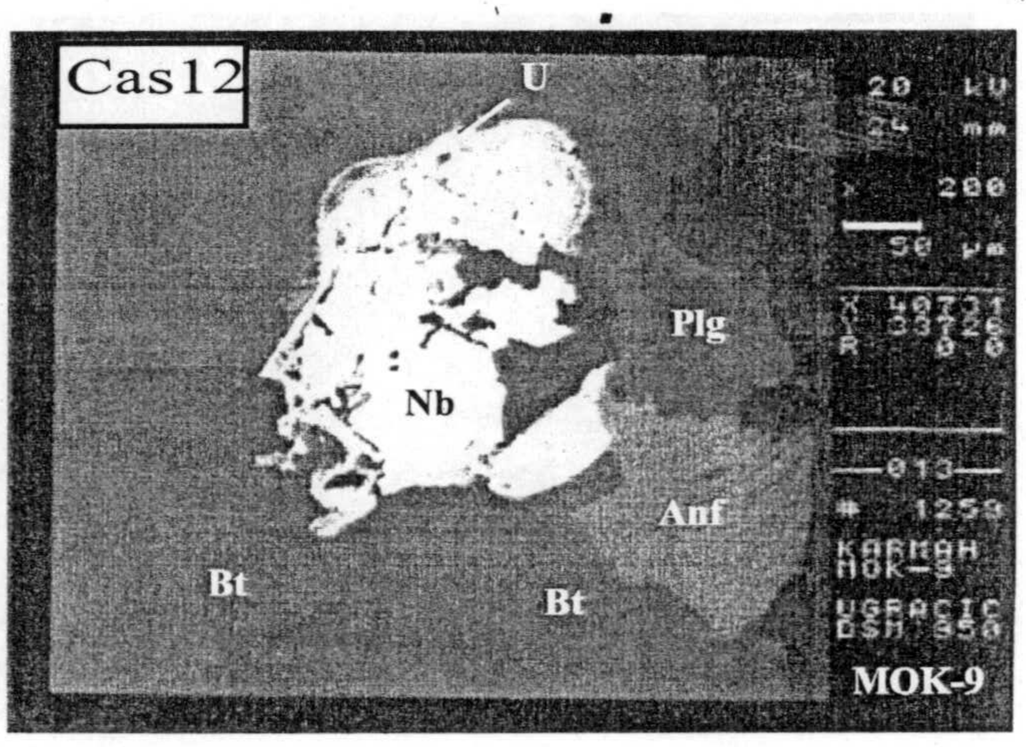




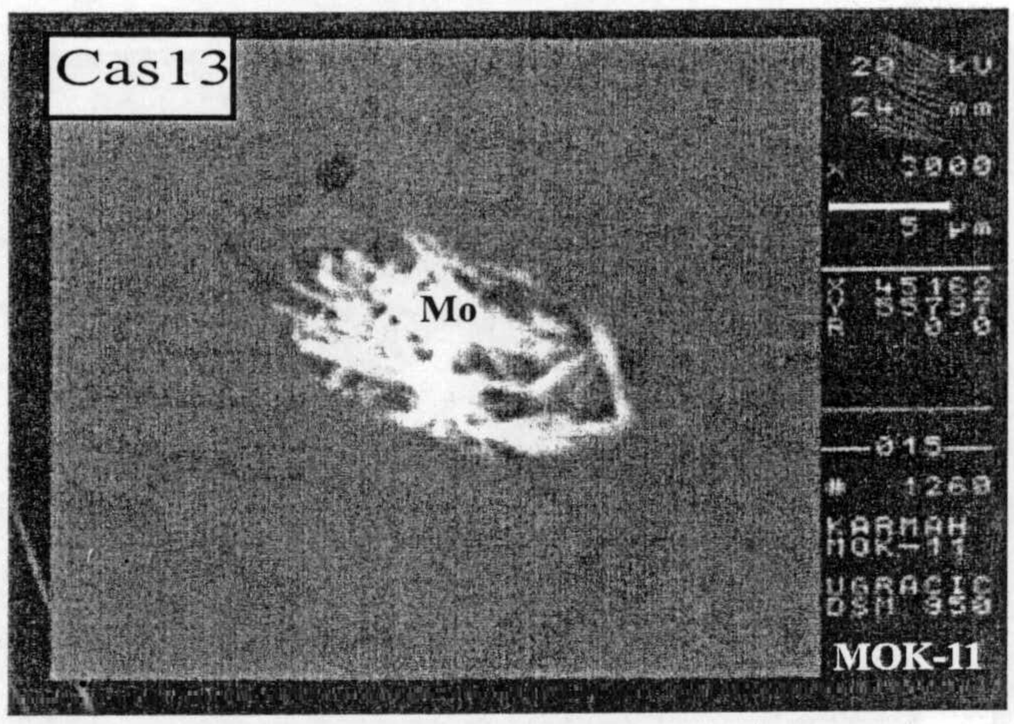


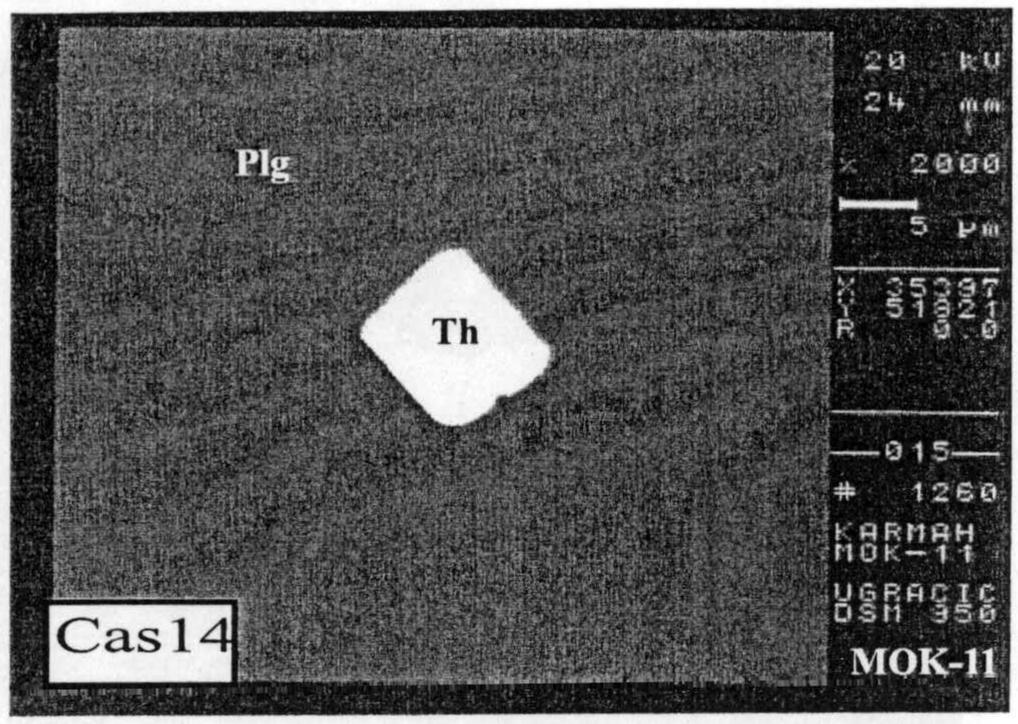


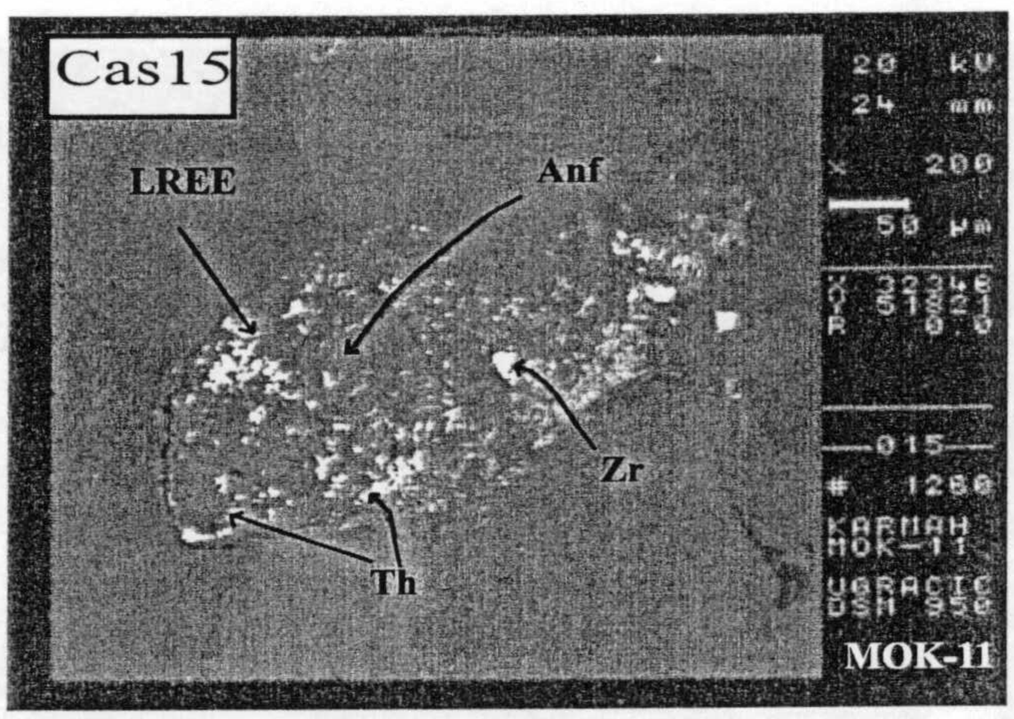


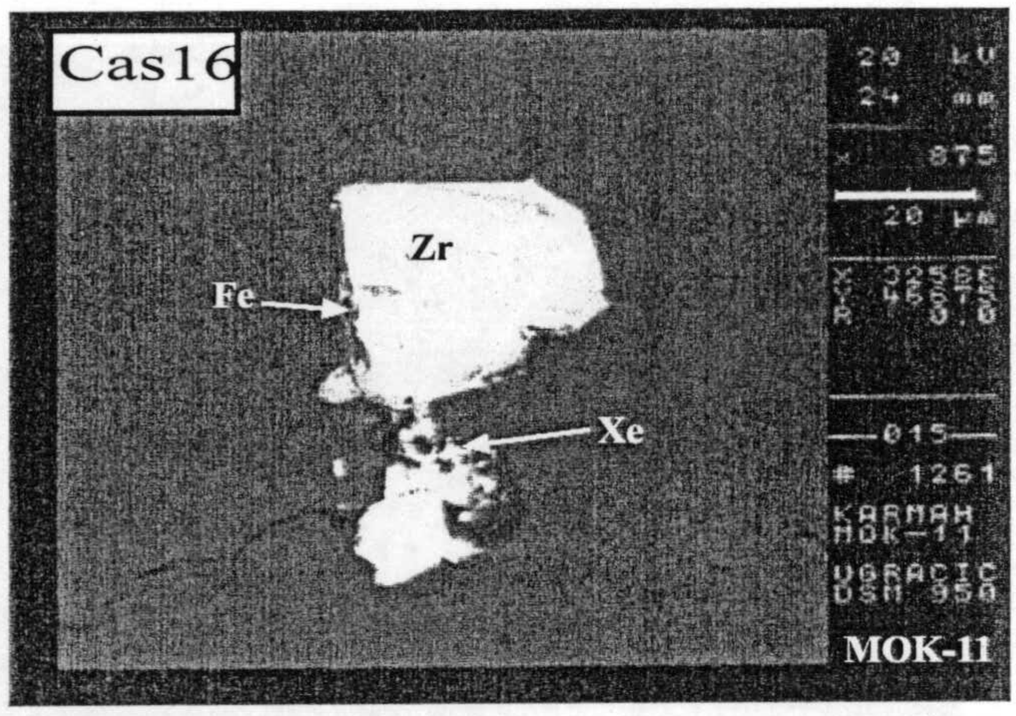


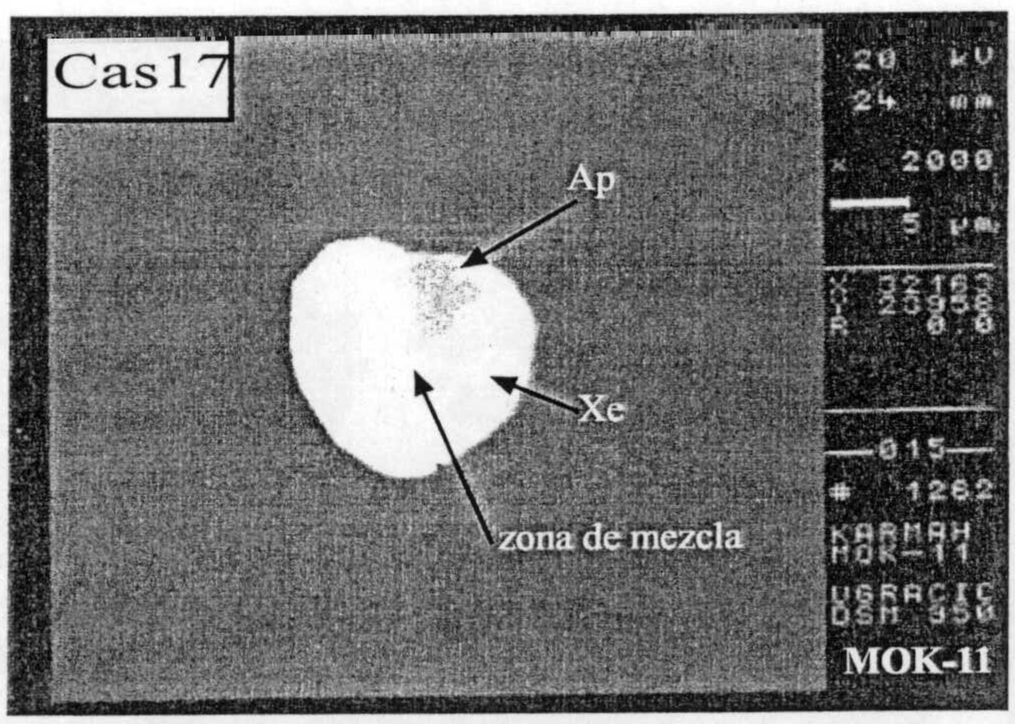
Fotos Cas 1-36. Imágenes de SEM del granito del Castillo. II

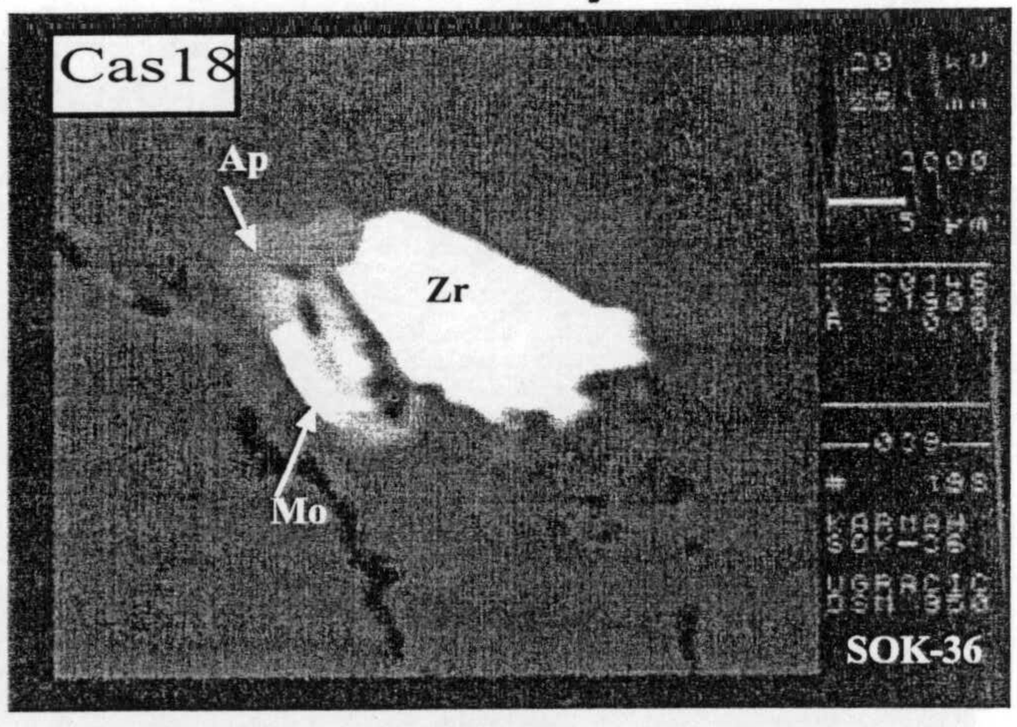




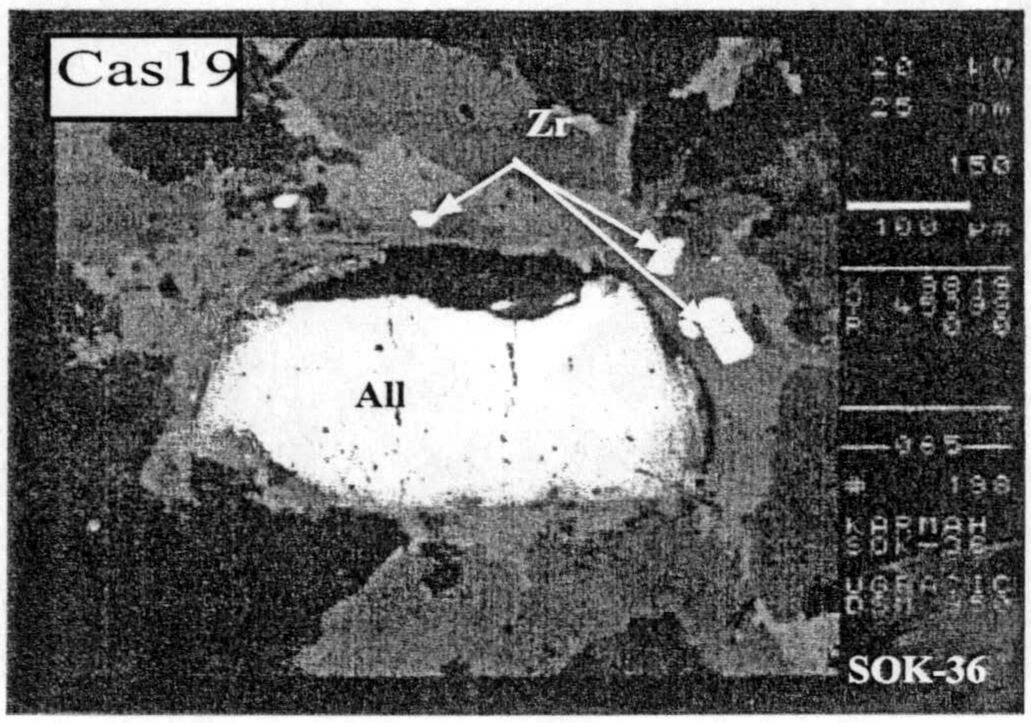


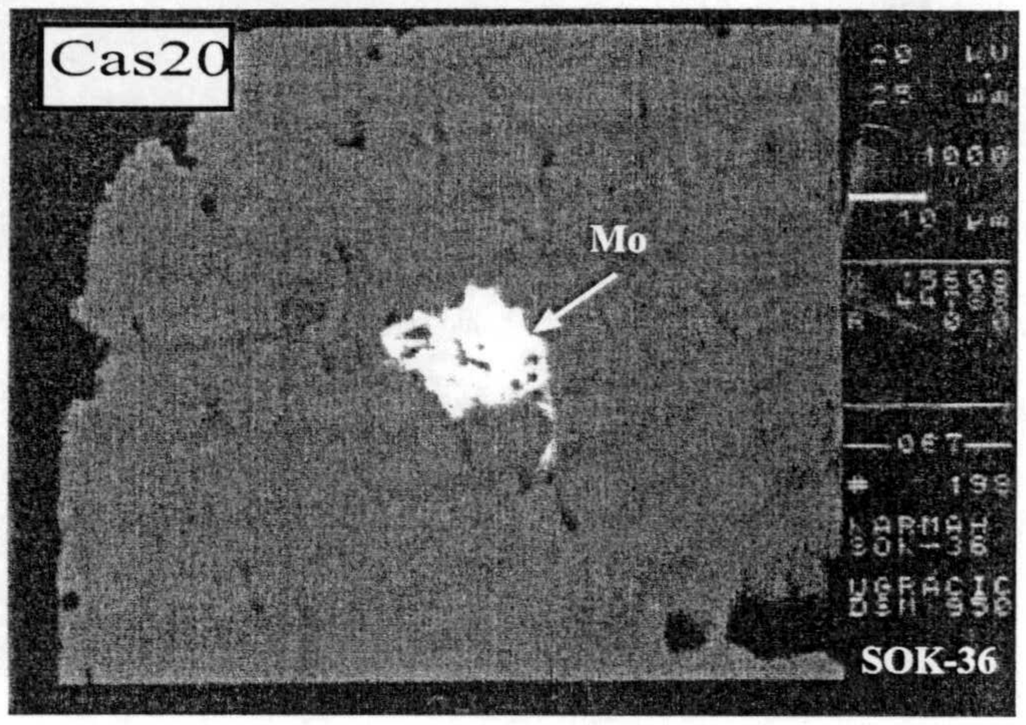


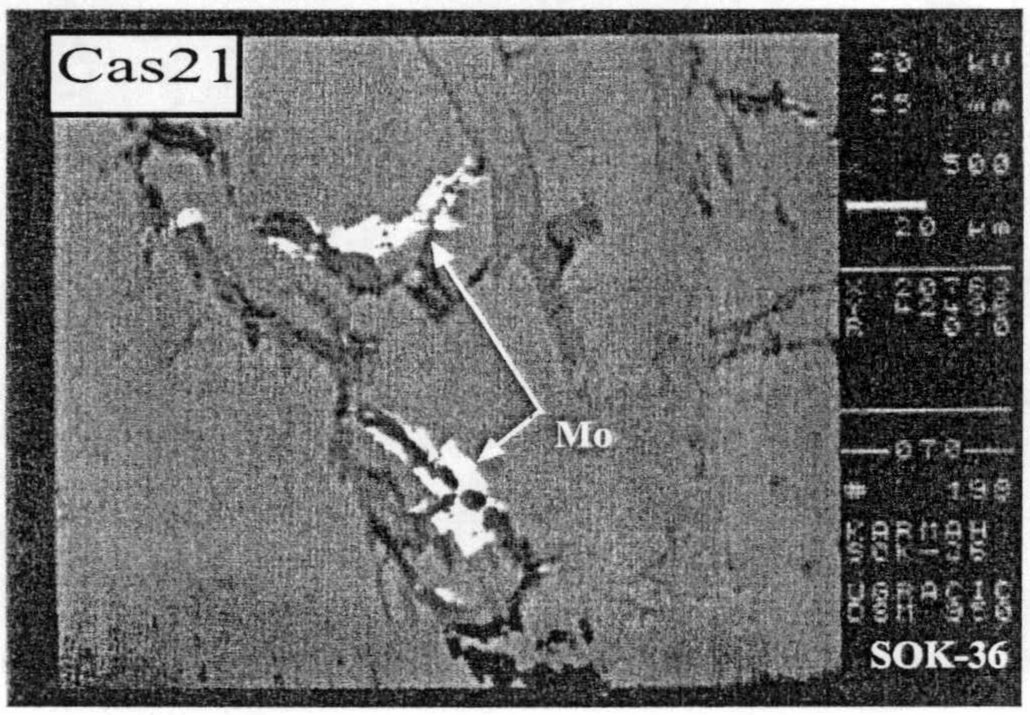


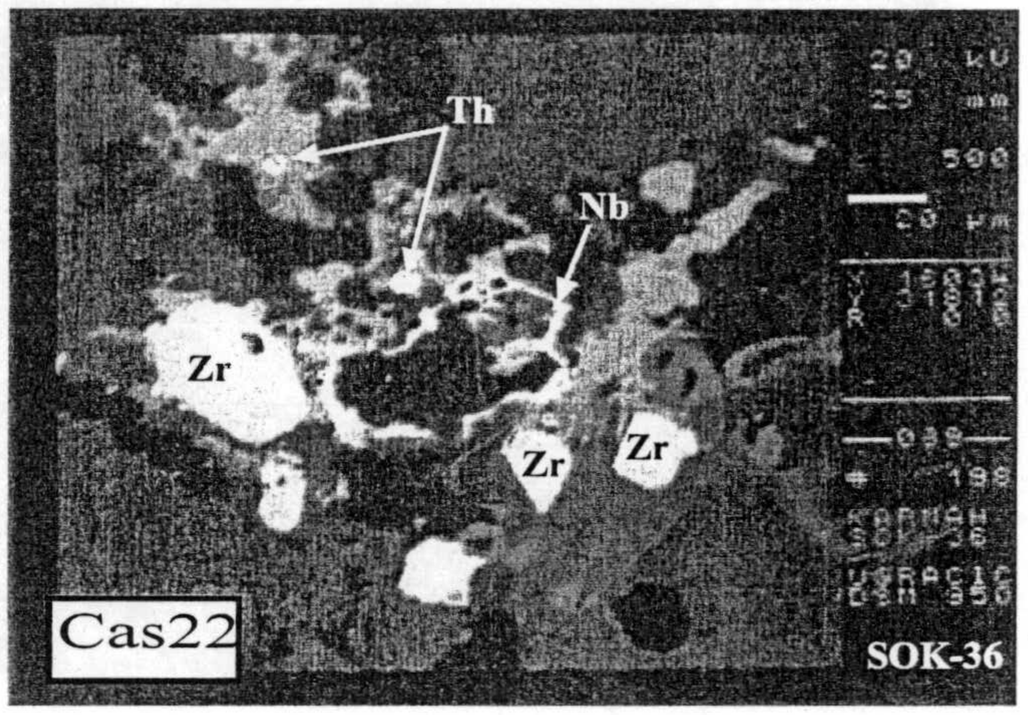


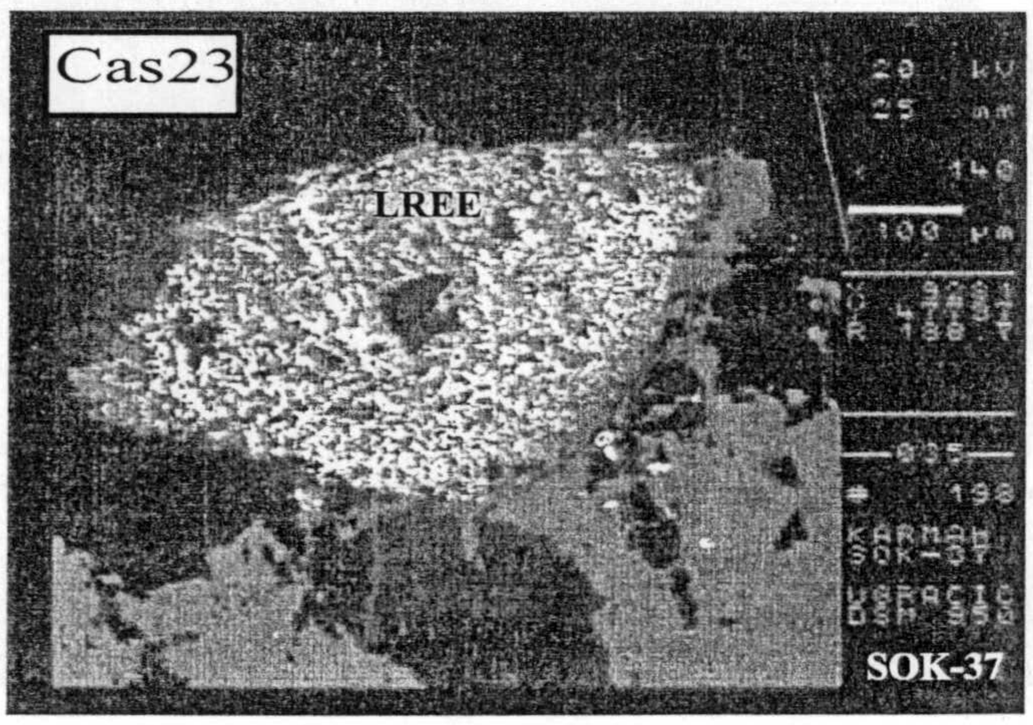
Fotos Cas 1-36. Imágenes de SEM del granito del Castillo. III

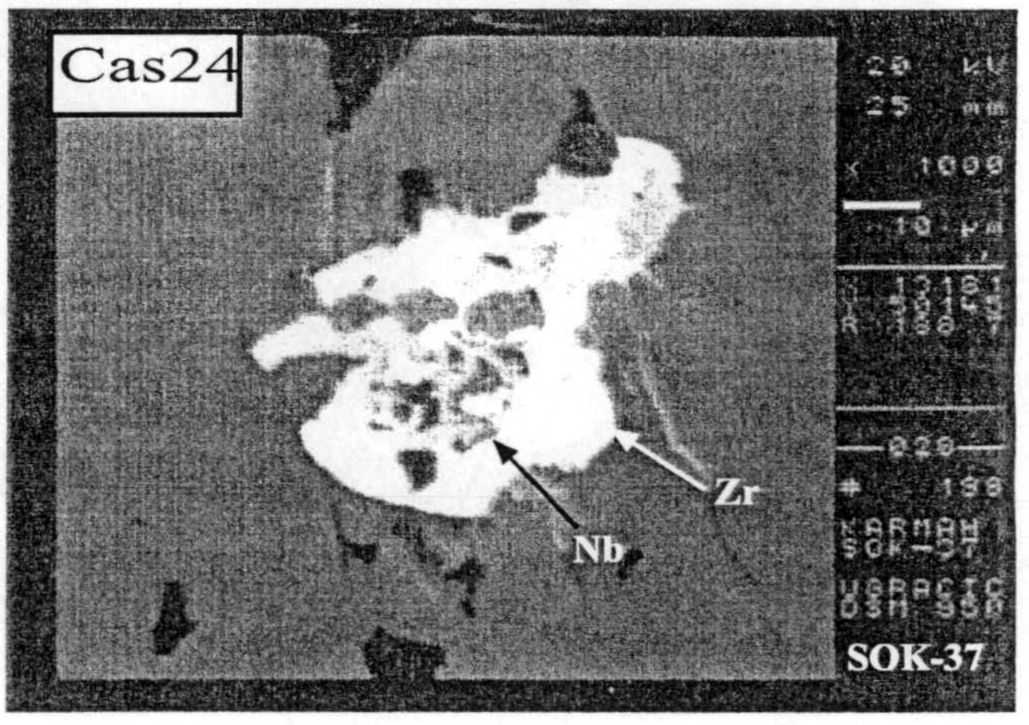




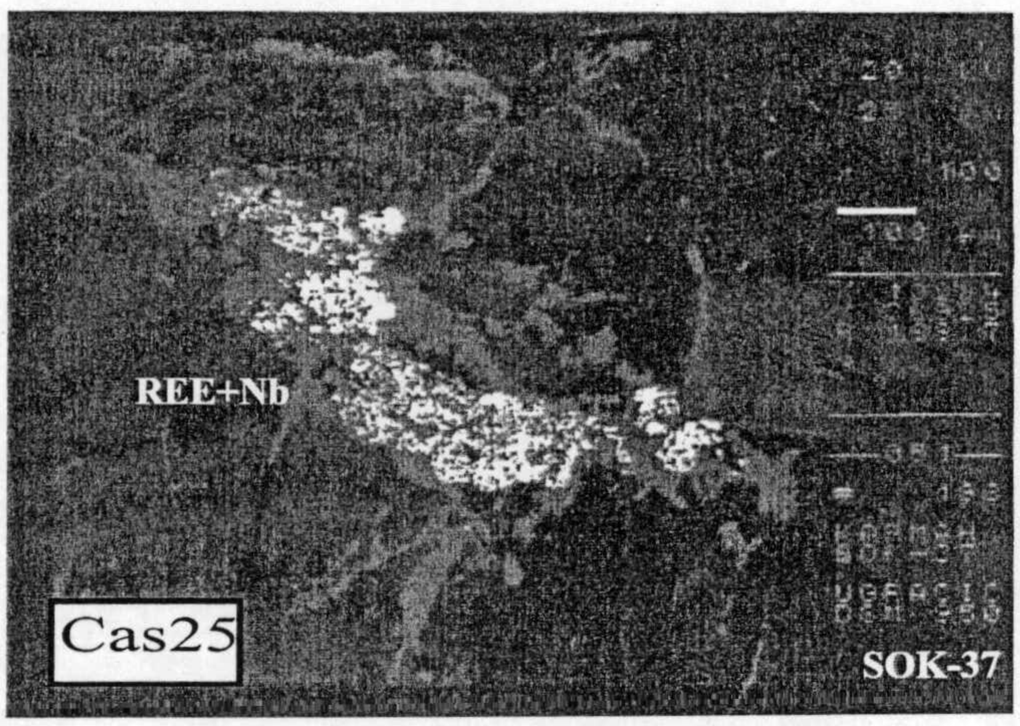


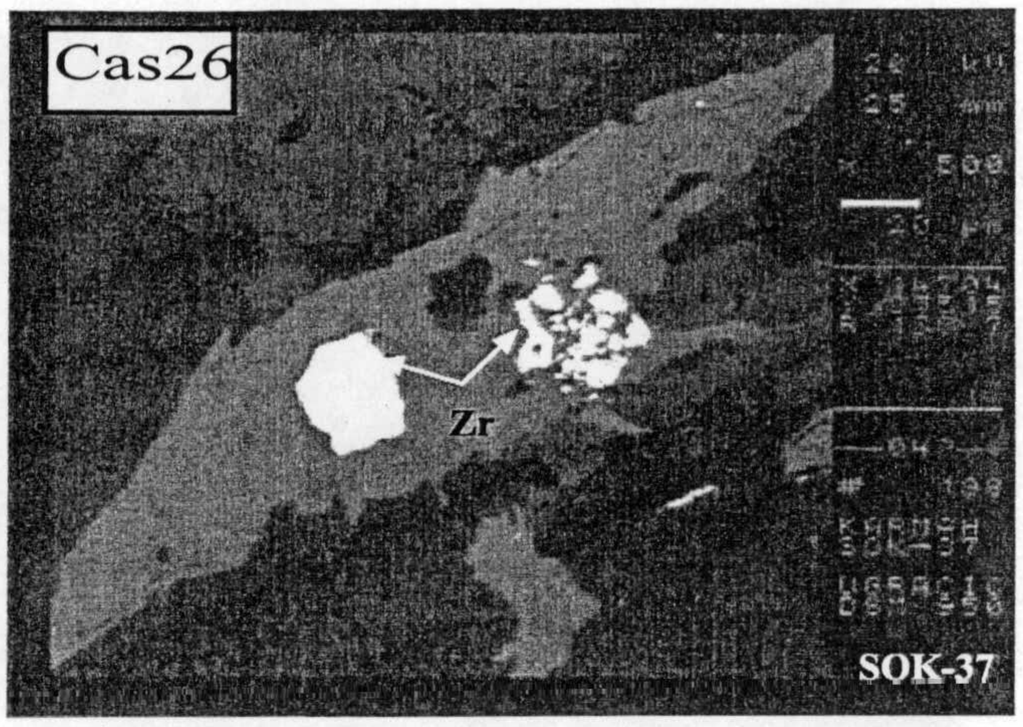


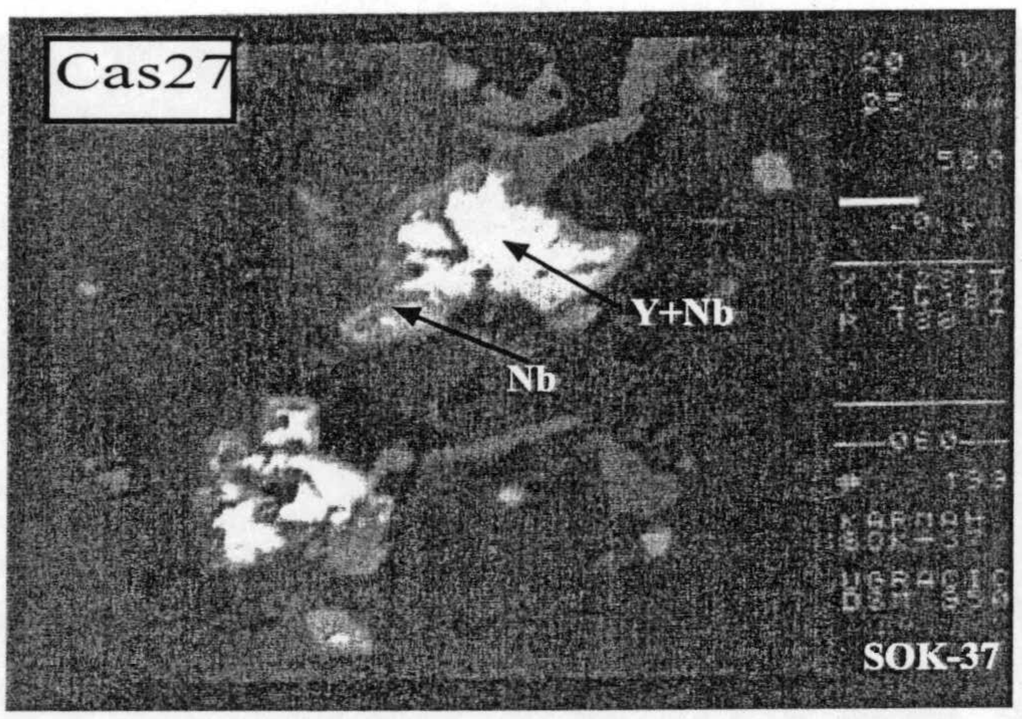


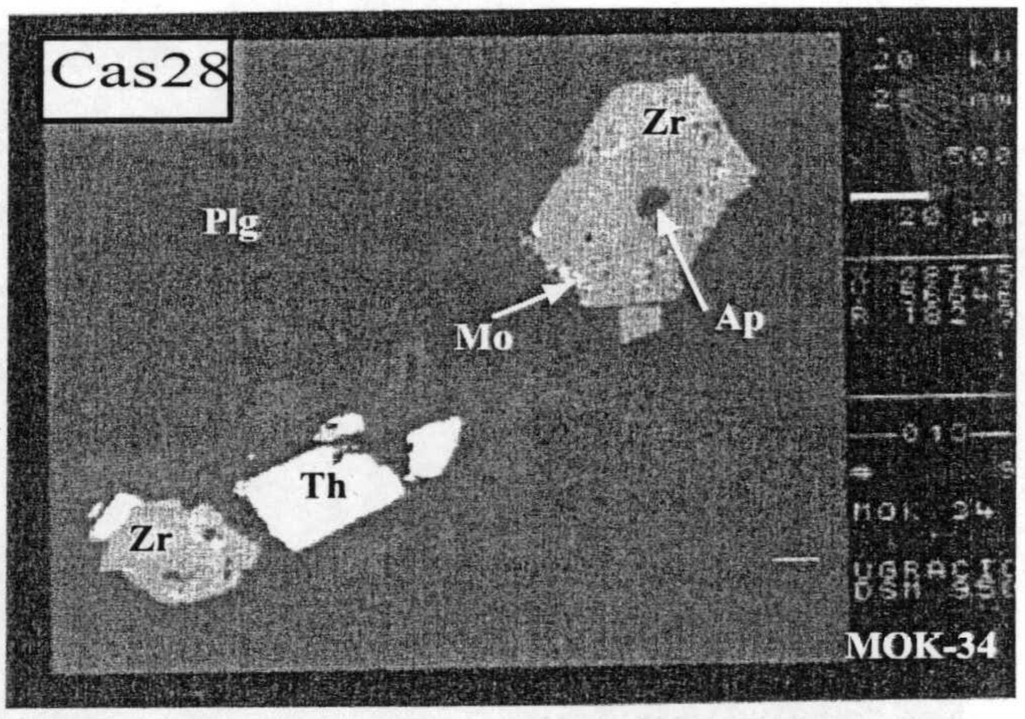


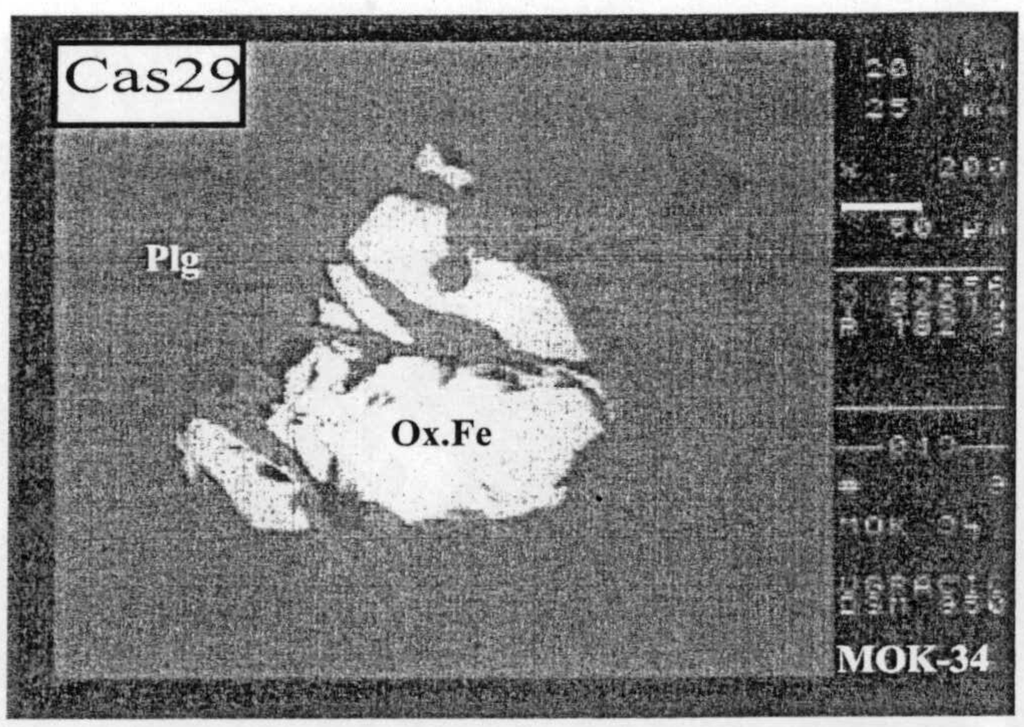
Fotos Cas 1-36. Imágenes de SEM del granito del Castillo. IV

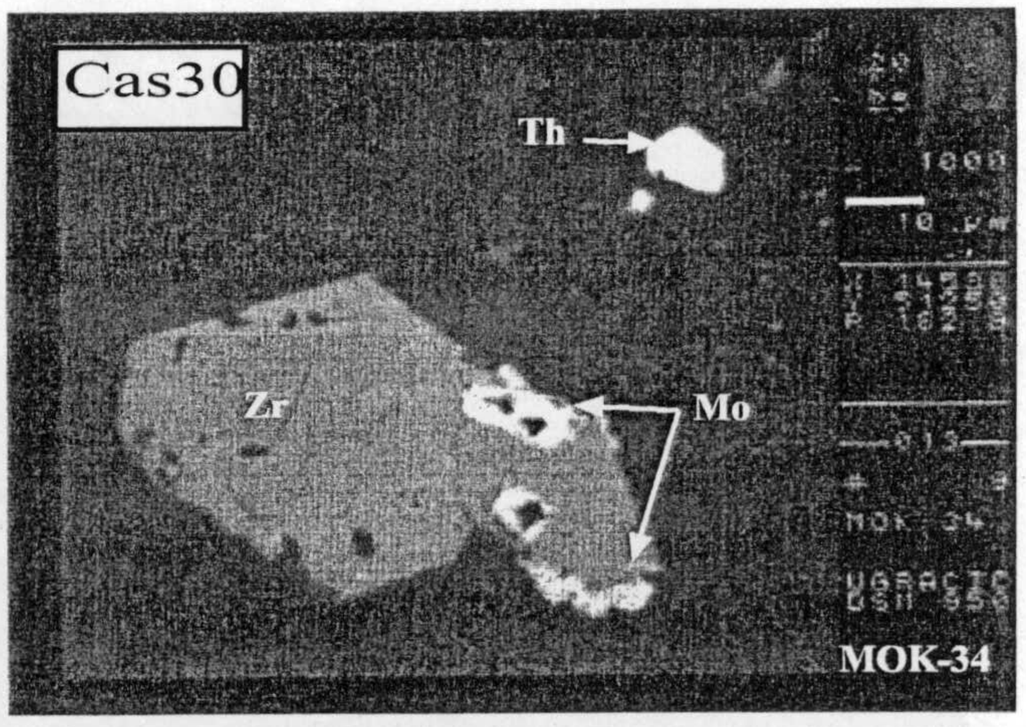




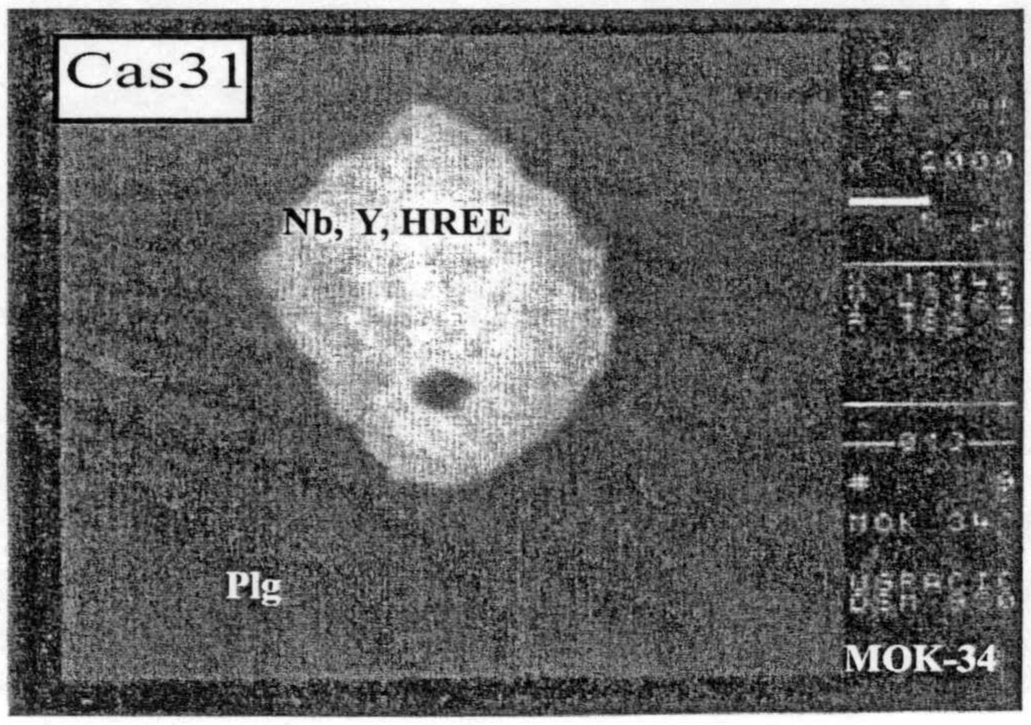


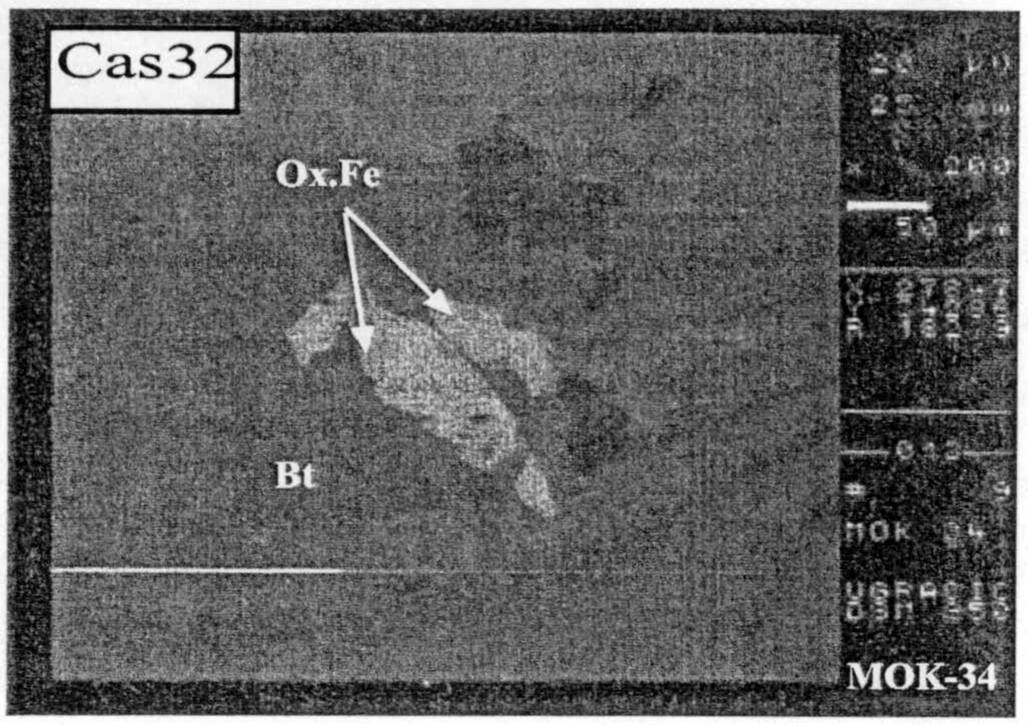


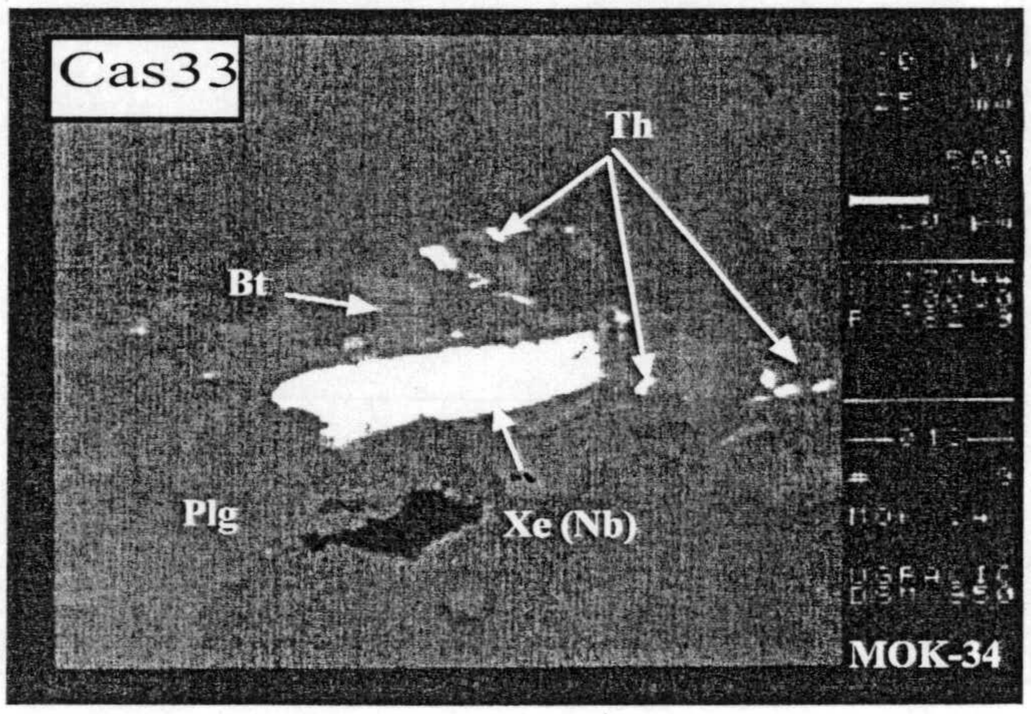


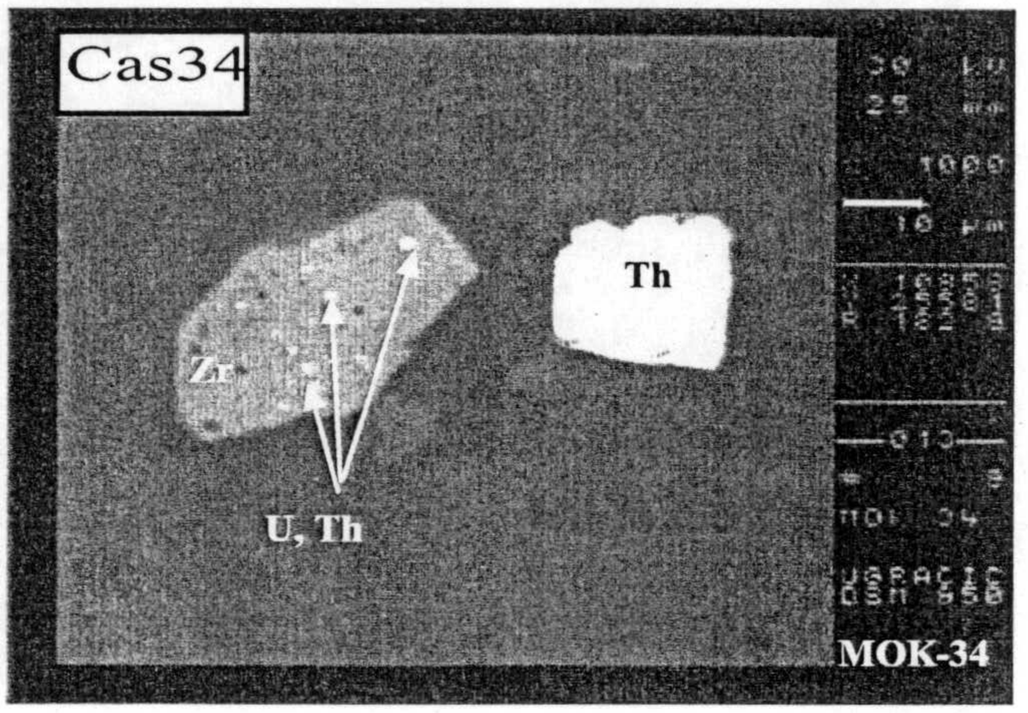


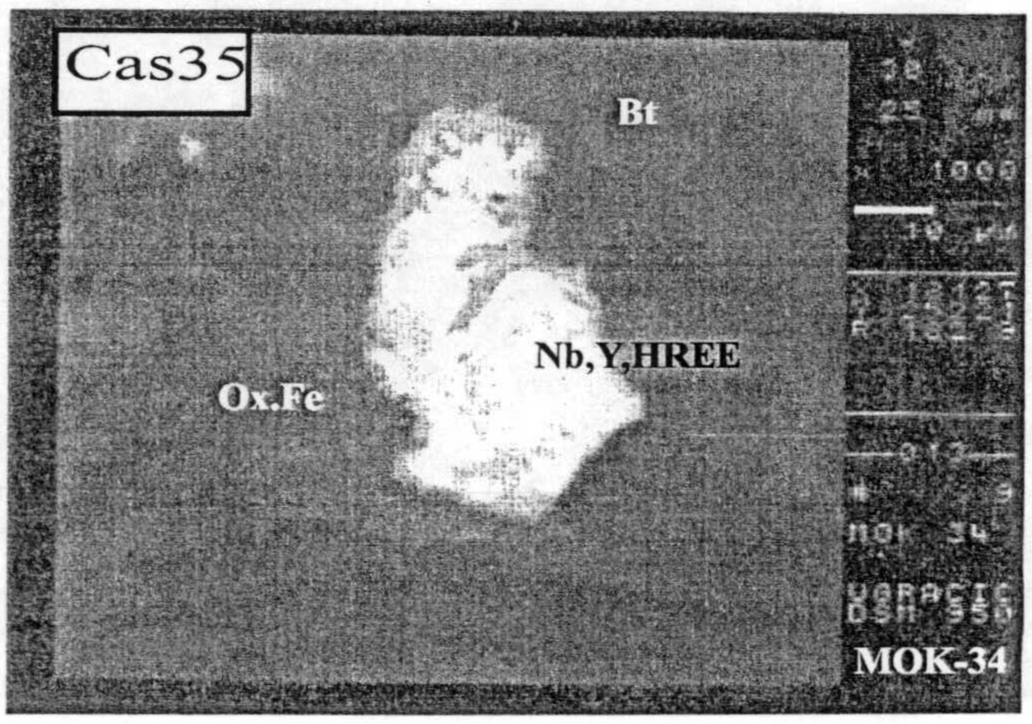
Fotos Cas 1-36. Imágenes de SEM del granito del Castillo. V

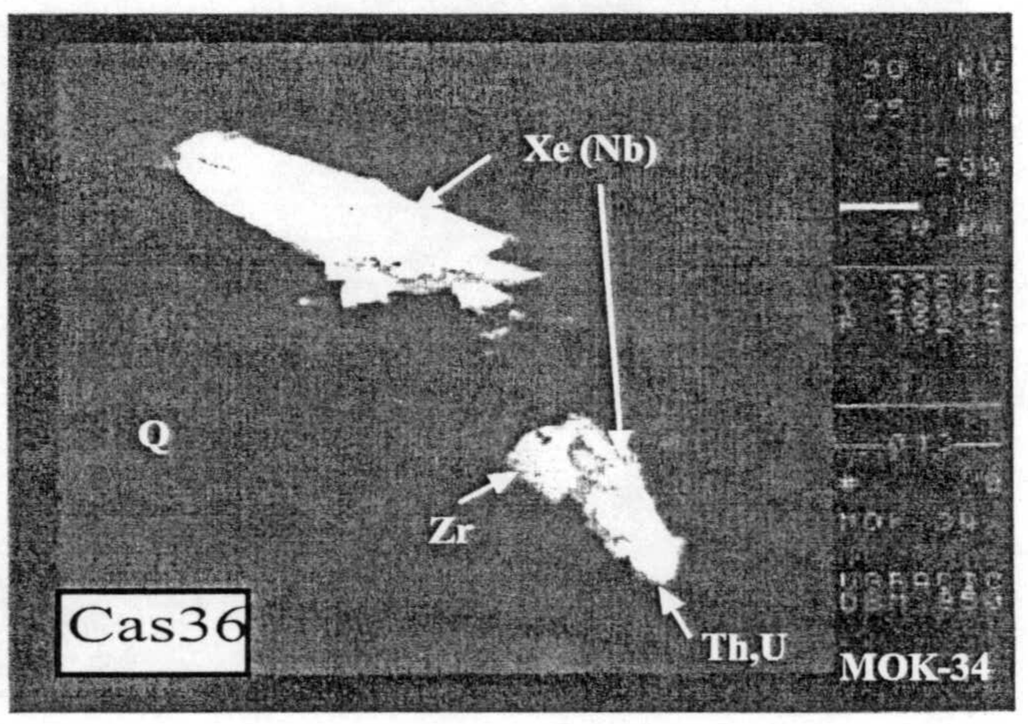












Fotos Cas 1-36. Imágenes de SEM del granito del Castillo. VI

VI- Complejo plutónico de Santa Olalla.

VI.1- Relaciones de campo.

El Complejo plutónico de Santa Olalla se sitúa geográficamente al NE de la provincia de Huelva, al N de la localidad que le da el nombre. Ocupa la parte central izquierda de la hoja nº 918 (Santa Olalla del Cala) del Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000, y la parte central derecha de la hoja nº 919 (Almadén de la Plata).

El Complejo está intruido en los materiales vulcanosedimentarios que forman la Unidad de Arroyomolinos y presenta una geometría bastante irregular (Mapa 3). Está formado por dos plutones: el Plutón principal de Santa Olalla y el stock de Aguablanca. El Plutón principal tiene una forma subcircular alargada con un diámetro máximo de 7 km y, hacia el NO y el O, se estrecha formando dos apéndices de unos 3.5 km de largo. Al NE, SO y E limita con materiales de edad Cámbrico inferior, al NO con materiales de edad Rifeense y por el S se pone en contacto, mediante la falla de Zufre, con pizarras del Devónico- Carbonífero inferior. En el apéndice del O está en contacto, mediante dos fallas, con el stock de Teuler. El stock de Aguablanca se sitúa al N del Plutón principal, tiene forma redondeada, con un diámetro máximo de 1.2 km y está en contacto con materiales de edad Rifeense superior- Cámbrico inferior.

En el Plutón principal de Santa Olalla se encuentran varias facies dioríticas a granodioríticas, con contactos transicionales entre sí (Casquet, 1980; Eguíluz, 1987 y Eguíluz *et al.*, 1989). La facies dominante está compuesta por tonalitas que, asociadas a granodioritas, ocupan la parte central del plutón. Las zonas más externas están formadas por facies dioríticas y cuarzodioríticas. Además, se encuentra una facies granítica, localmente aplítica, que forma pequeños cuerpos independientes, tanto dentro de las tonalitas, como en las zonas de borde o intruidas en el encajante.

El stock de Aguablanca es un pequeño cuerpo zonado de rocas máficas (2 km^2) formado por websteritas, noritas, gabronoritas y dioritas biotítico-anfibólicas (Casquet, 1980; Casquet *et al.*, 1998).

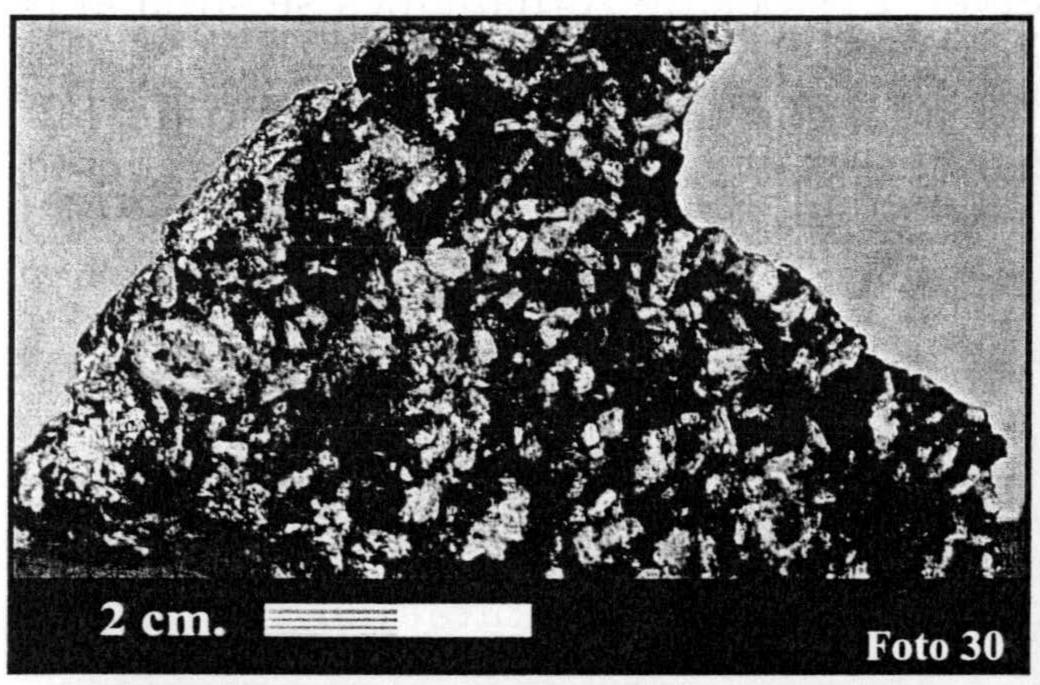
Las tonalitas, petrográficamente, son rocas mesocráticas, heterogranulares, de tamaño de grano medio o grueso y con una foliación magmática definida por la orientación de los minerales máficos y las plagioclasas. En muestra de mano aparecen compuestas por cristales

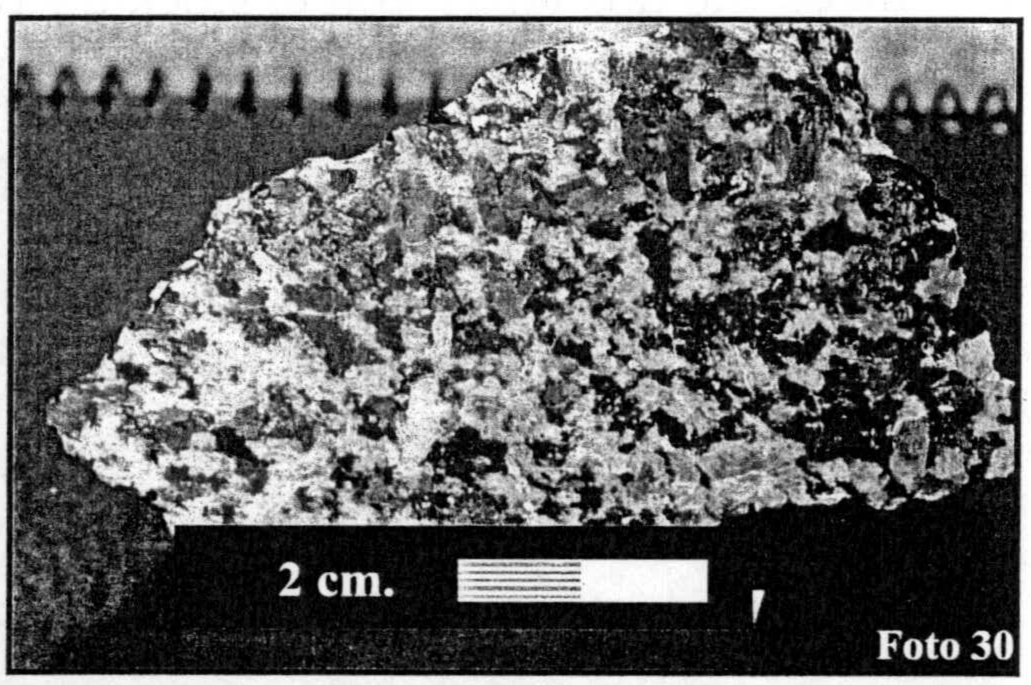
allotriomórficos de cuarzo, biotita y anfíbol, y abundantes cristales idiomórficos y subidiomórficos de plagioclasa (Foto 30). Localmente tienen cantidades accesorias de granate, sulfuros y esfena.

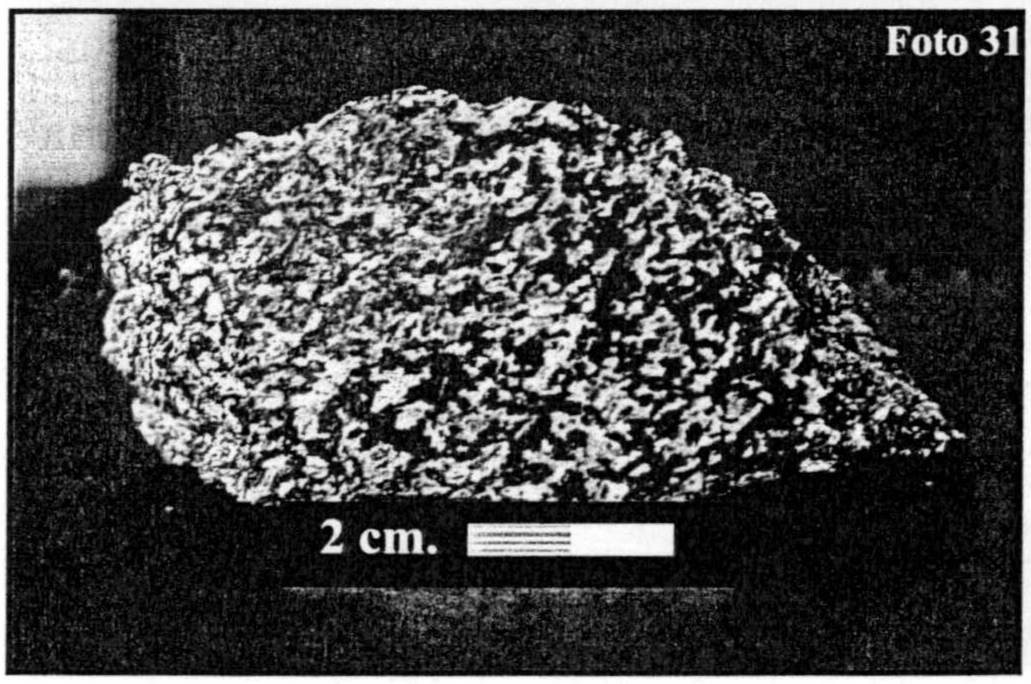
Esta facies tiene enclaves micáceos alargados con la misma orientación que los minerales oscuros de la tonalita. También se han observado segregaciones de cuarzo, de 1-2 cm, orientadas (N40E). Además, hay enclaves microgranudos melanocráticos, caracterizados por la ausencia de cuarzo.

Las dioritas y cuarzodioritas son rocas también mesocráticas, de grano medio y formadas por cristales allotriomórficos de anfíbol, plagioclasa, biotita, cuarzo y piroxeno (Foto 31).

La facies granítica está formada por rocas leucocráticas, de tamaño de grano fino a medio. Los minerales que se reconocen son cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, biotita y acumulaciones de biotita-anfíbol-piroxeno, muy alteradas en algunos casos (Foto 32).







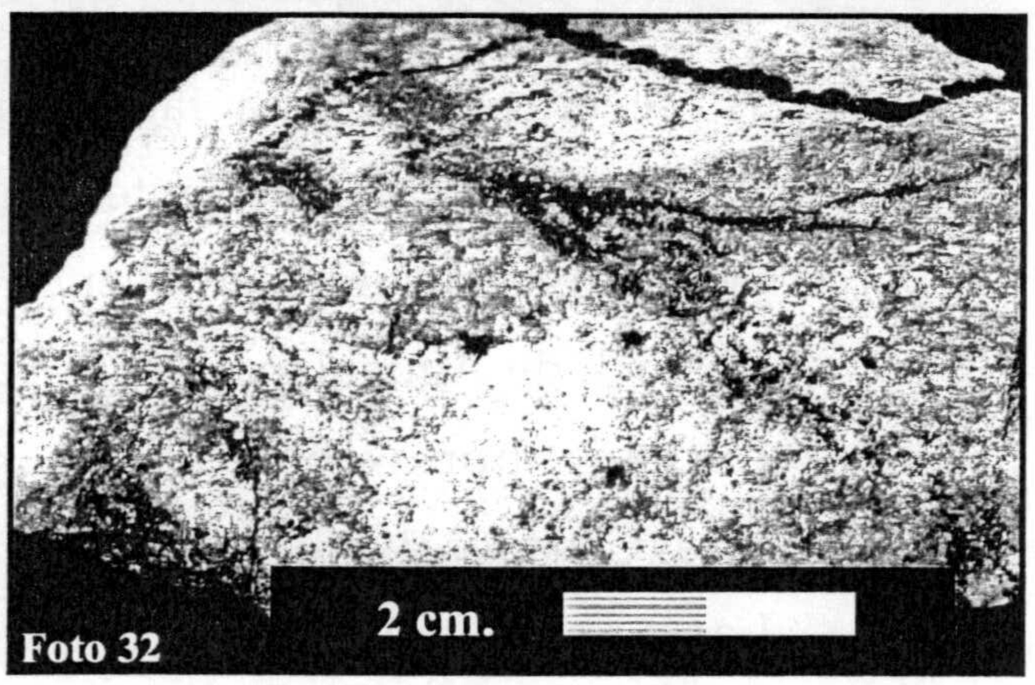


Foto 30.- Aspecto macroscópico de la tonalita de Santa Olalla más o menos leucocrática.
Foto 31.- Aspecto macroscópico de la diorita del Complejo plutónico de Santa Olalla.
Foto 32.- Aspecto macroscópico de la facies granítica del Complejo plutónico de Santa Olalla.

Desde el punto de vista de la estructura, Eguíluz *et al.* (1989) describió que en las tonalitas domina una foliación magmática horizontal con buzamientos bajos; las dioritas tienen una foliación magmática verticalizada y en los gabros, del stock de Aguablanca, hay una disposición circular de la foliación. En general no se ha visto deformación tectónica.

Se ha observado que el Plutón principal de Santa Olalla produce un metamorfismo de contacto cuyo resultado es una aureola, de unos 2 km de anchura, con un grado de metamorfismo que va desde la facies esquistos verdes hasta corneanas piroxénicas (Eguíluz *et al.*, 1989; Casquet *et al.*, 1998), y llega a producirse migmatización y fusión parcial del encajante. Este cuerpo también lleva asociado un gran desarrollo de zonas de skarn Fe-Ca (minas de Cala), con magnetita, hematites, limonita y sulfuros de Cu.

En el Complejo plutónico de Santa Olalla, Casquet *et al.* (1998) dataron, mediante el método Rb-Sr en roca total, las rocas ígneas de la secuencia principal, que incluyen las facies principales del complejo menos los cumulados del stock de Aguablanca, y obtuvieron una edad de 354±17 Ma ($^{87}Sr/^{86}Sr_{init}$ =0.7093328±0.000194, con MSWD=18.2). En este trabajo hemos datado, mediante cristal único de circón, las tonalitas de la facies principal, y el resultado es una edad de 332±3 Ma (ver apartado VI.5.2), ligeramente más joven que los datos de dichos autores.

VI.2- Petrografía.

Tonalitas:

Rocas de composición tonalítica (Fig. 2) forman la mayor parte del Complejo. Se trata de rocas holocristalinas, heterogranulares, de grano medio a grueso y texturas hipidiomórficas. Como minerales mayoritarios presentan, en orden decreciente de abundancia, plagioclasa, cuarzo, biotita, anfíbol y, en muy poca proporción, feldespato potásico; como minerales accesorios hay apatito, circón, epidota, allanita, monacita, ilmenita, sulfuros de Fe y Cu y óxidos de Fe.

Minerales esenciales y varietales:

Cuarzo: aparece como cristales allotriomórficos cuyo tamaño de

grano va de fino a medio-grueso (∅ ≈ ‹0.2-6 mm). Tienen algunos bordes suturados, más raramente rectos, y suelen mostrar extinción ondulante. Presentan inclusiones de apatito, circón, biotita, anfíbol y plagioclasa. En algunos casos se ha observado cuarzo recristalizado, pero es poco abundante.

Feldespato potásico: es un mineral muy escaso, apenas se han observado algunos cristales allotriomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 6 mm de largo, generalmente con micropertitas. Localmente tienen una textura poiquilítica, con numerosas inclusiones de biotita y plagioclasa.

Plagioclasa: los cristales de este mineral son subidiomórficos, con los contornos algo irregulares y tienen diferentes tamaños de grano, desde fino a grueso (∅ ≈ 0.25-6 mm de largo). La mayoría presentan un maclado fino e irregular según la ley de la Albita. También hay cristales con zonado oscilatorio, y se han observado ejemplares con zonados difusos y maclas a la vez.

Tienen una composición An_{22-58} (Fig. 62). Los cristales con zonados directos difusos poseen unos bordes con An_{23-37} y núcleos con An_{29-47}. Los individuos con zonado oscilatorio muestran unos bordes con menor contenido en anortita (An_{22-38}) que el núcleo y la parte media (An_{24-58}) (Tabla 34).

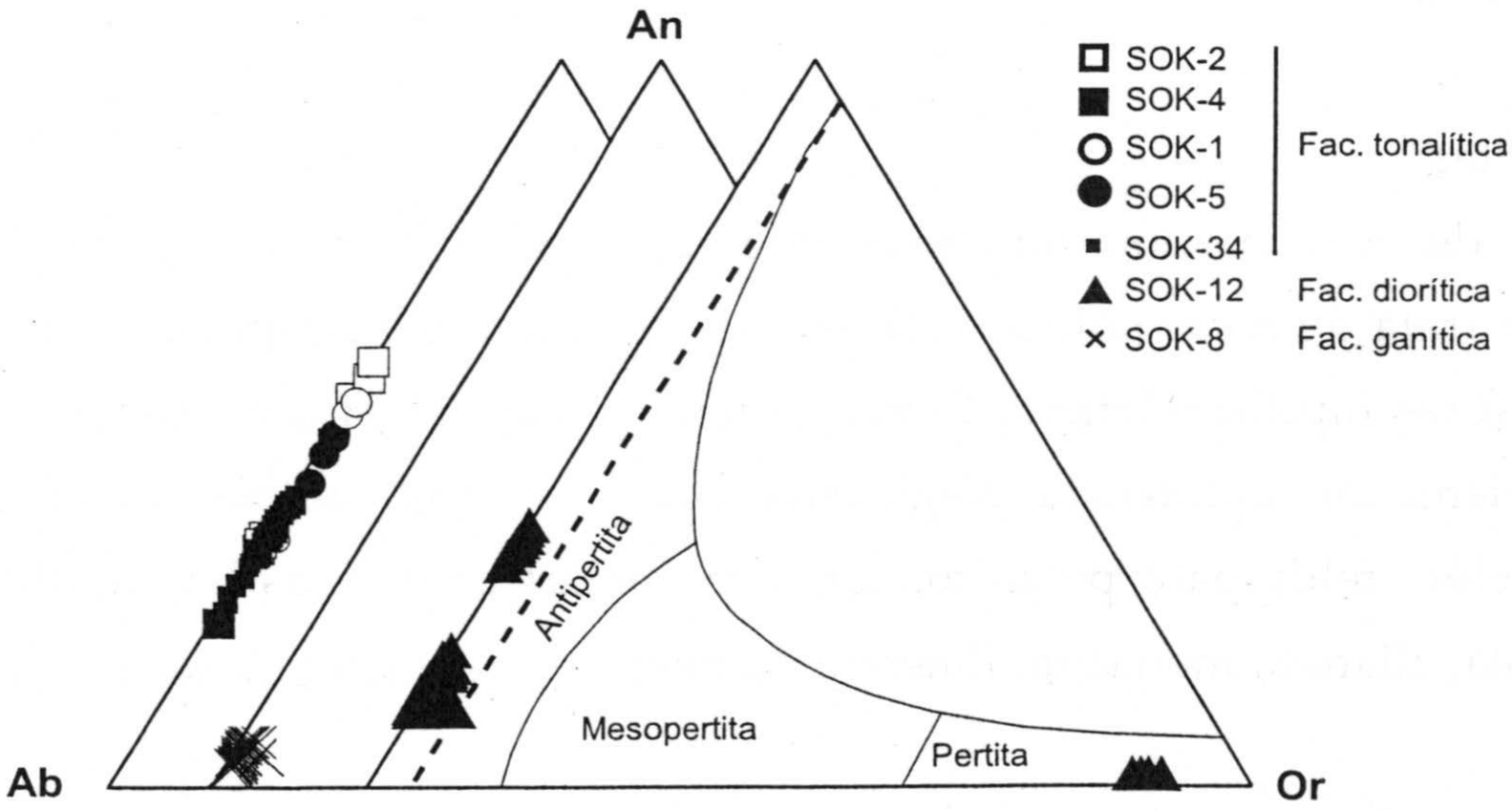


Fig. 62.- Proyección de los feldespatos de las muestras del Complejo plutónico de Santa Olalla.

Los cristales de plagioclasa presentan inclusiones de cuarzo, apatito y biotita. En su parte central suelen estar alterados a saussurita y moscovita. Algunas de las grietas que tienen están rellenas de cuarzo recristalizado, carbonatos y clorita.

Biotita: aparece en placas xenomórficas, de tamaños variables (∅ ≈ 0.3-5 mm) y muy pleocróicas, de marrón rojizo a marrón claro.

Composicionalmente, se trata de biotitas magnesianas y poco aluminosas, caracterizadas por tener valores de Fe/Fe+Mg entre 0.40 y 0.46 y de ^{IV}Al entre 1.13 y 1.27 (Fig. 63, Tabla 35).

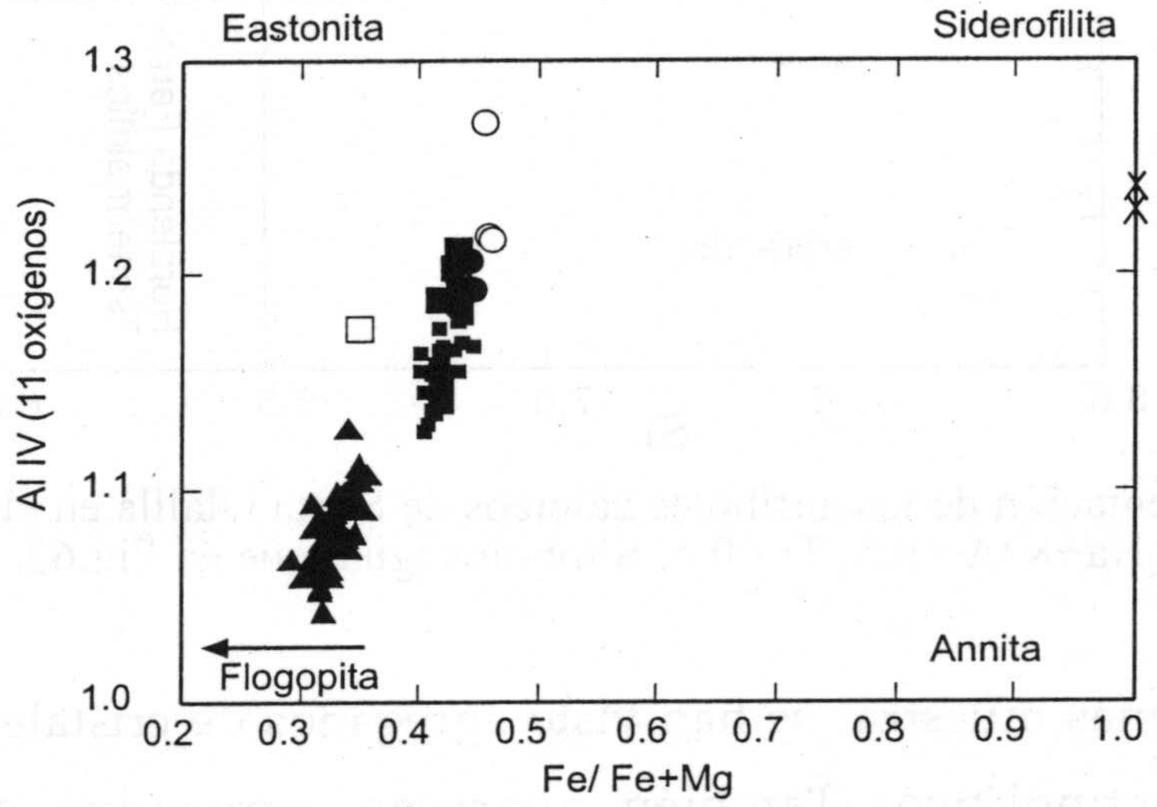


Fig. 63.- Proyección de las biotitas del Complejo plutónico de Santa Olalla en el plano composicional de las biotitas. Símbolos igual que en Fig.62.

Presentan inclusiones de apatito, circón, plagioclasa, cuarzo, minerales opacos y, a veces, anfíbol. Hay epidota secundaria en los planos de exfoliación de la biotita y también esta epidota y otros minerales de su grupo, junto con clorita, aparecen alterando los bordes de los cristales.

Existe una generación posterior de biotita, en los bordes de los anfíboles, derivada de la transformación de estos.

Anfíbol: este mineral aparece con diferentes hábitos: (1) en cristales allotriomórficos, con los contornos irregulares y de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 2 mm y (2) en cristales subidiomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.4 mm; estos últimos están incluidos en la biotita. Todos los cristales tienen un pleocroismo de verde a marrón claro y algunos están

zonados, con la parte central más oscura.

Se trata de un anfíbol cálcico y los cristales que están zonados tienen una composición más magnésica en la periferia (Tabla 36). En la figura 64 se observa que todos se clasifican como Mg-Horblenda.

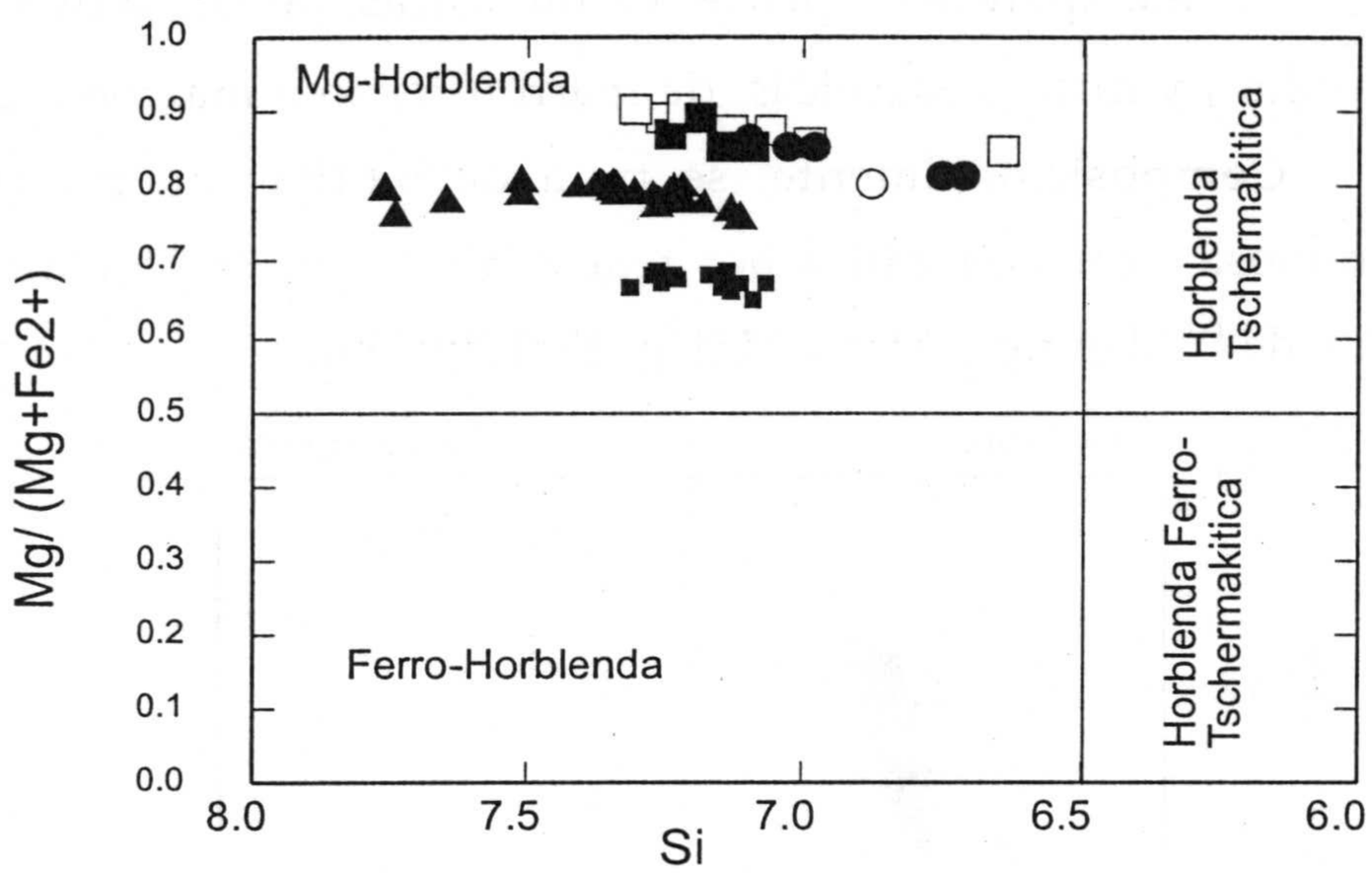


Fig. 64.- Representación de los anfíboles cálcicos de Santa Olallla en el diagrama A de Leake, 1978. (Na+K)A ‹ 0.5, Ti ‹ 0.5. Símbolos igual que en Fig.62.

En algunas muestras se han visto agregados de cristales alargados de anfíbol actinolítico. También aparecen agregados de anfíbol, plagioclasa, relictos de piroxeno y minerales opacos rodeados de una corona de cristales de mayor tamaño de anfíbol y biotita (Foto 33). En general, todos estos cristales de anfíbol tienen inclusiones de cuarzo, plagioclasa, biotita y epidota, y están alterados a clorita, epidota secundaria y zoisita.

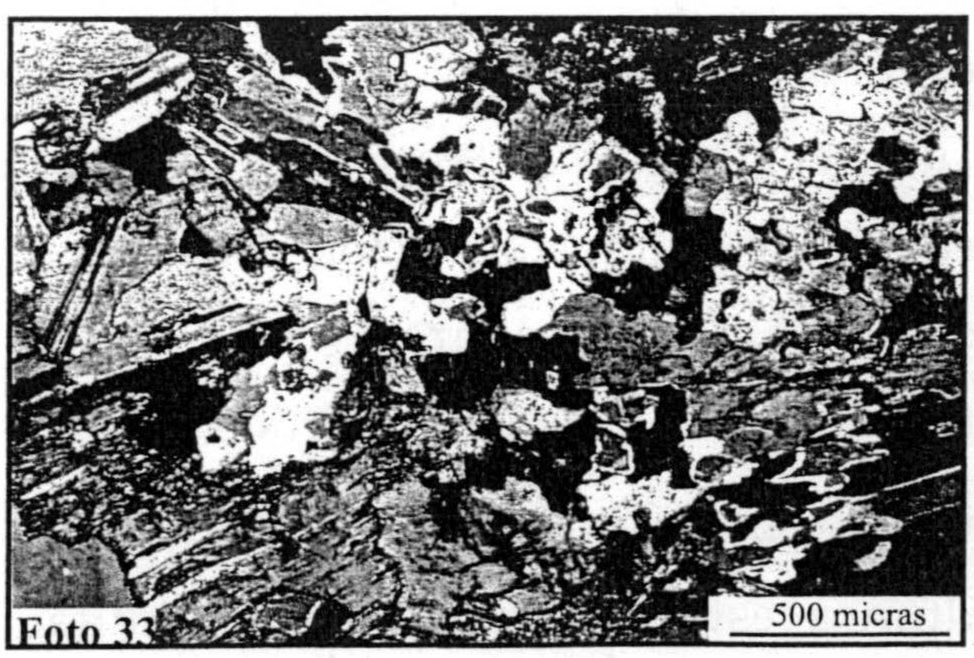


Foto 33.- Foto de un sector formado por cristales de biotitas y anfíbol rodeados por una corona de biotita y anfíbol de mayor tamaño (nicoles cruzados).

Minerales accesorios:

El contenido de minerales accesorios de la tonalita de Santa Olalla es bastante escaso. Se han identificado los siguientes:

Apatito: se trata de cristales idiomórficos a subidiomórficos y destaca, en estas muestras, su tamaño, ya que llegan a tener hasta 1 mm de largo (diámetro aparente). En el SEM se ha observado que algunos cristales están relacionados con monacita (Foto SO4). En general, aparecen incluidos en biotita y plagioclasa.

Circón: se presenta en cristales idiomórficos a subidiomórficos (Fotos SO1, 6 y 9), de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 500 micras. Algunos ejemplares están fracturados (Foto SO10) y suelen tener los bordes redondeados. En el SEM se distinguen partes del cristal que están enriquecidas en Th, P y Ca. Los circones aparecen de manera intersticial y también incluidos en biotita y anfíbol.

Epidota: es un mineral poco abundante. Aparece como fragmentos subredondeados, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.25 mm. Están incluidos en los diferentes minerales mayoritarios, pero también se observan en posición intersticial.

Allanita: se presenta en cristales idiomórficos, o fragmentos de los mismos, tienen un tamaño pequeño ($\varnothing_{máx.} \approx$ 20 micras) y están zonados (Foto SO5). Se han observado agregados de allanita, monacita y, en algunos casos, apatito. También hay allanita secundaria rellenando pequeñas fracturas (Foto SO5).

Monacita: aparece en cristales subidiomórficos, con algunos bordes corroídos y con un tamaño entre $\varnothing \approx$ 3-100 micras de largo. En ocasiones, estos cristales están enriquecidos en Th. Suelen observarse incluidos en anfíbol y biotita junto con otros minerales accesorios (Fotos SO3, 5, 7 y 9). En la Foto SO4 aparece la variedad cheralita, asociada a apatito y rodeada por ilmenita. En algunos casos hay monacita secundaria rellenando grietas (Foto SO2).

Ilmenita rica en Mn: aparece como cristales subidiomórficos a allotriomórficos, de un tamaño entre $\varnothing \approx$ 50-300 micras. Se han observado tanto de forma intersticial, como incluidos en los minerales

mayoritarios.

Sulfuros: en el SEM se han detectado pirita, clacopirita y esfalerita. Aparecen en cristales subidiomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300 micras. En ocasiones se observan cristales rodeados por una corona de óxidos (Foto SO8).

Óxidos de Fe: se presentan en cristales idiomórficos a subidiomórficos, de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300-400 micras. Como ya hemos visto, a veces, aparecen rodeando a los sulfuros, pero también hay cristales independientes o incluidos en otros minerales.

Facies diorítica y cuarzodiorítica:

Esta facies se clasifica petrográficamente como monzodiorita (Fig. 2). Texturalmente es una roca holocristalina, heterogranular, con tamaño de grano fino a medio, y panallotriomórfica. Los minerales mayoritarios son plagioclasa, biotita, anfíbol, piroxeno, cuarzo y feldespato potásico; los minerales accesorios son circón, epidota, titanita, torita y óxidos de Fe.

Minerales esenciales y varietales:

Cuarzo: es un mineral muy escaso y se han identificado tres variedades: (1) cristales allotriomórficos, con los bordes irregulares, de tamaño de grano fino ($\varnothing_{máx.} \approx$ 0.5 mm), (2) cristales allotriomórficos, muy redondeados, de tamaño $\varnothing <$ 0.4 mm y (3) cuarzo recristalizado. La primera variedad consiste en cristales individuales con extinción ondulante. El cuarzo de tamaño más fino tiene extinción neta y aparece incluido en el resto de los minerales mayoritarios. Finalmente, el cuarzo recristalizado es muy escaso y forma pequeñas acumulaciones en posición intergranular.

Feldespato potásico: también es un mineral muy escaso, aparece como cristales allotriomórficos, de tamaño de grano medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 1 mm). Tienen maclas en enrejado típicas de la microclina y localmente también se aprecian maclas de Carlsbad. Hay ejemplares que presentan pertitas de reemplazamiento.

Solo se han analizado cristales sin pertitas y composicionalmente

se caracterizan por tener un porcentaje de ortosa Or_{87-90} (Tabla 37, Fig. 62).

Plagioclasa: aparece en cristales allotriomórficos, con bordes irregulares y de tamaño de grano medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 5 mm), aunque algunos individuos están fracturados. Muchos están maclados según la ley de la Albita. Hay ejemplares con zonados oscilatorios poco nítidos y se observan algunos cristales zonados que también presentan maclas.

Composicionalmente, los cristales no zonados se caracterizan por unos contenidos de An_{10-17}. Los que están zonados tienen bordes con An_{9-29} y núcleos con An_{10-33} (Tabla 34, Fig. 62).

Las inclusiones son de epidota, biotita, piroxeno, anfíbol, cuarzo y otras plagioclasas de menor tamaño y redondeadas. Los cristales de plagioclasa están principalmente alterados a saussurita.

Biotita: este mineral se presenta como placas xenomórficas, con los bordes muy irregulares. Tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 2.5 mm de largo y un pleocroismo marrón-rojizo, con una leve extinción ondulante.

Estas biotitas se caracterizan por tener un contenido en Fe/Fe+Mg que oscila entre 0.29 y 0.36, y un valor de ^{IV}Al que varía entre 1.05 y 1.13 (Fig. 63 y Tabla 35).

Presentan inclusiones de plagioclasa, circón, titanita, minerales opacos y epidota primaria. Como minerales secundarios se han observado clorita y epidota siguiendo los planos de exfoliación.

Anfíbol: se presenta en cristales allotriomórficos, de tamaño de grano medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 3 mm de largo) y con un pleocroismo, en tonos verdes, muy marcado.

Composicionalmente se clasifican como Mg-Horblenda (Fig. 64), con unos contenidos muy variables de Si, entre 7.11 y 7.76 y una relación Mg/Mg+Fe que oscila entre 0.75 y 0.8 (Tabla 36).

Tienen pequeños cristales de biotita, epidota, titanita y minerales opacos incluidos. Los minerales secundarios a los que se altera, el anfíbol, son clorita, epidota y zoisita.

Piroxeno: la mayoría es clinopiroxeno. Aparece en cristales subidiomórficos a allotriomórficos, con los bordes irregulares y tienen

un tamaño de grano medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 2 mm). Presentan un ligero tono verde claro, pero sin pleocroismo.

Se han proyectado los análisis en el diagrama Q-J, de clasificación de piroxenos de Morimoto (1989), y todos se encuentran en el campo Quad, es decir son piroxenos de Ca-Mg-Fe (Fig. 65a, Tabla 38). En el diagrama Wo-Fs-En, de este mismo autor (Fig. 65b), se sitúan en el campo del diopsido.

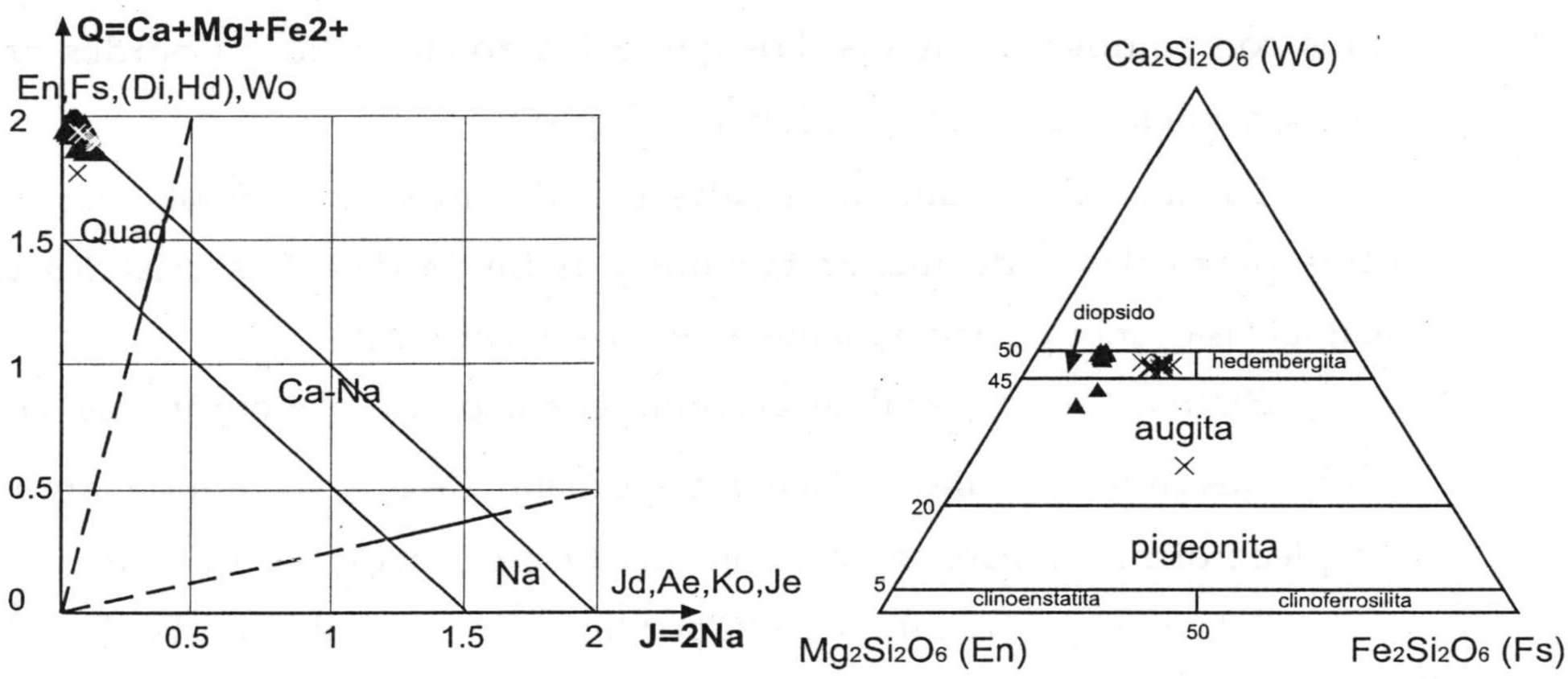


Fig. 65.- Proyección de los piroxenos de Santa Olalla en los diagramas de Morimoto (1989). Símbolos igual que en Fig.62.

Las inclusiones que tienen son de titanita, biotita, circón, epidota y apatito y suelen transformarse a anfíbol en los bordes.

Minerales accesorios:

Circón: tanto la abundancia de los cristales, como su tamaño, es mucho menor que en las tonalitas. Aparece en forma de cristales subidiomórficos, con los bordes redondeados, aunque, en muchos casos, están fragmentados. Tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 200 micras. Están incluidos en los minerales mayoritarios, pero también se observan en posición intersticial (Foto SO11).

Epidota: este mineral se presenta como cristales subidiomórficos, con los bordes corroídos. Tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300 micras y, en ocasiones, están muy fragmentados. Suelen estar incluidos en los

minerales mayoritarios, como anfíbol y biotita.

Titanita: aparece tanto en cristales subidiomórficos, de hasta 0.7 mm de largo, como en fragmentos, y, en ambos casos, los bordes están muy redondeados. Lo más habitual es encontrarlos incluidos en anfíbol y, más raramente, en biotita.

Óxidos de Fe: se observan como cristales subidiomórficos, con algún borde anguloso y tienen un tamaño de grano fino ($\varnothing_{máx.} \approx$ 300 micras). Suelen estar incluidos en biotita, anfíbol y epidota. Presentan inclusiones de Cu y, a veces, están rodeados por óxidos de Fe secundarios (Foto SO12).

Torita: se presenta como cristales subidiomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 30 micras. Aparecen de forma intersticial y también incluidos en los minerales mayoritarios (Fotos SO11 y 13).

Facies granítica:

Esta facies proyecta, en el diagrama QAPF de clasificación petrográfica (Fig. 2), como monzodiorita cuarcítica, muy cerca del límite con las granodioritas. La roca tiene una textura holocristalina, heterogranular, de grano fino a medio y panallotriomórfica. Los minerales mayoritarios son cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y muy pocos minerales melanocráticos; los minerales accesorios son apatito, circón, titanita, epidota, allanita y óxidos de Fe.

Minerales esenciales y varietales:

Cuarzo: se observan dos tipos de cristales: (1) allotriomórficos, de tamaño de grano medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 2 mm) y (2) también allotriomórficos, con los bordes redondeados y de tamaño muy fino ($\varnothing_{máx.} \approx$300 micras). Los cristales de tamaño medio presentan extinción ondulante y los bordes suturados. Algunos individuos puede considerarse que tienen una textura poiquilítica, con abundantes inclusiones de plagioclasa, circón y titanita. Los cristales de tamaño muy fino tienen extinción neta y aparecen incluidos en feldespato potásico y plagioclasa.

Feldespato potásico: los cristales son allotriomórficos, de tamaño

de grano medio, por lo general entre ∅ ≈ 2-3 mm de largo, aunque hay algún cristal de 5 mm. Unos no presentan maclado y otros tienen la macla en enrejado típica de la microclina. También se han observado individuos con pertitas de reemplazamiento casi total. Cuando tienen inclusiones estas son de cuarzo. Normalmente los cristales de feldespato no están muy alterados, solo se distingue algo de sericita ligada a los bordes.

Plagioclasa: la mayoría son cristales allotriomórficos, con los bordes irregulares y fracturas, aunque hay algunos subidiomórficos. El tamaño de grano varía desde fino hasta grueso (∅ ≈ 0.1-6 mm). Hay cristales con un maclado según la ley de la Albita. También se observan individuos con un ligero zonado oscilatorio y, en ocasiones, están zonados y también tienen el maclado polisintético.

Se han analizado principalmente ejemplares maclados y el rango composicional oscila entre An_{3-7} (Tabla 34, Fig. 62).

Presentan numerosas inclusiones de cuarzo, apatito, epidota, titanita y circón, llegando a tener, en ocasiones, una textura poiquilítica. Al igual que el feldespato potásico, las plagioclasas no están muy alteradas.

Los minerales melanocráticos: son poco abundantes y se acumulan en diferentes bandas distribuidas irregularmente. Están formadas por cristales allotriomórfico s de biotita, epidota, piroxeno y anfíbol. La biotita tiene un tamaño de grano fino a medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 2 mm) y está alterada a clorita; los análisis muestran una composición de ^{IV}Al de 1.24 y una relación Fe/Fe+Mg igual a uno (Tabla 35 y Fig. 63). Los cristales de epidota y piroxeno (clinopiroxeno y ortopiroxeno) están redondeados y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.8 mm. Se han analizado algunos cristales de piroxeno no alterados y todos proyectan en el campo Quad, dentro del diagrama Q-J (Fig. 65a, Tabla 38), y se clasifican como diópsido en el diagrama para piroxenos Ca-Fe-Mg (Fig. 65b).

El anfíbol es actinolita, en cristales aciculares, muy alterados a clorita y epidota secundaria. También hay horblenda con forma redondeada, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.5 mm.

Minerales accesorios:

Apatito: se presenta en cristales idiomórficos y subidiomórficos, con algunos bordes redondeados, y tienen un tamaño de grano muy fino ($\varnothing_{máx.} \approx$ 50 micras). Muchos ejemplares están fragmentados. Los cristales de apatito aparecen de forma intersticial y también incluidos en los diferentes minerales mayoritarios.

Circón: aparece como cristales idiomórficos y subidiomórficos, con los bordes redondeados. Tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.4 mm (Fotos SO14, 15, 16 y 17). Suelen presentarse en forma de agregados distribuidos entre los diferentes minerales mayoritarios y también incluidos en los mismos.

Epidota: aparece como cristales subidiomórficos, con los bordes corroídos y de un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300 micras. Están tanto de forma intersticial, como incluidos en plagioclasa.

Titanita: es un mineral muy abundante en esta roca. Se presenta como cristales idiomórficos a subidiomórficos, con los bordes redondeados. Tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 0.4 mm de largo. Algunos ejemplares tiene la parte interior enriquecida en LREE (Foto SO18) y también presentan inclusiones de uraninita. Al igual que el circón, forman agregados entre los distintos minerales. También aparecen incluidos en cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico.

Allanita: este mineral, aunque es poco abundante, se presenta como cristales subidiomórficos, con los bordes muy corroídos y oxidados y están ligeramente zonados. Tienen un tamaño $\varnothing \approx$ 250 micras. No presentan relaciones de inclusión con otros minerales, aparecen independientes.

Óxidos de Fe: pueden aparecer tanto en cristales subidiomórficos, de tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 1 mm, como en fragmentos de los mismos, con los bordes angulosos. Suelen estar oxidados y rodeados por epidota secundaria. Se han observado incluidos en clorita y plagioclasa (Foto SO16).

VI.3- Geoquímica.

VI.3.1- Elementos mayores.

Se han analizado un total de 13 muestras de las cuales 11 corresponden a la facies mayoritaria (tonalitas), 1 es una diorita (SOK-12) y 1 muestra pertenece a la facies granítica (SOK-8) (Tabla 39).

Las tonalitas se caracterizan principalmente por sus altos contenidos en CaO, unos valores similares de Na_2O y K_2O y un valor de ISA=0.9-1.1.

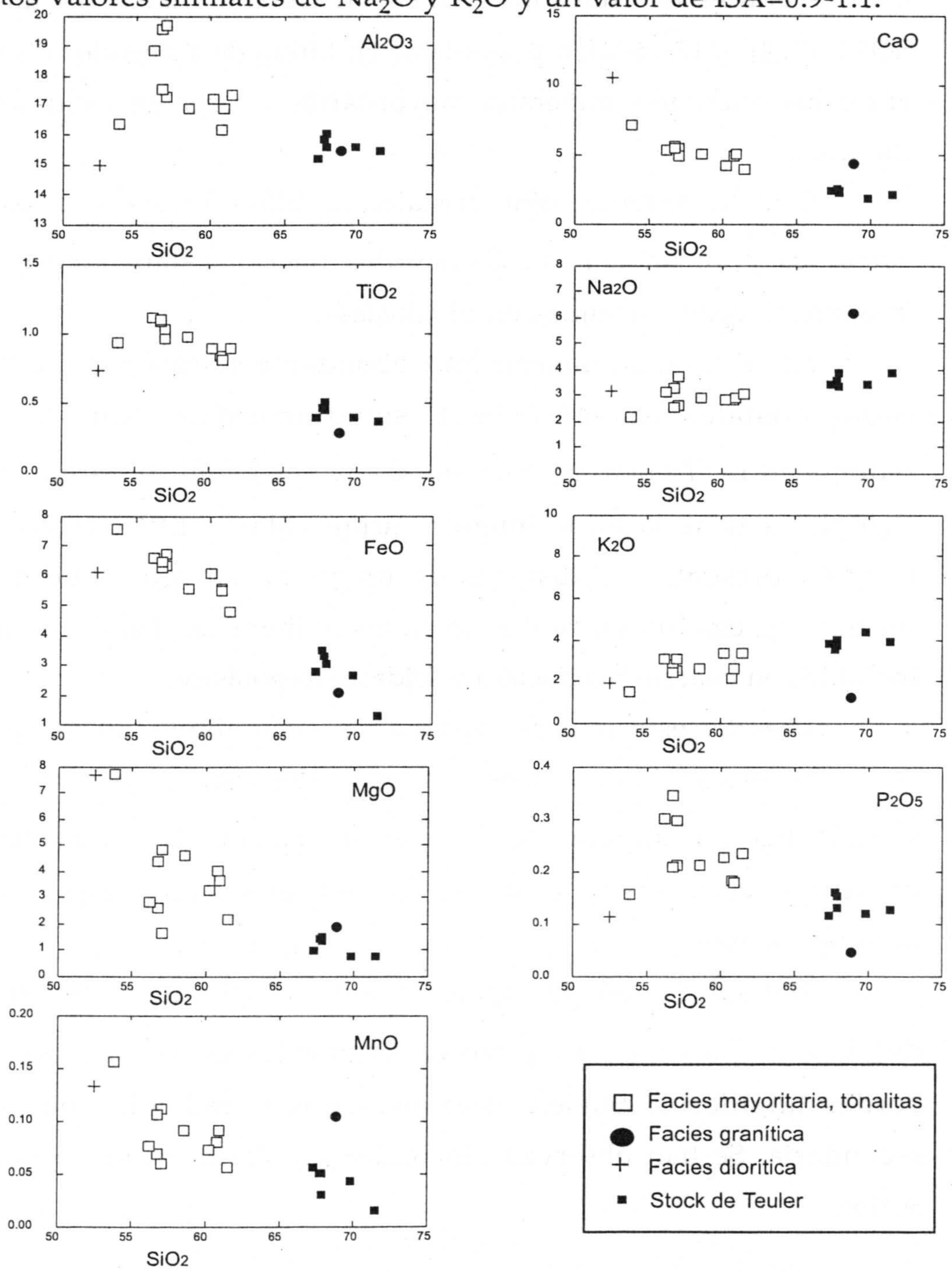
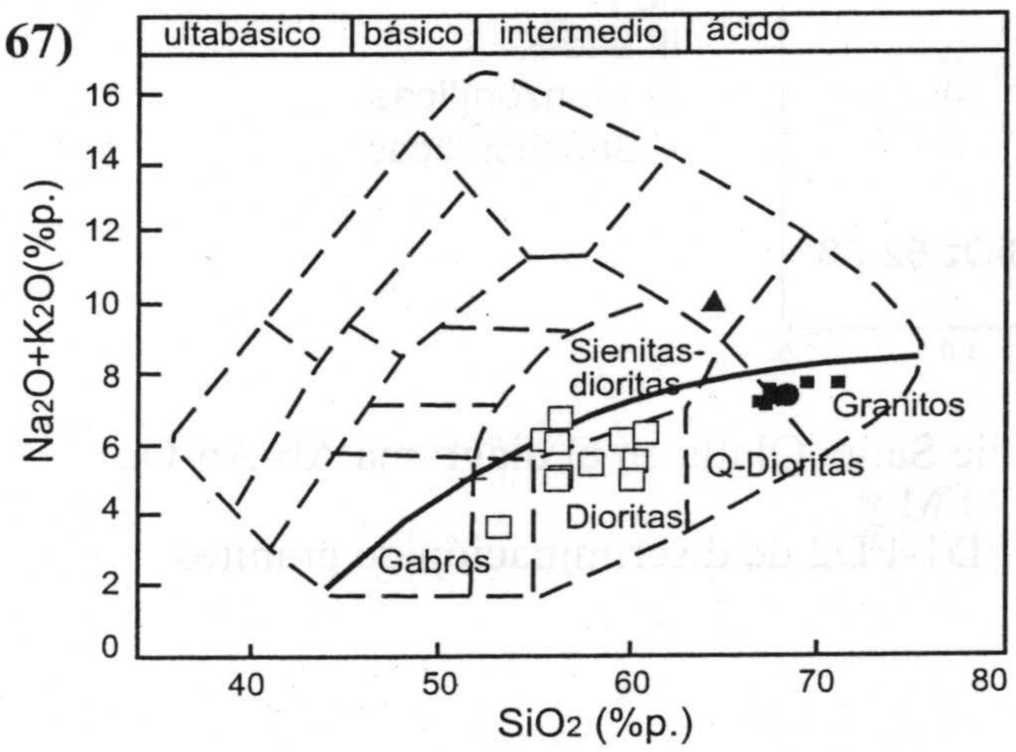


Fig. 66 a.- Diagramas de Harker para elementos mayores del C.P.S.O y Stock de Teuler.

La proyección en los diagramas de Harker para elementos mayores (Fig. 66a) muestra correlaciones positivas entre SiO_2 y Al_2O_3, K_2O, Na_2O y P_2O_5, y negativas para el resto de elementos. Las tonalitas presentan una doble tendencia: hay un grupo formado por las muestras SOK-31,32 y 33 (tomadas en la parte central del plutón), con más Al_2O_3, Na_2O y P_2O_5, y otro grupo formado por el resto de muestras (recogidas más al O).

En el diagrama TAS (Fig. 67) las muestras proyectan en el campo de rocas subalcalinas, más concretamente como dioritas.

En el diagrama A-B (Fig. 68) estas rocas se sitúan en campo de los granitoides peraluminosos (campo III, granitoides con biotita), muy cerca del límite con los granitoides metaluminosos.



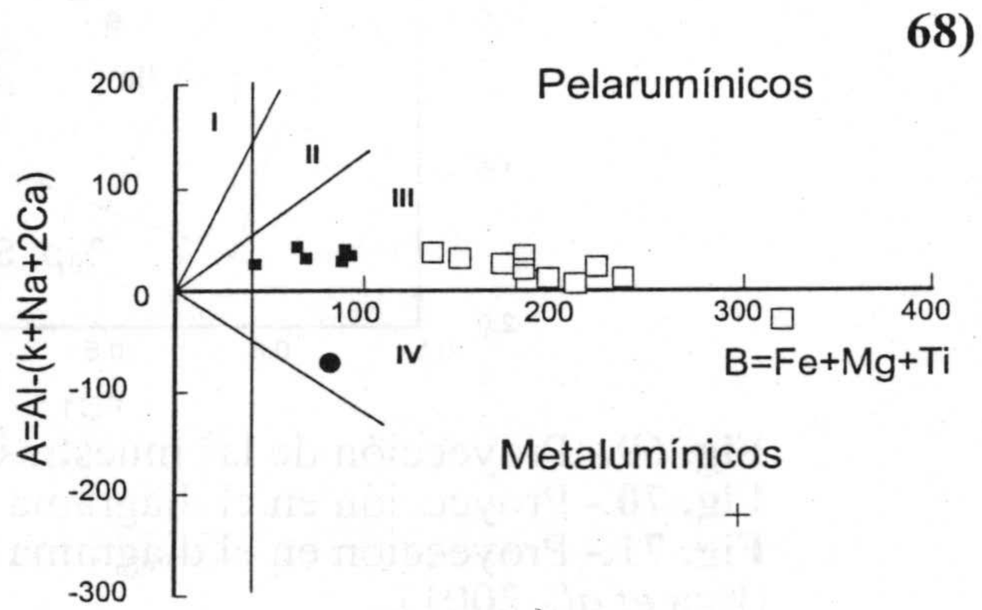
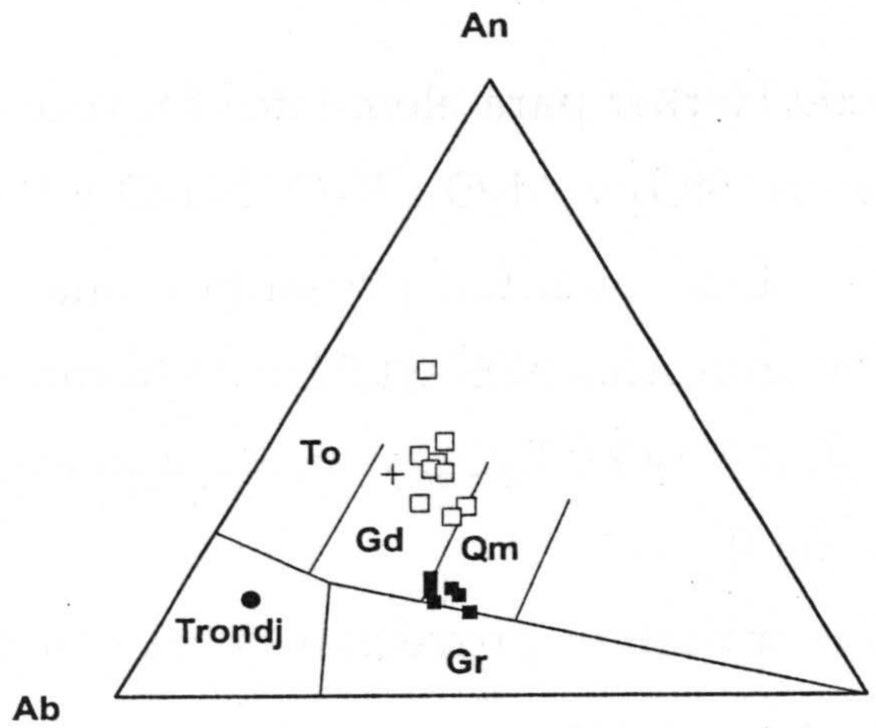
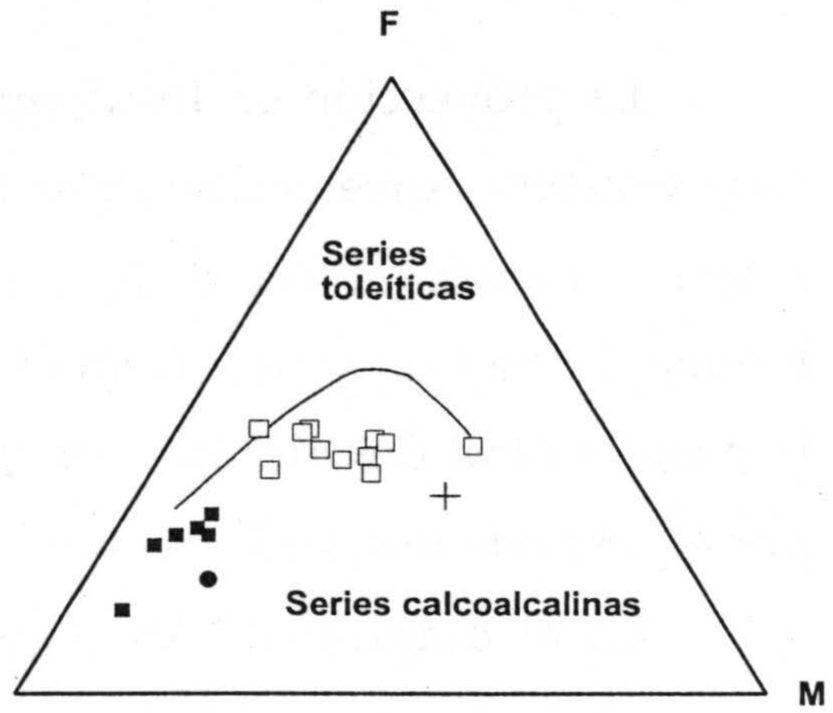


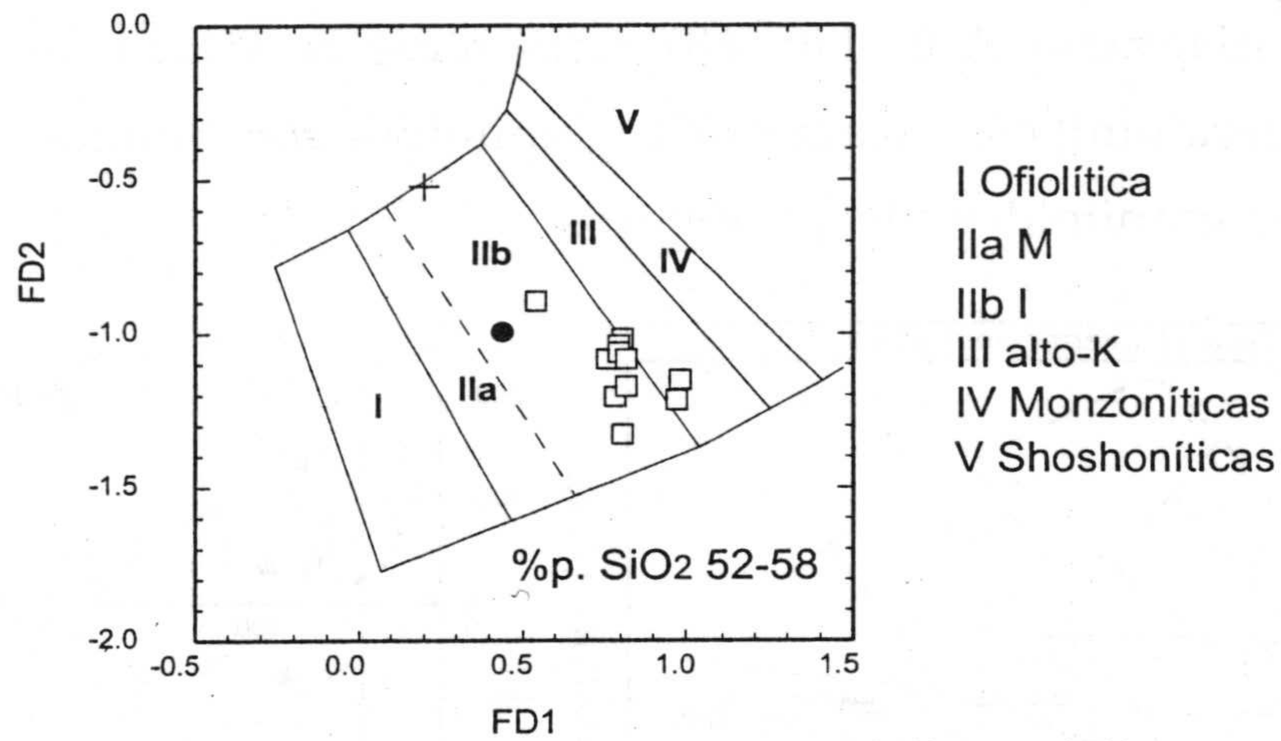
Fig. 67.- Proyección de las muestras de Santa Olalla en el diagrama TAS.
Fig. 68.- Proyección en el diagrama A/B.

Según el diagrama Ab-An-Or (Fig. 69) se clasifican como granodioritas aunque dos muestras están en el límite con las cuarzomonzonitas. El conjunto define una tendencia calcoalcalina (proyección en el diagrama AFM- Fig. 70) y, concretamente, se sitúan en el campo de las series de rocas calcoalcalinas de alto K (diagrama K_2O/SiO_2, Fig. 66a).

En la proyección en el diagrama de discriminación tipológica FD2-FD1, para %p. SiO_2 52-58, las muestras se sitúan entre los campos de granitos I y granitos de alto K (Fig. 71).







I Ofiolítica
IIa M
IIb I
III alto-K
IV Monzoníticas
V Shoshoníticas

Fig. 69.- Proyección de las muestras de Santa Olalla en el diagrama Ab-An-Or.
Fig. 70.- Proyección en el diagrama AFM y
Fig. 71.- Proyección en el diagrama FD1-FD2 de discriminación de granitos (Bea *et al.*, 2001).

Sobre las otras muestras seleccionadas, para el estudio del Complejo plutónico de Santa Olalla, hay que mencionar que la facies diorítica tiene altos valores de CaO, $Na_2O \rangle K_2O$ y un valor de ISA=0.6; la facies granítica también presenta altos contenidos en CaO, Na_2O y un ISA=0.8 (Tabla 39). En la proyección en los diagramas de Harker para elementos mayores (Fig. 66a) los análisis de la facies granítica, por un lado, y los de la diorita, por otro, se sitúan en cada uno de los extremos de la línea de correlación que marcan las tonalitas. De la proyección en el resto de diagramas discriminatorios lo más destacable es su clasificación dentro de las series de rocas calcoalcalinas (Fig. 70).

VI.3.2- Elementos traza.

La composición de elementos traza de la facies tonalítica se caracteriza por lo siguiente, si se compara con la media de la Corteza continental (Fig. 73 y Tablas 39 y 5):

Li: la concentración de este elemento es bastante alta, con unos valores que oscilan entre 21 y 40 ppm. Además, se observa una correlación positiva con la sílice. (Fig. 66b)

Rb, Cs y Tl: estas rocas muestran unos valores moderados en los tres elementos (Rb=41-148 ppm, Cs=1.8-7 ppm y Tl=0.2-0.5 ppm) y correlaciones positivas con SiO_2. En la Tabla 39 se puede ver que las relaciones calculadas de K/Rb (valor medio=217), Cs/Rb y Tl/Rb son bastante uniformes.

Be: este elemento tiene un contenido medio moderado (2.7 ppm) y también presenta una correlación positiva con la sílice.

Sr y Ba: los contenidos en ambos elementos son moderados a altos, especialmente en las muestras SOK-30-31-32 y 33 (zona central del Plutón principal de Santa Olalla). Así, Sr tiene unos valores entre 286 y 417 ppm y una correlación negativa con la sílice, y Ba oscila entre 464 y 1930 ppm y tiene una correlación positiva con SiO_2.

Sc, V, Cr, Ni, Cu y Zn: en estas rocas las concentraciones de estos elementos son variables, pero siempre con valores de moderados a altos. Sc presenta unos contenidos entre 13 y 26 ppm, V entre 95 y 166 ppm, Cr entre 43 y 258 ppm, Ni entre 22 y 119, Cu entre 6.6 y 53 y Zn entre 39 y 107 ppm. En todos los casos la correlación con SiO_2 es negativa.

Ga e Y: las concentraciones en ambos elementos son moderadas (Ga=22 ppm e Y=23 ppm) y los dos tienen correlaciones positivas con la sílice.

Nb y Ta: también en estos dos elementos las concentraciones son moderadas, los contenidos medios de Nb son 14 ppm y los de Ta 1 ppm. Ambos presentan una correlación positiva con la sílice.

Sn y Mo: en los dos elementos los contenidos son variables. Así, Sn oscila entre 0 y 6.3 ppm y Mo entre 0 y 0.5 ppm. Las correlaciones con SiO_2, aunque no son muy claras, parecen positivas.

Zr y Hf: al igual que ocurría con Ba, las concentraciones en estos dos elementos son variables, pero siempre de moderadas a altas, especialmente en las muestras recogidas en la zona central del plutón. La concentración de Zr oscila entre 103 y 585 ppm y la de Hf entre 4.03 y 16.1 ppm. Las correlaciones con la sílice son positivas y de nuevo se observan los dos grupos de muestras que se distinguían en los diagramas Harker para elementos mayores (Fig. 66b).

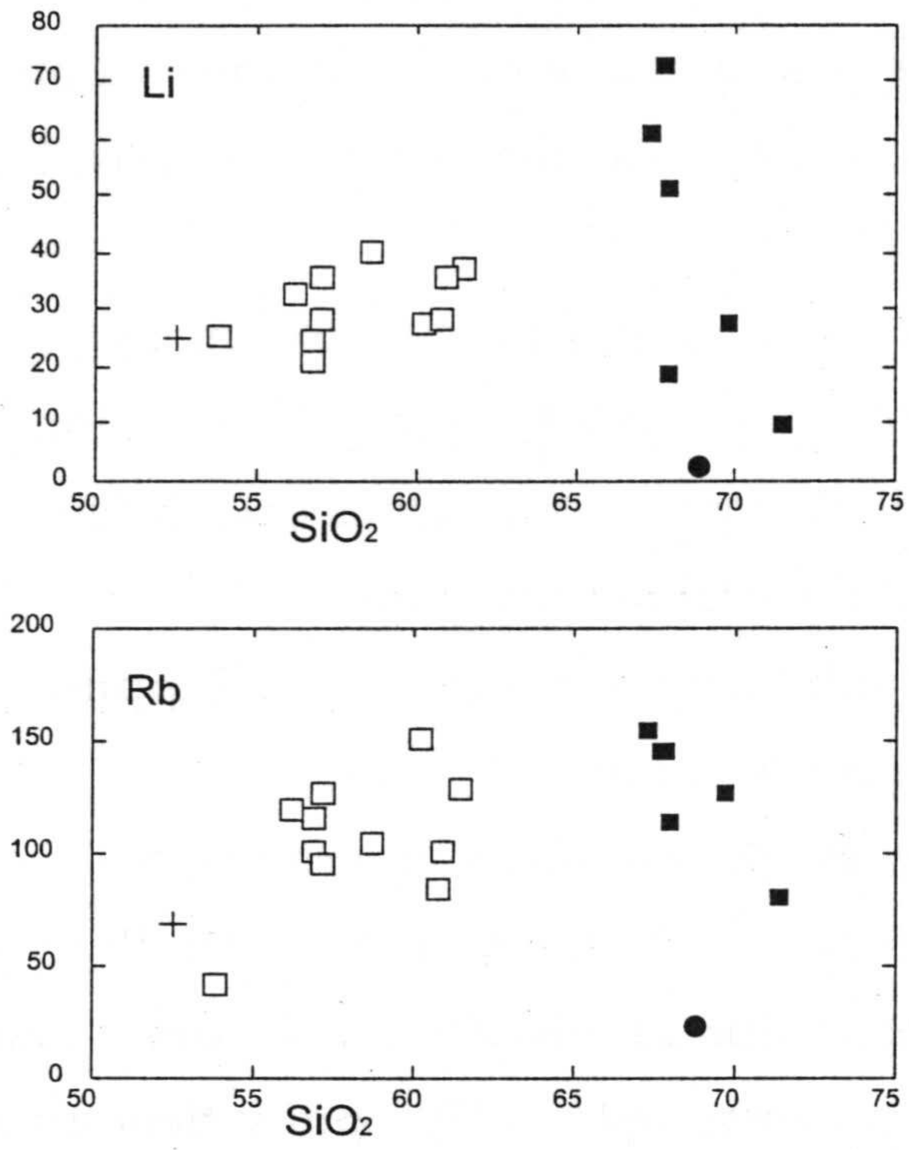
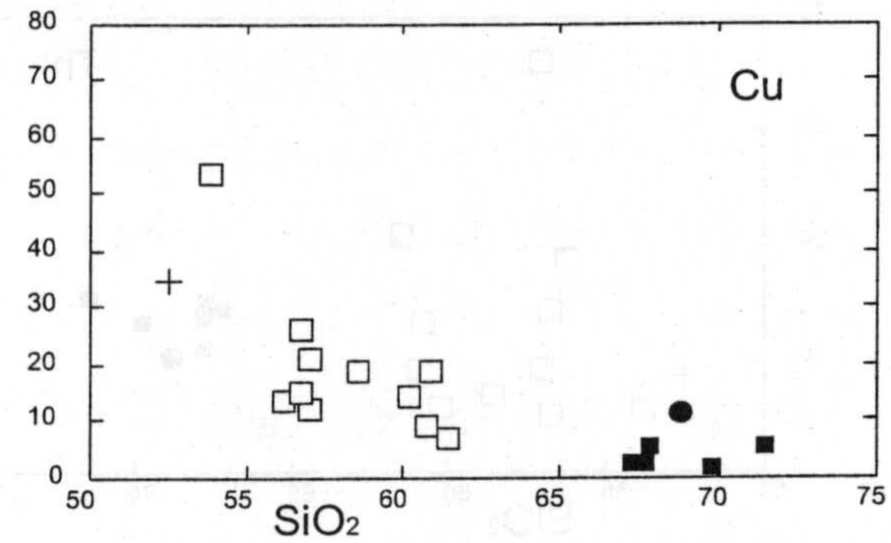
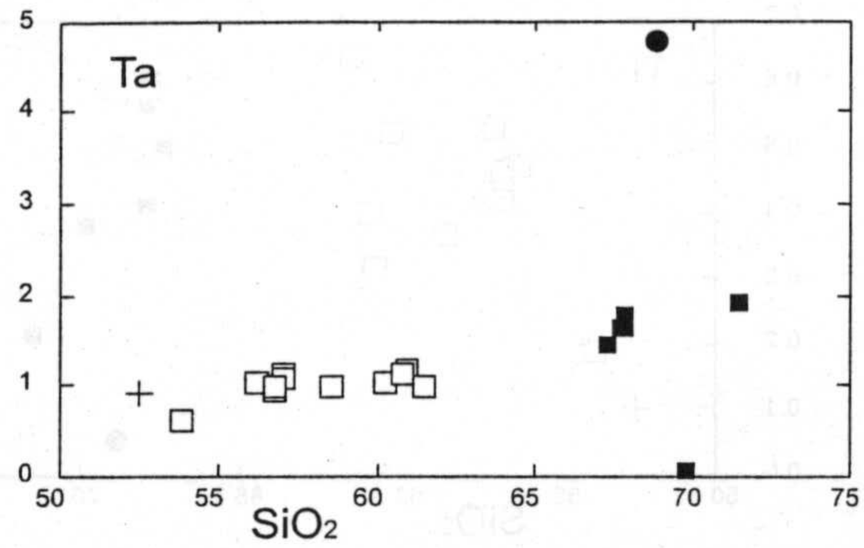
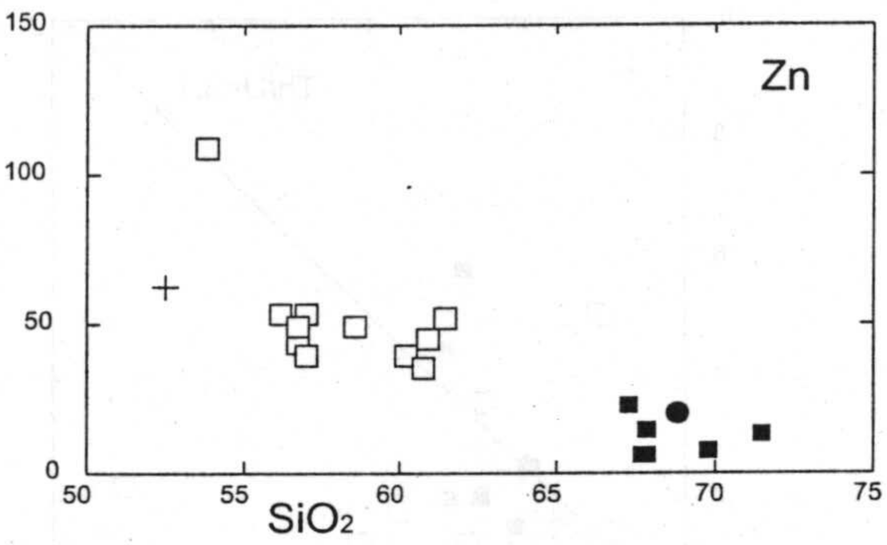
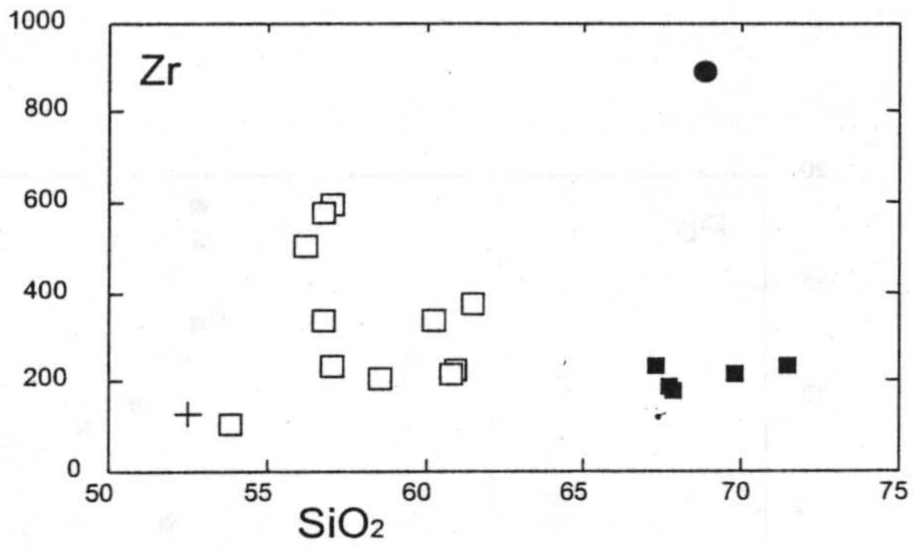


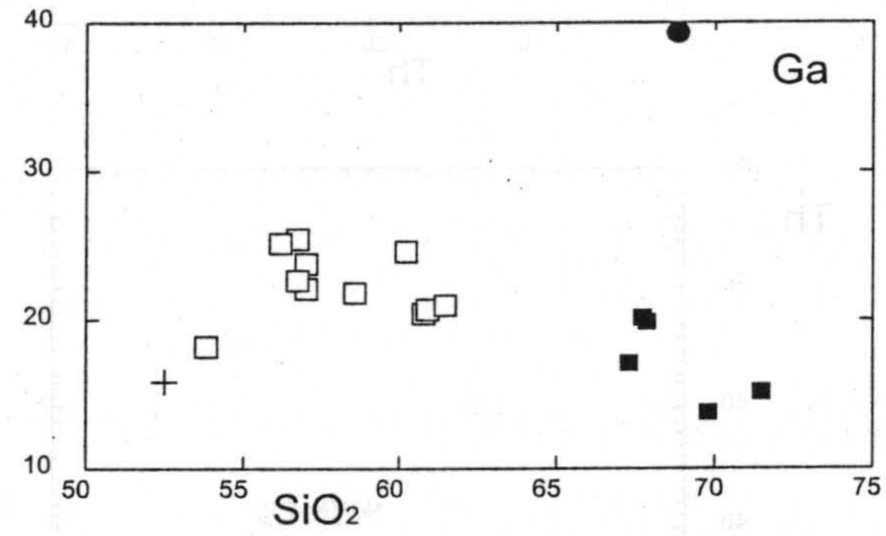
Fig. 66 b.- Diagramas de Harker para elementos traza del C.P.S.O y Stock de Teuler. I

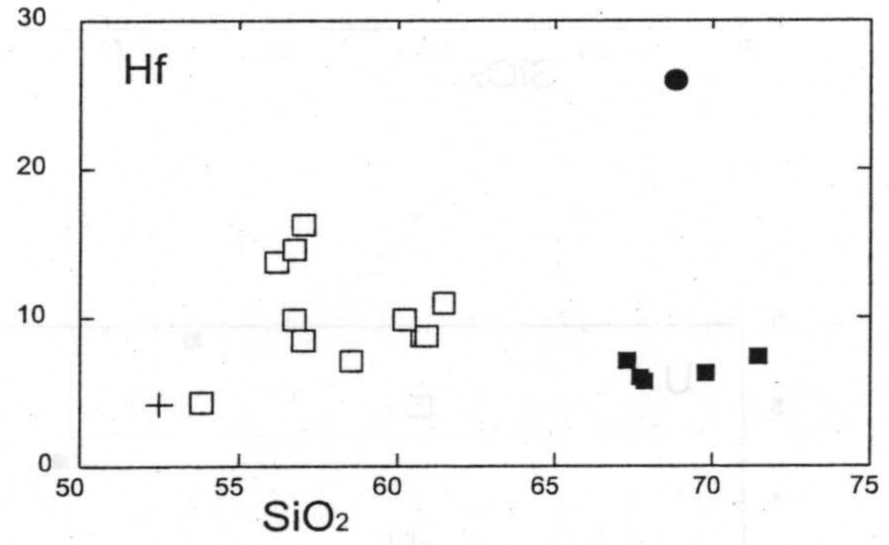


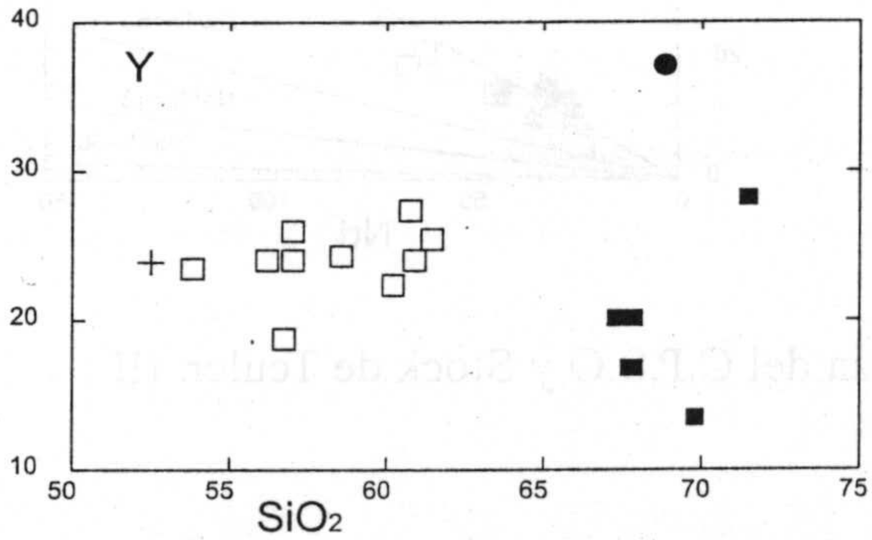


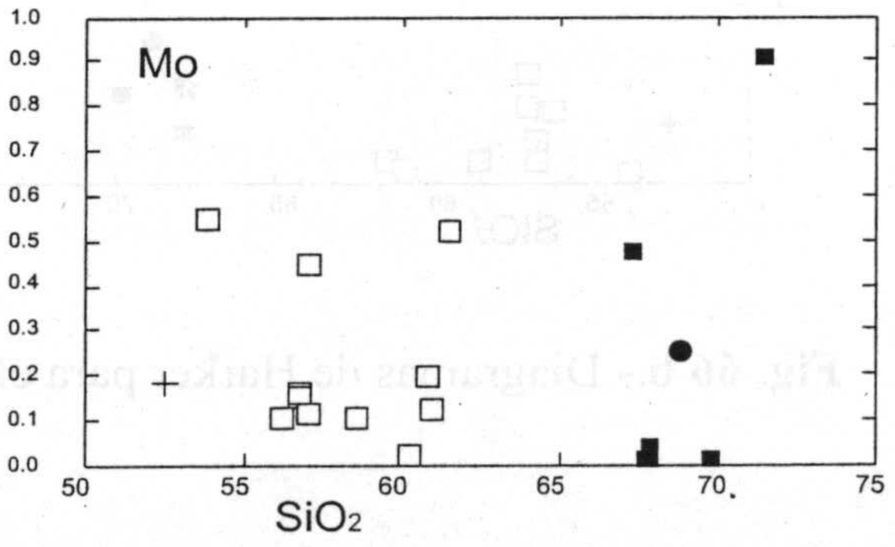


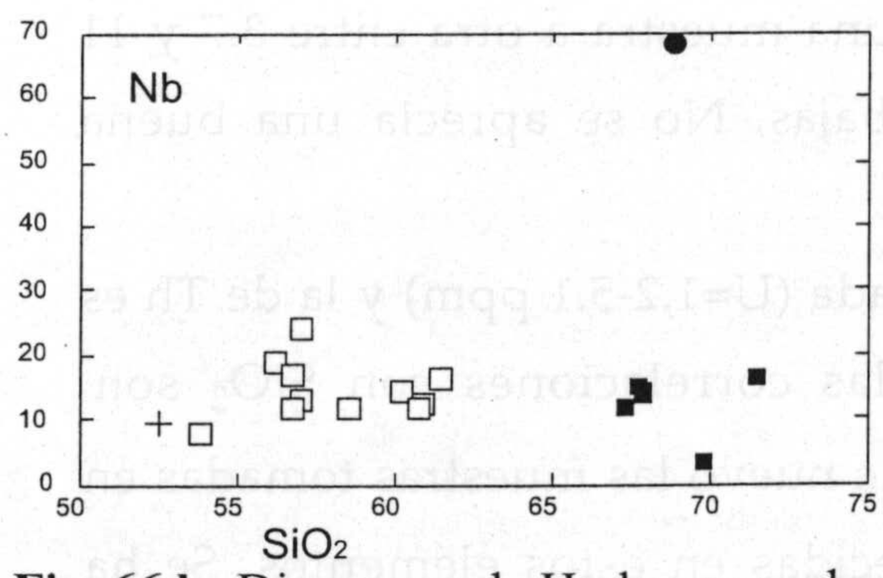












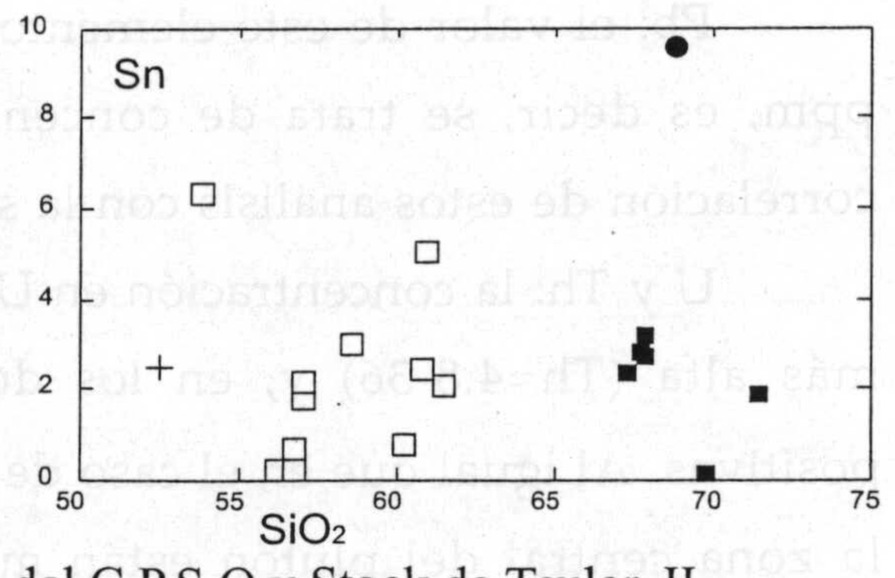
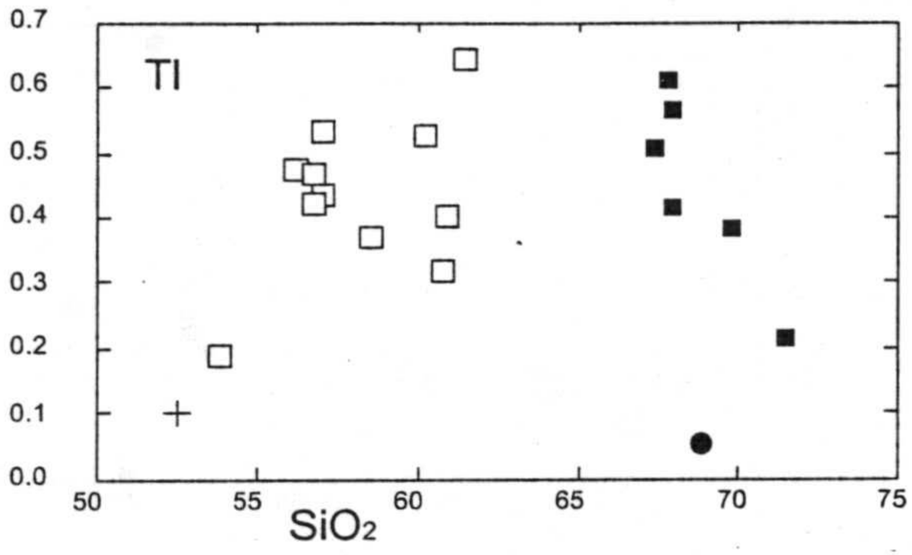
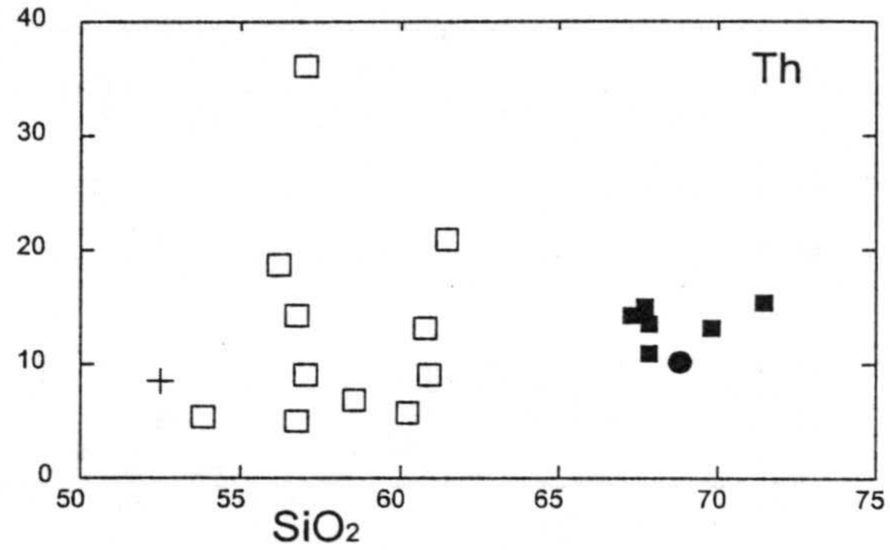
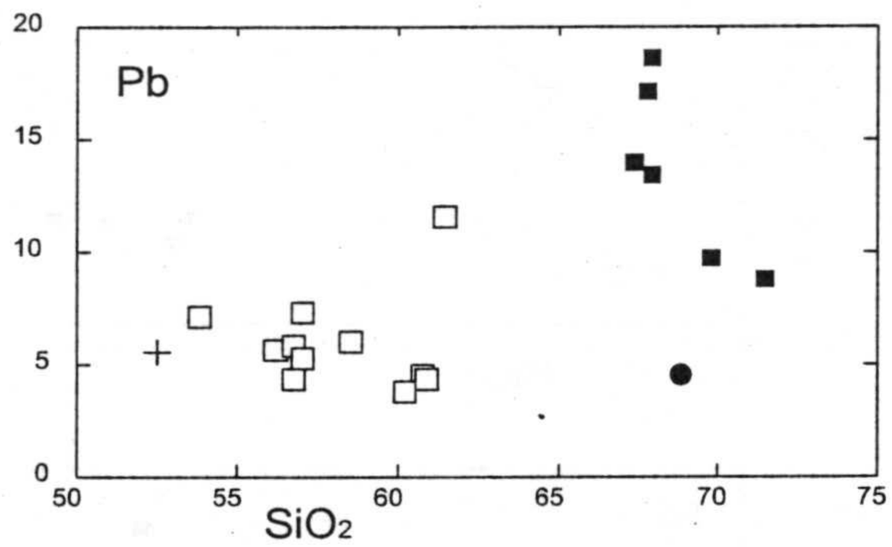
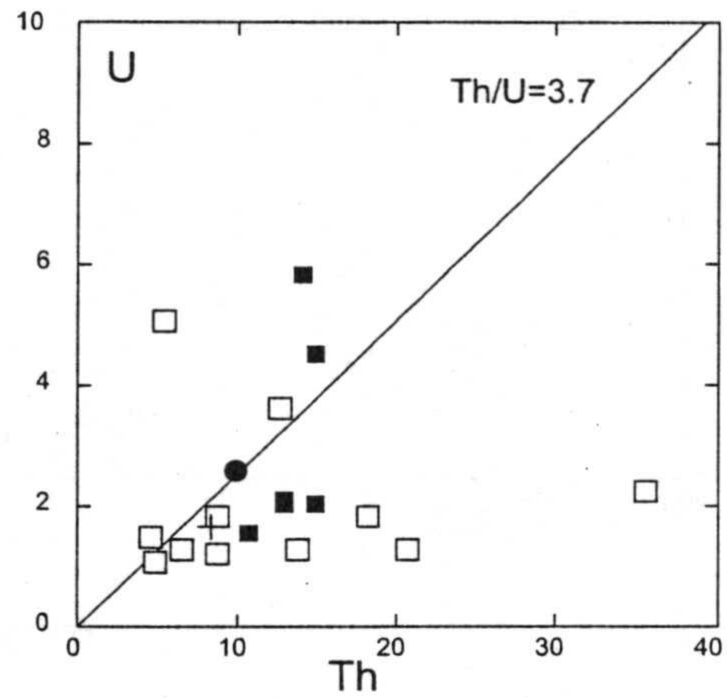


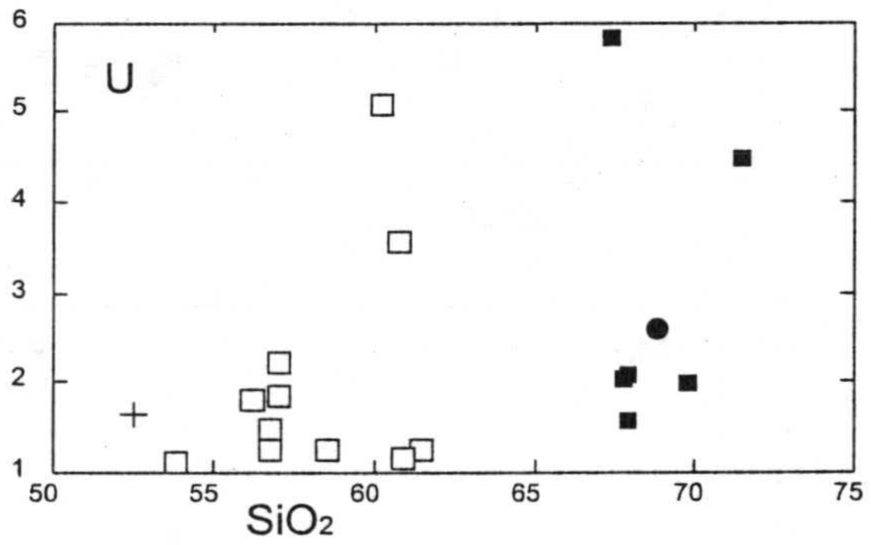
Fig. 66 b- Diagramas de Harker para elementos traza del C.P.S.O y Stock de Teuler. II











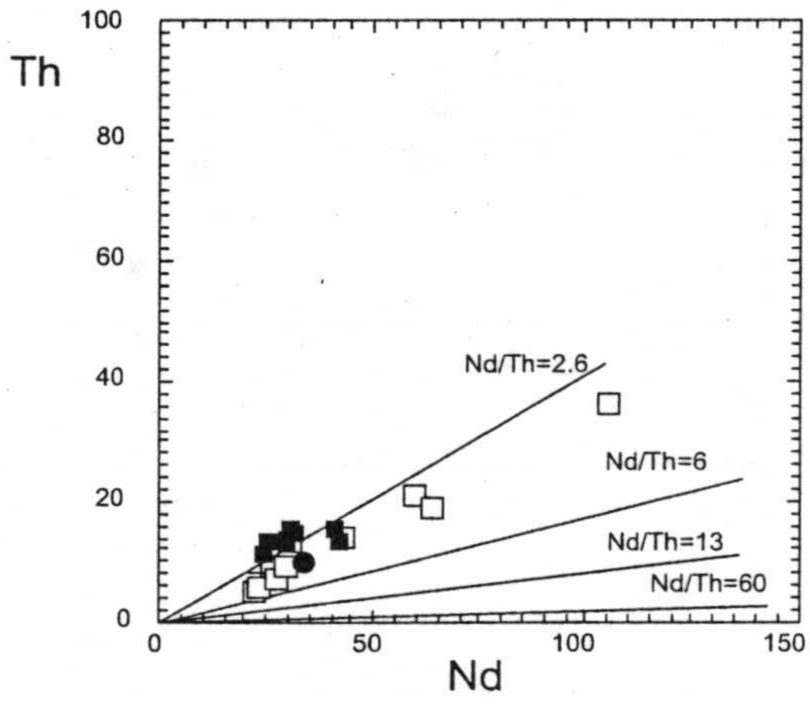


Fig. 66 b.- Diagramas de Harker para elementos traza del C.P.S.O y Stock de Teuler. III

Pb: el valor de este elemento varía de una muestra a otra entre 3.7 y 11 ppm, es decir, se trata de concentraciones bajas. No se aprecia una buena correlación de estos análisis con la sílice.

U y Th: la concentración en U es moderada (U=1.2-5.1 ppm) y la de Th es más alta (Th=4.8-36) y, en los dos casos, las correlaciones con SiO_2 son positivas. Al igual que en el caso de Zr y Hf, de nuevo las muestras tomadas en la zona central del plutón están más enriquecidas en estos elementos. Se ha calculado la relación Th/U y ésta es variable de una muestra a otra, entre 1.1 y

17 (ver Fig. 66b).

REE: al proyectar las tonalitas en los diagramas normalizados de tierras raras (Fig. 72) se observa que los contenidos de las mismas son variables (ΣREE= 114-562 ppm), al igual que la fraccionación en los espectros (La_N/Lu_N=6.7-48), tanto para las LREE, como para las HREE (La_N/Sm_N=2.5-5.5 y Gd_N/Lu_N=1.8-4.6). En todos los casos la anomalía en Eu es muy baja y en una muestra es positiva (Eu/Eu*=0.7-1.04). Las muestras de la zona central (SOK-30,31,32,33) son las que tienen todos estos valores más altos. También se ha calculado la relación Nd-Th y esta varía ligeramente de una muestra a otra, con unos valores entre 2.3 y 4.8 (Tabla 39, Fig. 66b).

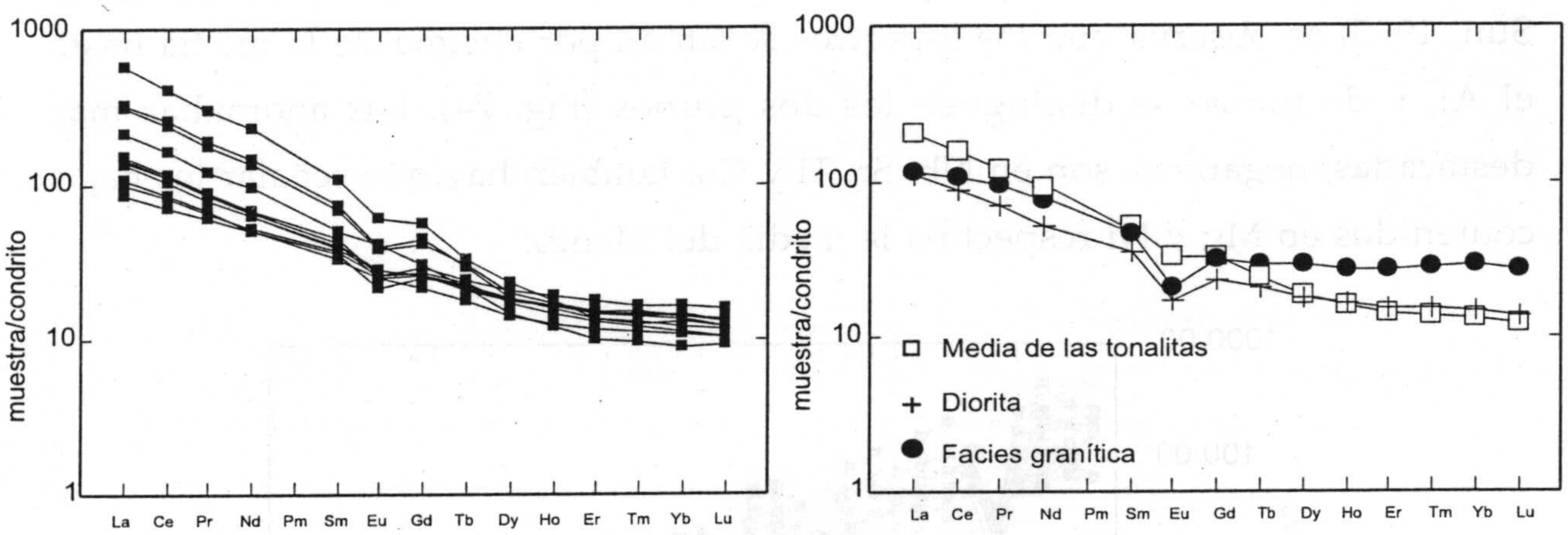


Fig. 72.- Diagramas normalizados de REE para las muestras del Complejo plutónico de Santa Olalla.

Si observamos la Fig. 73 y 12b, vemos el gran paralelismo que existe entre el espectro de las tonalitas y el de los granitos tipo S, cuando se normalizan a la media de la Corteza. Una vez más se pueden apreciar los dos grupos de los que venimos hablando, el formado por las muestras de la zona central, que están enriquecidas en la mayoría de elementos móviles y el de las muestras de la zona O, que son las que tienen los espectros más cercanos a la media cortical.

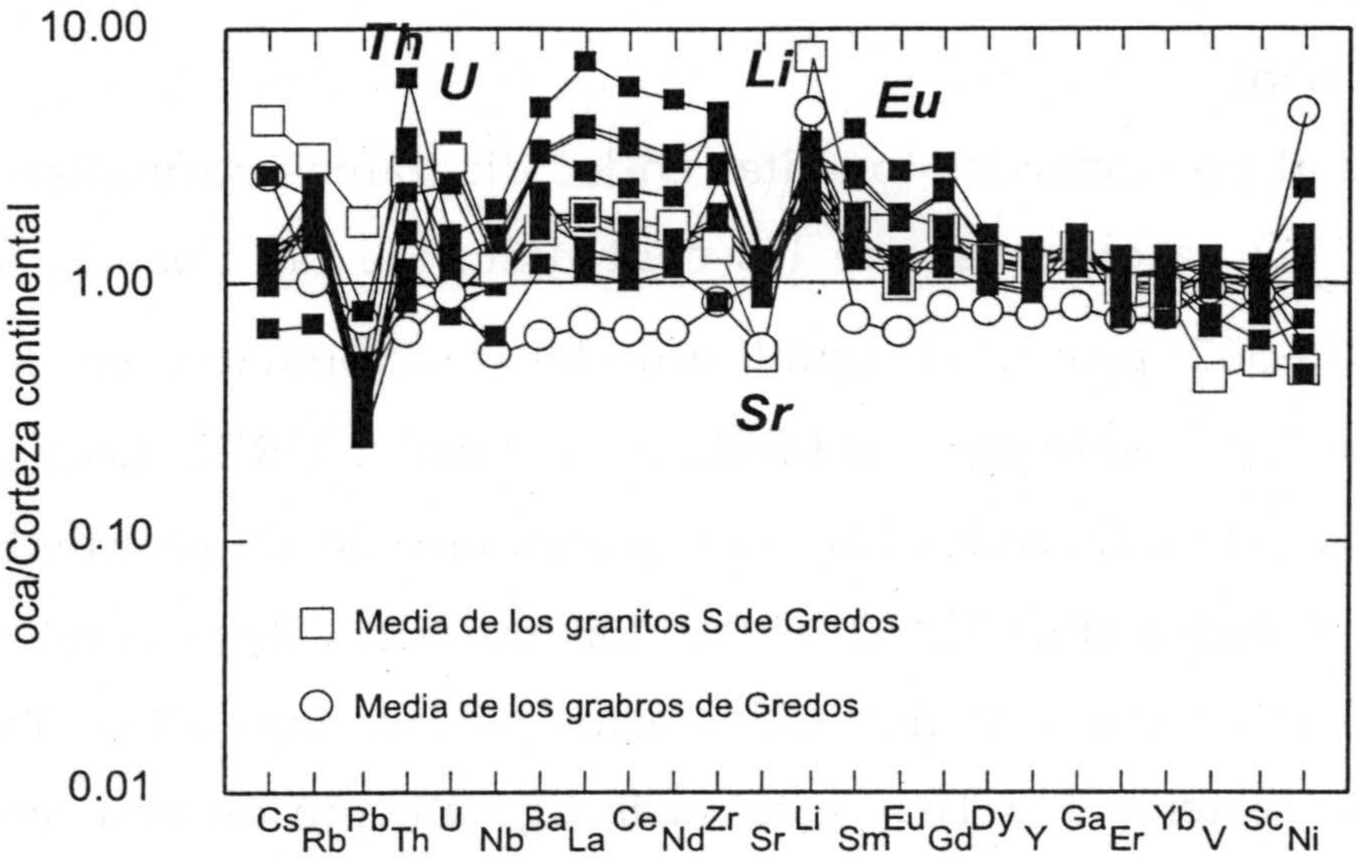


Fig. 73.- Normalización de la tonalita de Santa Olalla a la media de la Corteza continental.

Cuando normalizamos esta rocas al Manto primitivo (McDonough y Sun, 1995) se observa que los espectros se sitúan por encima de la media hasta el Al, y de nuevo se distinguen los dos grupos (Fig. 74). Las anomalías más destacadas, negativas, son en Nb, Sr, Ti y Cu; también hay que señalar los bajos contenidos en Mg y Ni respecto a la media del Manto.

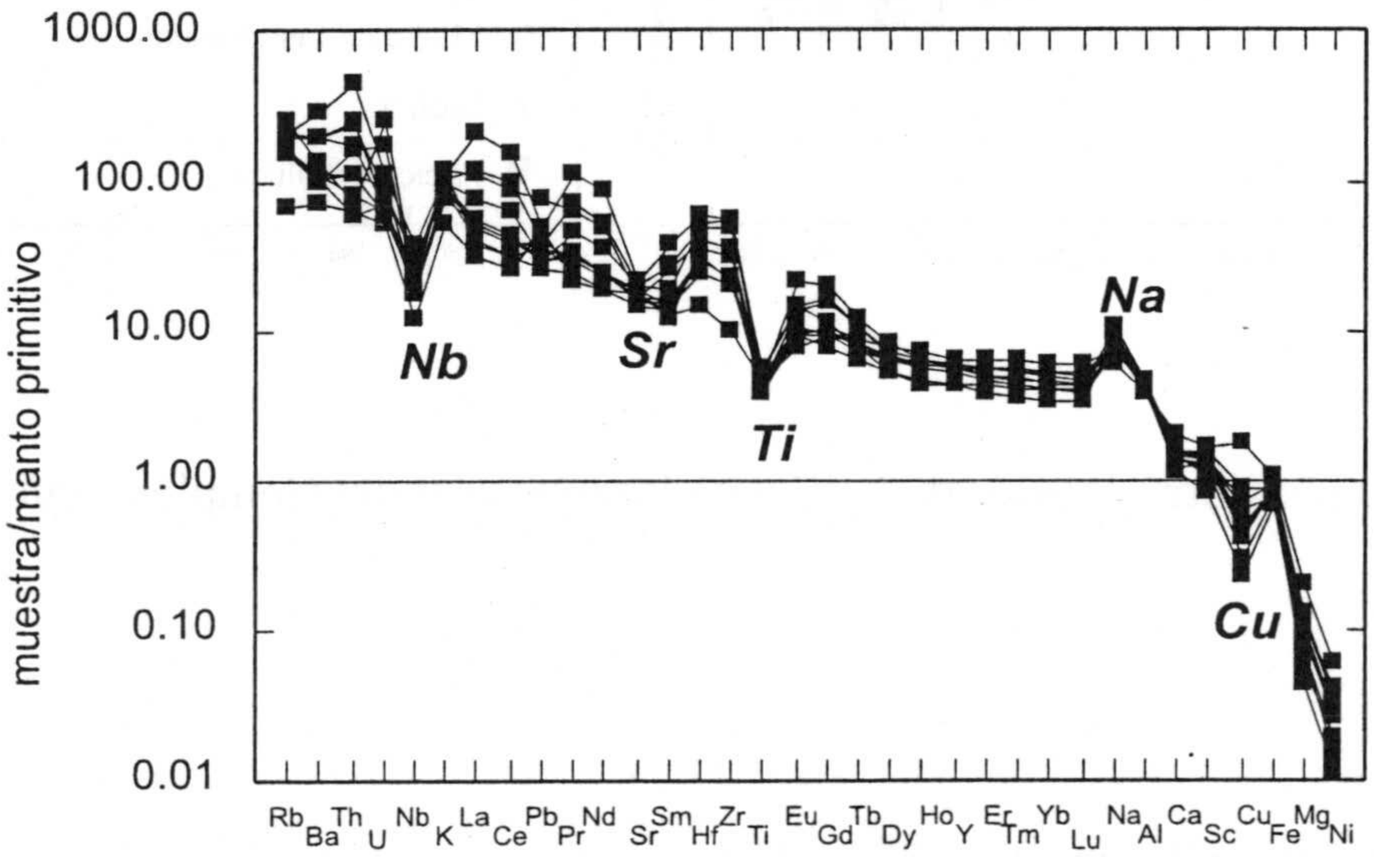


Fig. 74.- Normalización de la tonalita de Santa Olalla al Manto Primitivo.

Las otras dos facies del Plutón principal se caracterizan por lo siguiente, si se comparan con las tonalitas: la facies diorítica tiene valores muy superiores en Ni y Sr, inferiores en Rb y contenidos similares en el resto de elementos. La facies granítica presenta bajas concentraciones en Li, Rb, Cs, Be, Sr, Ba, Sc, V, y

altas en los demás, destacando Nb (68 ppm), Ta (4.8 ppm), Zr (884 ppm) y Hf (26 ppm).

En los diagramas normalizados de tierras raras (Fig. 73) la diorita tiene un espectro similar a la media de las tonalitas. La facies granítica tiende a la horizontalidad en las HREE, en las que, además, está enriquecida respecto a las otras muestras.

Los espectros que resultan de la normalización al Manto y la Corteza de estas dos facies solo muestran las diferencias antes mencionadas en su descripción geoquímica.

Desde el punto de vista tipológico, los espectros de elementos traza de la tonalita de Santa Olalla, caracterizados por anomalías positivas de Li y negativas de Sr, indican una procedencia cortical y no parecen indicar que se trate de magmas de arco.

VI.4- Isótopos de Sr y Nd.

Se han analizado tres muestras de la tonalita (SOK-1-5-19) y se han calculado las concentraciones de Rb y Sr, las relaciones $^{87}Rb/^{86}Sr$, $^{87}Sr/^{86}Sr$ y el valor de εSr, para una edad de 332 Ma (Tabla 40). Se puede observar que los valores de Rb y Sr son muy similares lo que hace que las relaciones no varíen mucho. $^{87}Sr/^{86}Sr_{332}$ tiene un valor medio de 0.7095, típico de granitos tipo S y el valor de εSr_{332} es de 76.36. Casquet *et al.* (1998) obtuvieron datos muy cercanos (Tabla 1), tanto para el stock de Aguablanca, como para las rocas de la secuencia principal del Complejo plutónico de Santa Olalla, y propusieron, para la formación del mismo, un proceso AFC (Asimilación y cristalización fraccionada) a partir de materiales más profundos, con cristalización temprana de ortopiroxeno e incorporación de materiales corticales. Los mismos autores interpretaron la uniformidad en los valores de Sr como debida a la fraccionación de la plagioclasa, más una asimilación de material cortical, cerca ya del nivel de emplazamiento.

También se han calculado las relaciones $^{147}Sm/^{144}Nd$, $^{143}Nd/^{144}Nd$ y el valor de εNd_{332} a partir de los análisis de Sm y Nd. Los resultados (Tabla 41)

indican características similares a las propuestas a partir de los isótopos de Sr. El valor medio de $^{143}Nd/^{144}Nd$ es de 0.511836 y el de εNd_{332} es -7.3. Al igual que antes los resultados son muy uniformes entre las muestras lo que puede haber sido debido a un control por la fraccionación del anfíbol (Casquet *et al.*, 1998).

VI.5- Geocronología.

VI.5.1- Descripción de las muestras.

Las muestras elegidas para descripción morfológica de circones y geocronología son SOK-19 y SOK-31, ambas tonalitas muy poco alteradas (Mapa 3).

Mediante el estudio de la morfología externa se ha observado que en los dos casos hay circones de tamaños variables, llegando a tener algunos ejemplares más de 450 micras de largo por 300 micras de ancho. Son cristales idiomórficos (son frecuentes los cristales aciculares) y subidiomórficos, aunque muchos aparecen fracturados. Suelen tener los bordes redondeados, bien por abrasión mecánica, bien por procesos de disolución y/o corrosión, y algunos cristales tienen la superficie muy corroída (aspecto escalonado). Los individuos de mayor tamaño, y fragmentos de los mismos, tienen un color caramelo oscuro y son translúcidos; los cristales más pequeños son marrones claros y rosados, y todos son transparentes. Además, hay inclusiones oscuras en muchos ejemplares. En la muestras SOK-19 los morfotipos más abundantes son S13, P3 y P4 (Pupin *et al*, 1978), y P2, P3, S13, también en la muestra SOK-31 y en menor proporción S18, S19, S24 y G1 (Fig. 75a). Las formas S se relacionarían con granitos de carácter calcoalcalino como es este caso y las P y G resultarían al final de la cristalización (Pupin, 1980) (Fig. 75b).

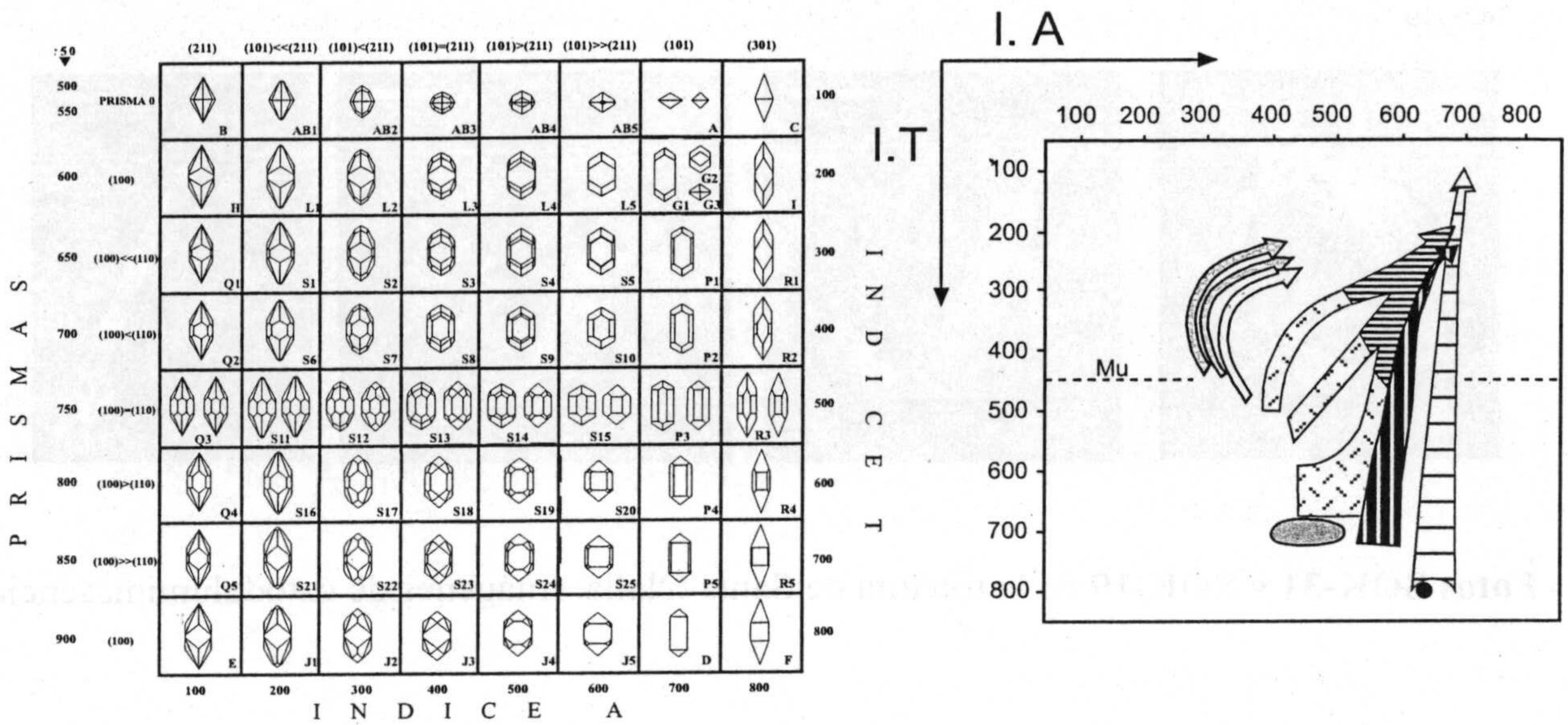
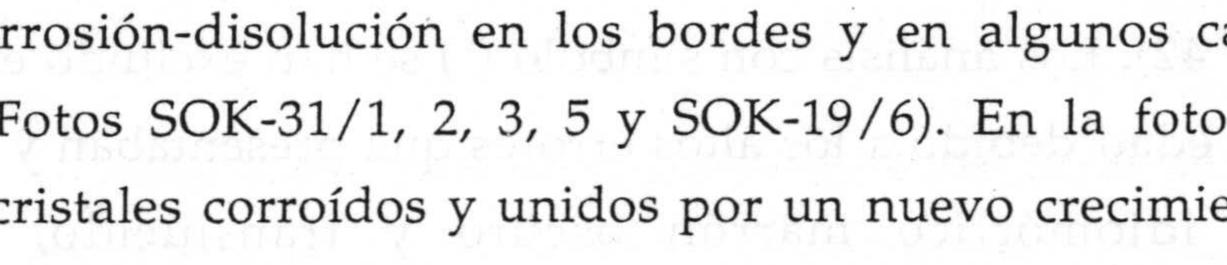


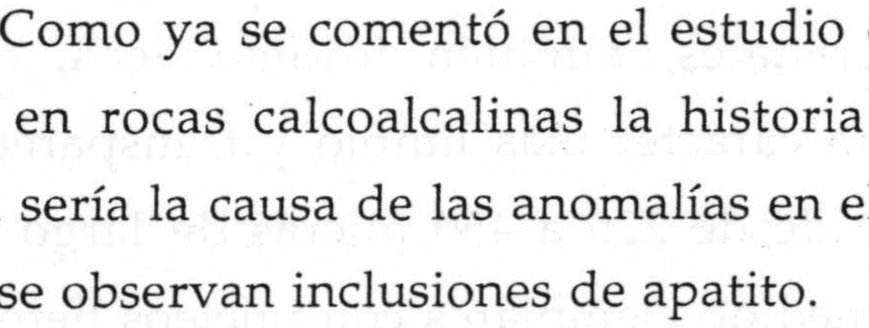
Fig. 75.- Diagramas de Pupin *et al.*, 1978 y Pupin, 1980. Explicación en la Fig.14.
En rojo se han señalado las muestras de la tonalita de Santa Olalla.

En catodoluminiscencia se han estudiado secciones paralelas al eje C y paralelas bien a (100) ó a (110). Internamente todos los ejemplares muestran un zonado oscilatorio de origen magmático, con un desarrollo más importante de las formas prismáticas que de las piramidales. Todos los cristales presentan marcas de corrosión-disolución en los bordes y en algunos casos en zonas intermedias (Fotos SOK-31/1, 2, 3, 5 y SOK-19/6). En la foto SOK-31/2 se aprecian dos cristales corroídos y unidos por un nuevo crecimiento de circón, sin zonación. Como ya se comentó en el estudio de los circones de la tonalita del Culebrín, en rocas calcoalcalinas la historia termal del magma es muy variable y esta sería la causa de las anomalías en el zonado interno. En las fotos SOK-31/3 y 5 se observan inclusiones de apatito.

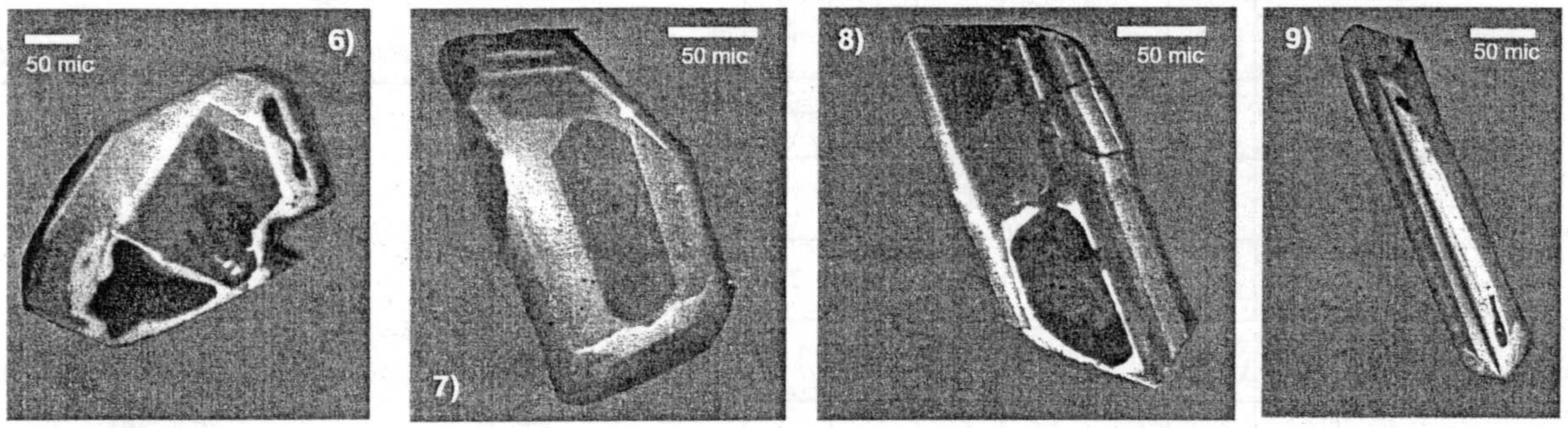
SOK-31. Secciones paralelas a (110)



Sección paralela a (100)



SOK-19



Fotos SOK-31 y SOK-19 de la tonalita de Santa Olalla. Imágenes de catodoluminiscencia.

VI.5.2- Dataciones.

De la tonalita del Plutón principal de Santa Olalla se han analizado cinco circones, dos de la muestra SOK-19 y tres de la SOK-31, que en conjunto dan una edad media de 332±3 Ma (2σ), calculada a partir de once pasos de evaporación (Fig. 76). Casi todos los cristales han permitido más de una medida (Tabla 42). Los análisis con símbolo (*) se han excluido en el cálculo de la media de la edad debido a los altos errores que presentaban y correspondían a un cristal idiomórfico marrón oscuro y translúcido, posiblemente metamíctico. El resto de cristales, también idiomórficos, tenían colores marronáceos, pero eran de un carácter más limpio y transparente; el tamaño variaba según los ejemplares desde 220 a 450 micras de largo por 100 a 175 micras de ancho. No se han medido ejemplares con núcleos heredados

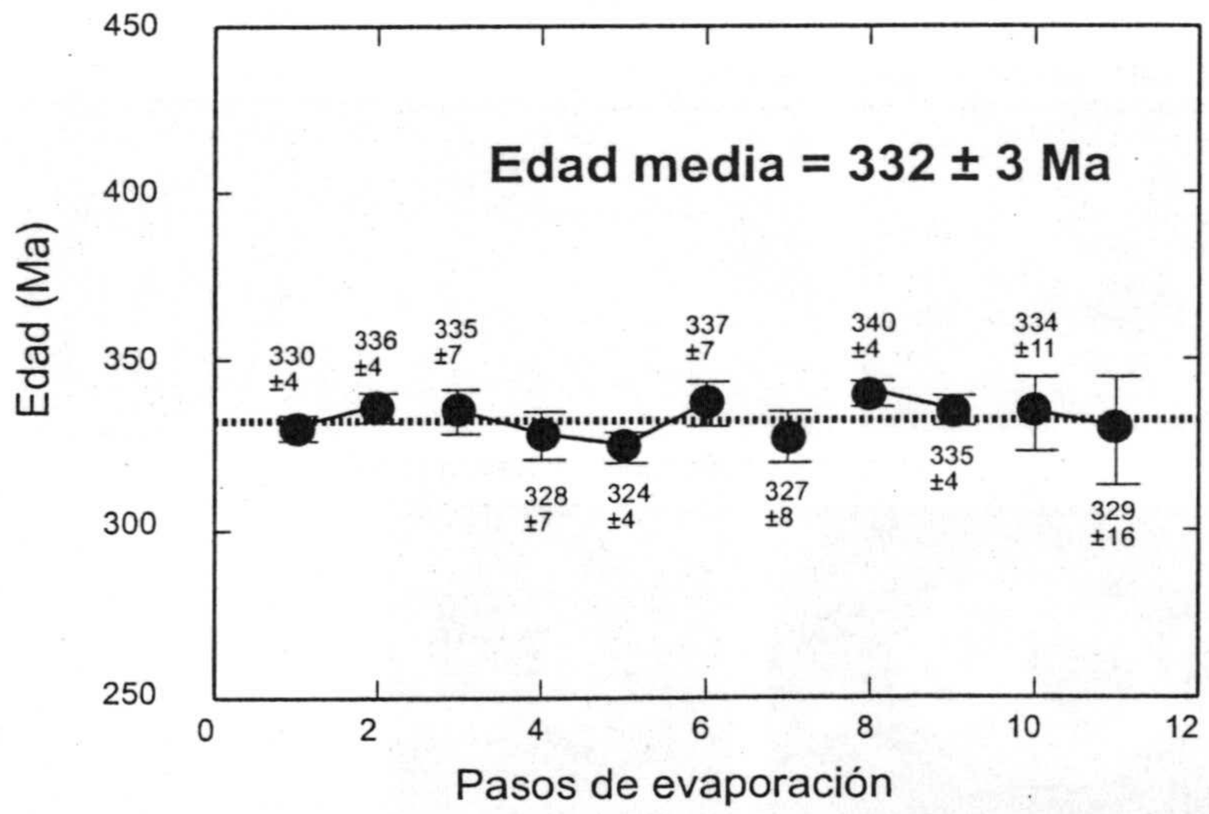


Fig. 76.- Edad de cristalización de la tonalita de Santa Olalla.

VI.6- Discusión.

Tras el estudio de alguna de las facies del Plutón principal de Santa Olalla, se ha podido determinar que estas rocas forman una serie de carácter calcoalcalino con una composición química e isotópica que indican una fuerte contribución de material cortical. A diferencia de lo que ocurría con la tonalita del Culebrín, cuyas características geoquímicas son compatibles con las de un magma generado en una zona de arco, la existencia de anomalías negativas muy marcadas en Sr, Eu y Pb y positivas en Li, Th y U, junto con los valores de $^{87}Sr/^{86}Sr$ = 0.7095 y εNd = -7.3 pone de manifiesto que los magmas que generaron Santa Olalla no tienen características de magas de arco.

Las rocas intermedio- máficas de Santa Olalla, sin embargo, guardan una notable semejanza con las rocas intermedio- máficas, de edad similar, que se encuentran en la Zona Centroibérica. Si comparamos, por ejemplo, las rocas de Santa Olalla con los "precursores máficos" de Gredos (Bea *et al.*, 1999), nos encontramos las siguientes analogías:

1) En primer lugar, ambas concentran una serie de minerales accesorios, como monacita, ilmenita, circones ricos en Th, etc., que indican una asimilación de material cortical.

2) Desde el punto de vista geoquímico, en los dos casos encontramos importantes anomalías positivas en Th y U y negativas en Nb y Eu, además presentan una relación Th/U no muy alejada de los valores mantélicos (≈ 3.7 , McDonough y Sun, 1995), pero también tienen una relación Nd/Th cercana a los materiales metasedimentarios con monacita (Nd/Th= 2.6, Bea y Montero, 1999). Respecto a las tierras raras, ya hemos mencionado que destacan las anomalías negativas de Eu y, en algunas muestras, un enriquecimiento de LREE.

3) Finalmente, los valores isotópicos de Santa Olalla son superiores a los de los "precursores máficos" de Gredos ($^{87}Sr/^{86}Sr$=0.7058 y εNd entre -1.0 y -1.7), pero igualmente indican un aporte cortical.

Las similitudes son evidentes, de tal manera que, si aceptamos la hipótesis de Bea *et al.* (1999) que atribuye dichas características de las rocas máfico-intermedias de Gredos a un proceso de hibridación entre magmas mantélicos y material metapelítico no nos queda más remedio que aceptar que

las rocas de Santa Olalla tienen el mismo origen.

Los fenómenos de hibridación observados en Santa Olalla se han explicado de dos maneras:

1) Mediante una asimilación de material cortical y simultánea cristalización fraccionada (AFC), controlada por la fraccionación del ortopiroxeno, anfíbol y plagioclasa (Casquet, 1980 y Casquet *et al.*, 1998). Los enclaves microgranudos serían debidos a que el proceso de asimilación y cristalización fraccionada tuvo lugar, probablemente, cerca ya del nivel de emplazamiento. La facies granítica puede deberse a una diferenciación extrema de la secuencia principal o bien provenir de la fusión parcial debida al paso de magmas más básicos de procedencia más profunda (Aparicio et *al.*, 1977).

2) Mediante una mezcla de magmas (Bateman *et al.*, 1992). Estos autores proponen esta hipótesis para explicar la composición y petrografía (también como explicación de los enclaves microgranudos) y clasifican estos granitos como tipo H (Castro *et al.*, 1991), es decir, procedentes de la mezcla de magmas supracorticales y fuentes mantélicas. Opinan que las tonalitas son el resultado de una mezcla de un magma S, con cordierita, con un gabro piroxénico algo fraccionado. Para llegar a esta conclusión realizaron un estudio petrográfico, en las zonas de borde del Plutón principal, observando que había gran variedad de microestructuras de desequilibrio. Algunas se habrían podido desarrollar con la evolución de un magma único, pero otras, como el reemplazamiento de biotita por anfíbol o la aparición de plagioclasa con zonados inversos, han sido interpretadas como debidas a una mezcla de magmas, uno máfico con piroxeno y plagioclasa cálcica y otro félsico con fenocristales de cordierita y biotita. La facies granítica se produciría, tras la mezcla de magmas, por segregación de un fundido residual procedente de la tonalitas.

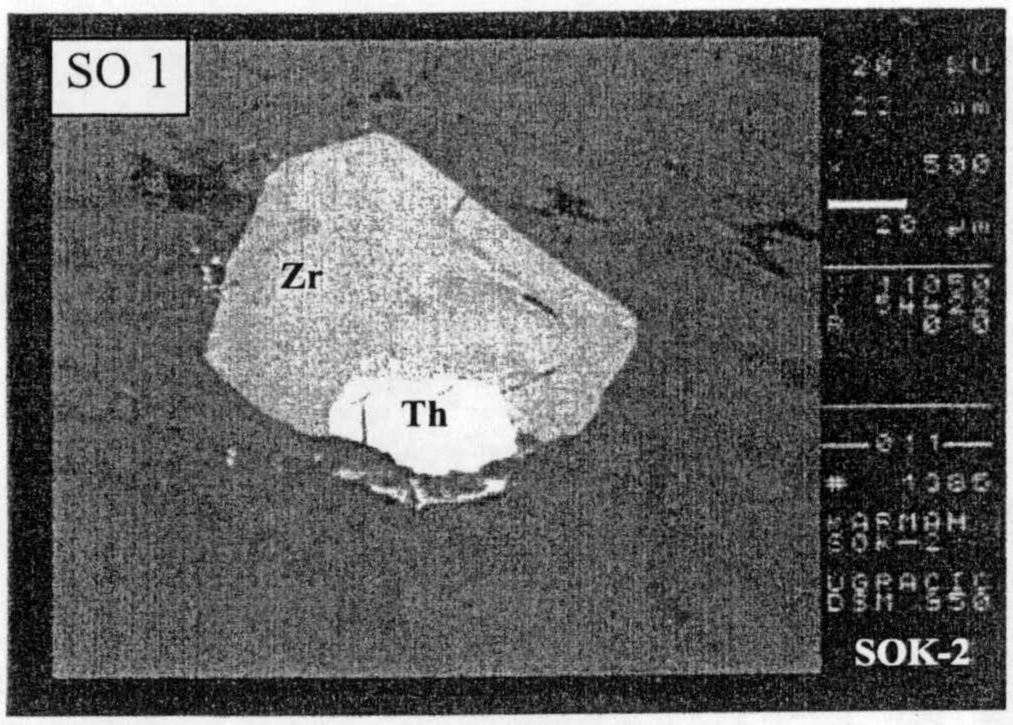
Los estudios realizados en este trabajo apuntan más en dirección a las ideas propuestas por Casquet (1980) y Casquet *et al.* (1998) ya que, en las muestras recogidas, no se han encontrado estructuras de desequilibrio ni cordierita. También las composiciones isotópicas de Sr y Nd son muy uniformes y esto se explica más fácilmente mediante un proceso de asimilación y cristalización fraccionada que mediante una mezcla de magmas (Casquet *et al.*, 1998).

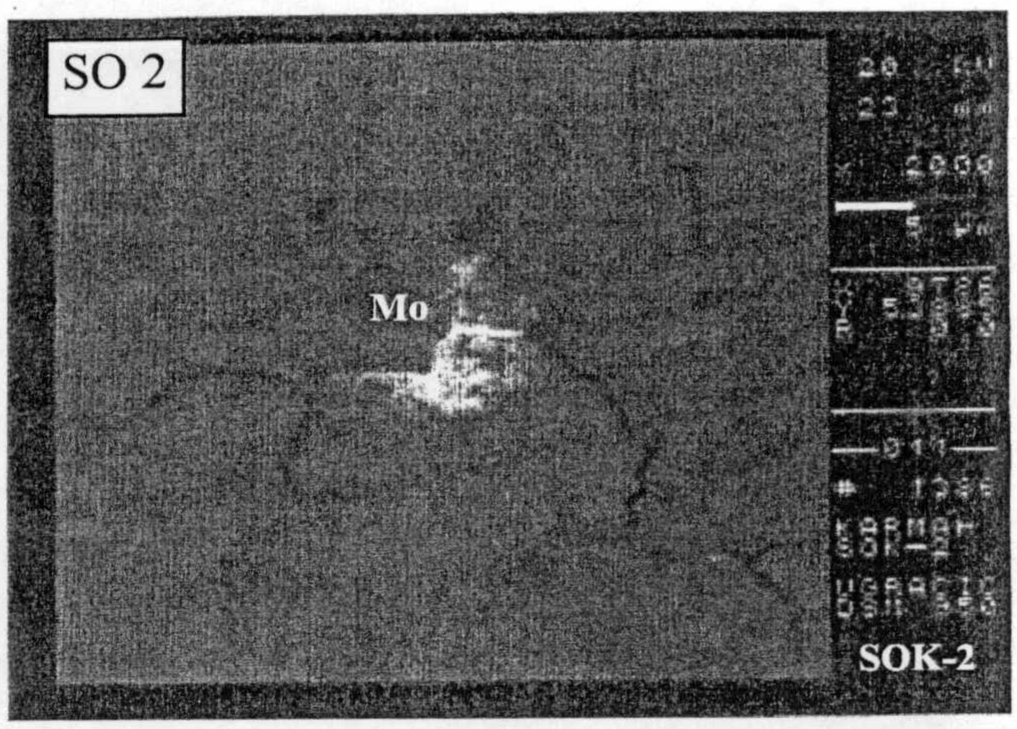
Finalmente, otra característica que hay que resaltar es que se trata de un

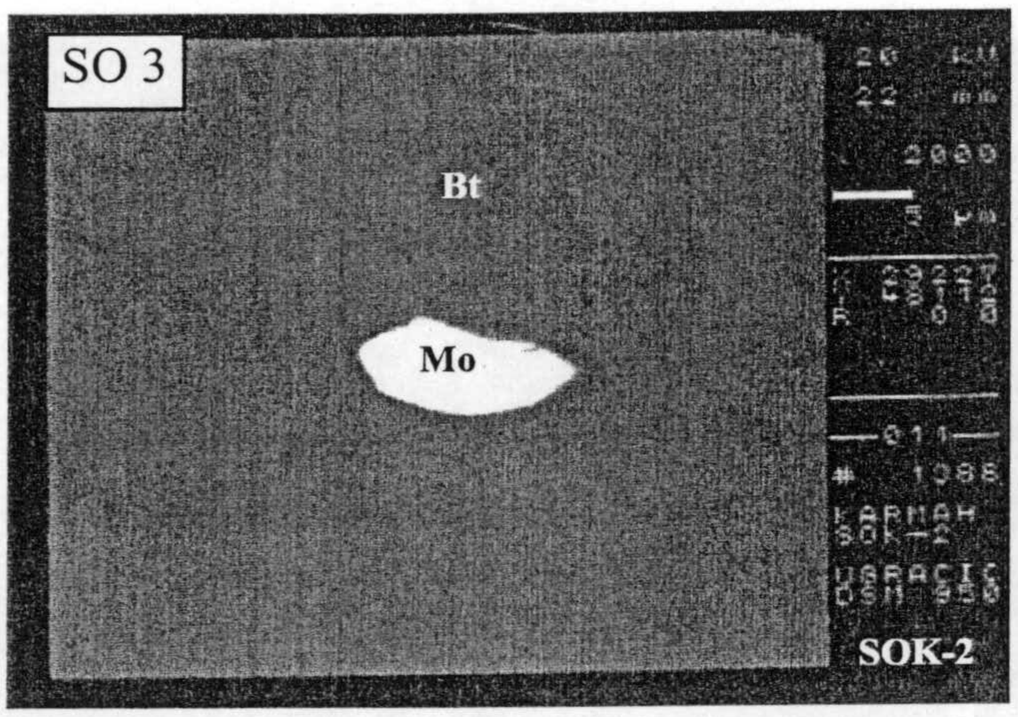
Complejo de carácter calcoalcalino y zonado, en el que existe un gradiente de diferenciación. Concretamente, en el Plutón principal, desde las rocas de la zona central a las rocas de la zona O y, de forma general, desde los gabros de Aguablanca, las dioritas y cuarzodioritas, pasando por las tonalitas, hasta la facies granítica.

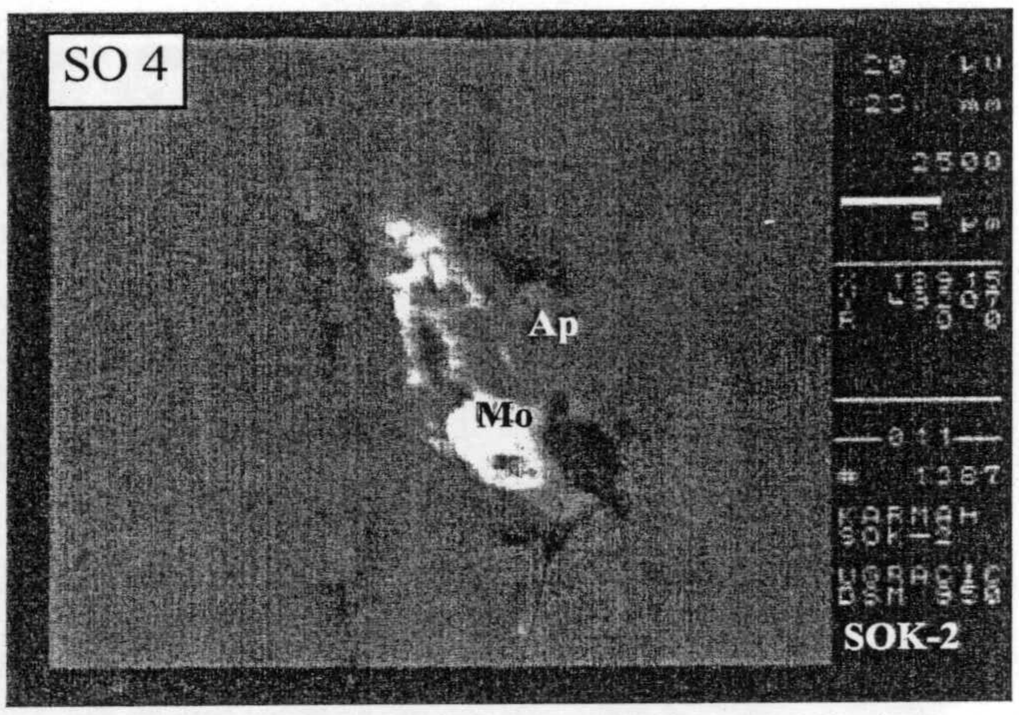
Sobre la relación que mantiene el Plutón principal de Santa Olalla con el stock de Teuler se hablará en el apartado de discusión del capítulo VII.

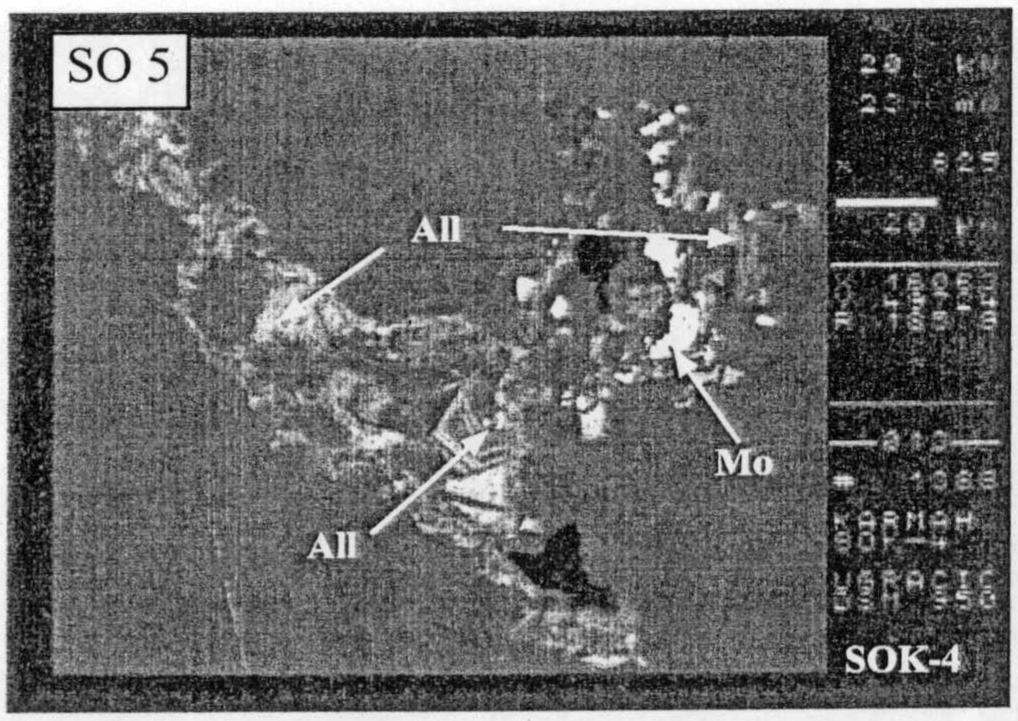
Fotografías de SEM.

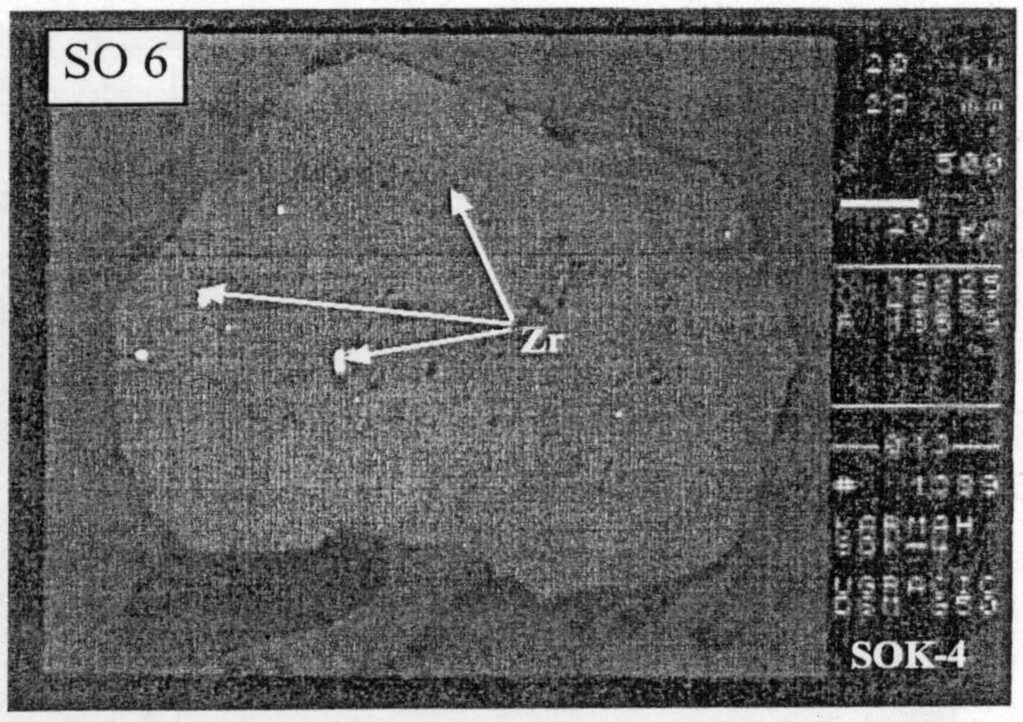




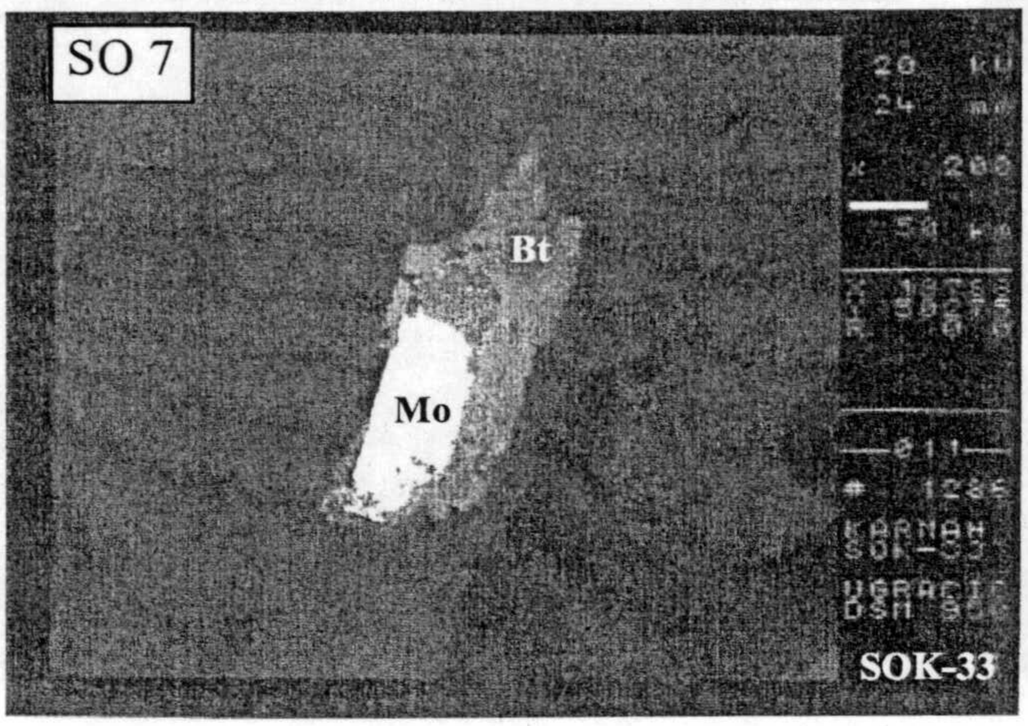


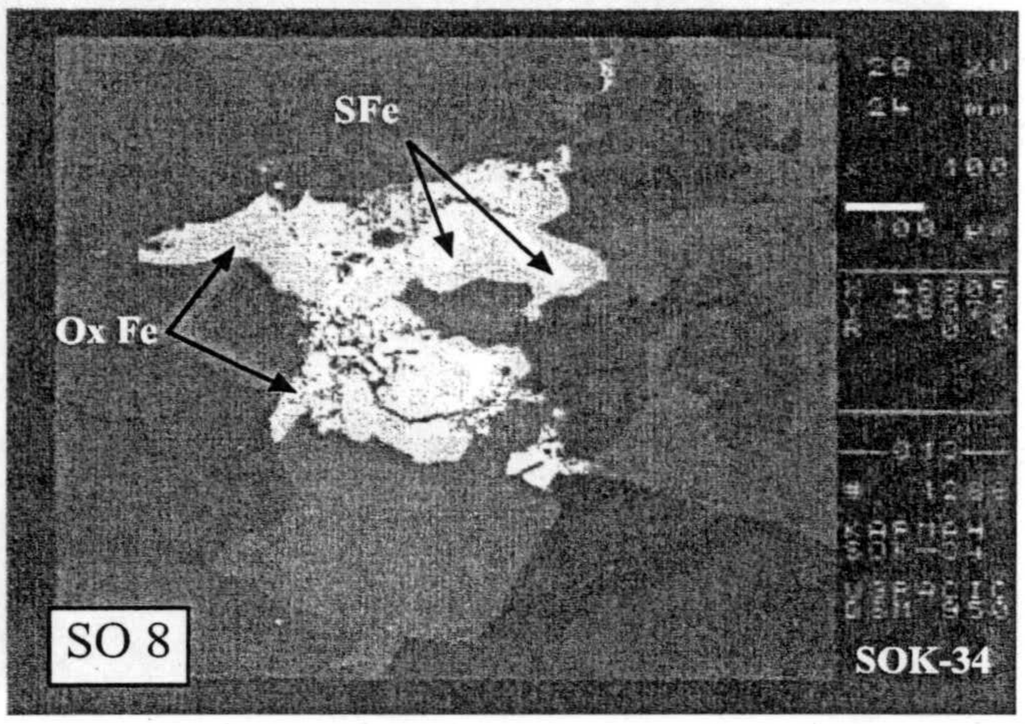


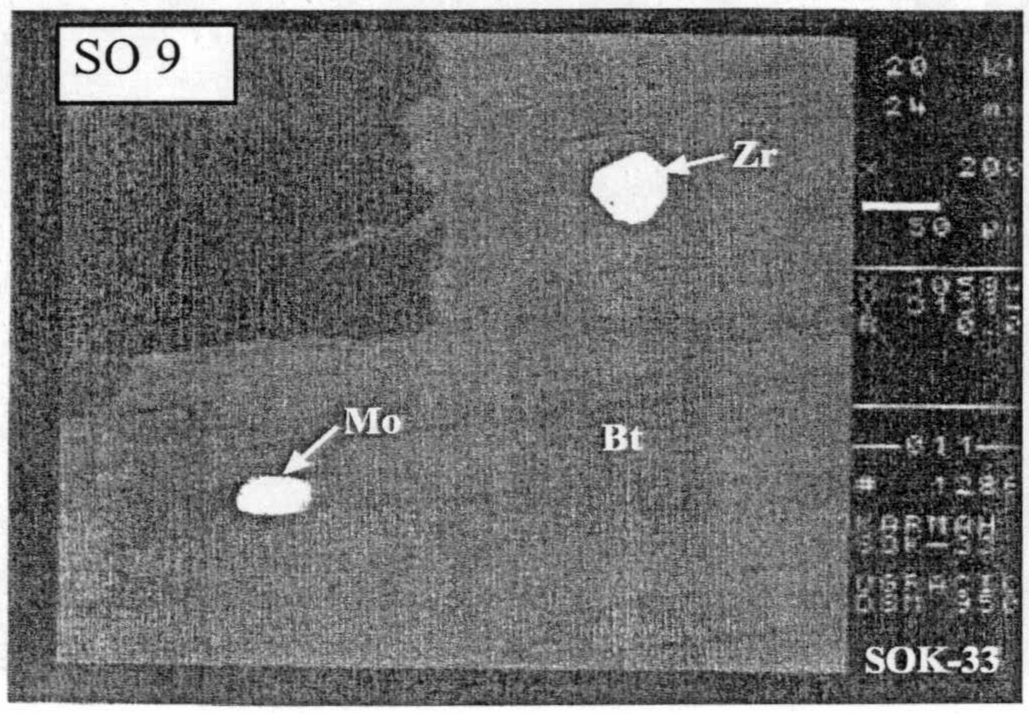


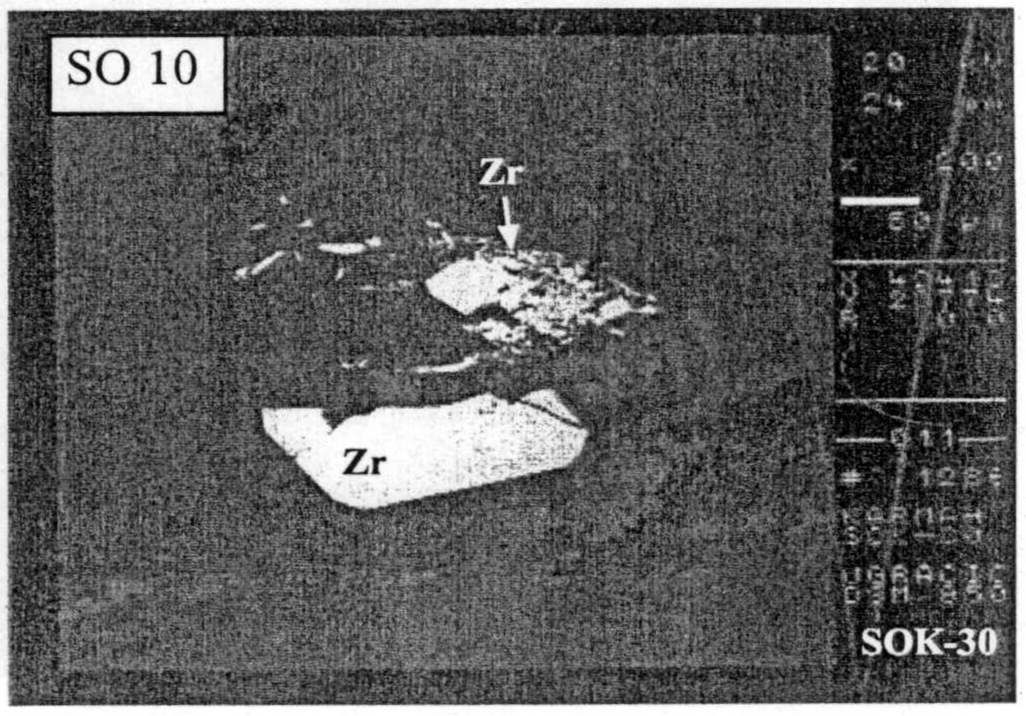


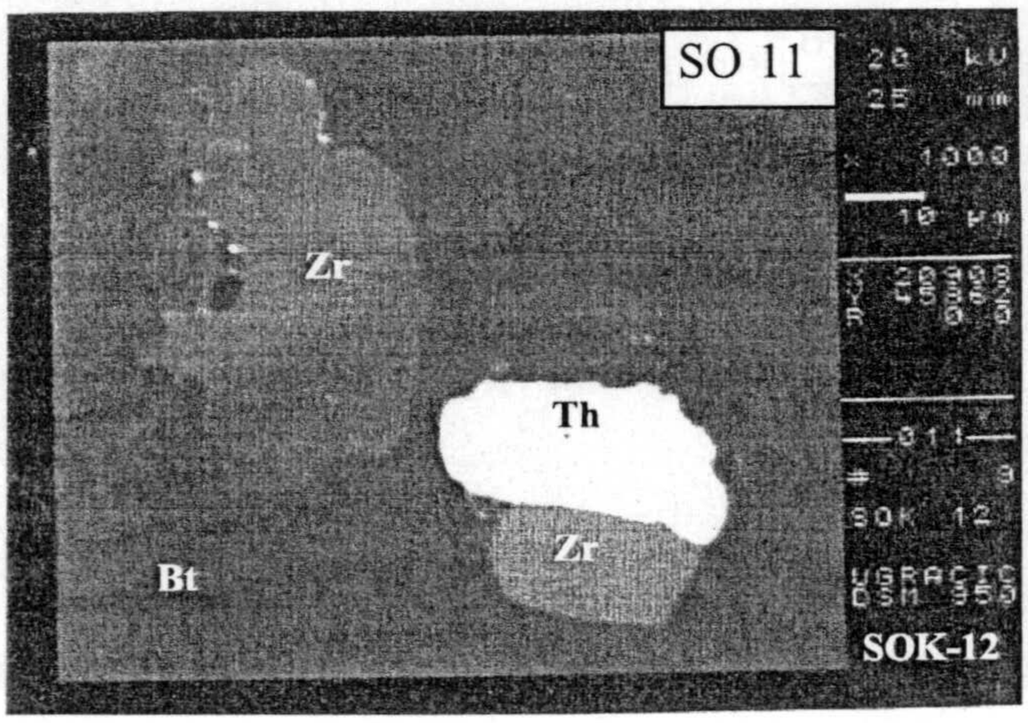
Fotos SO 1-18. Imágenes de SEM de la tonalita de Santa Olalla. I

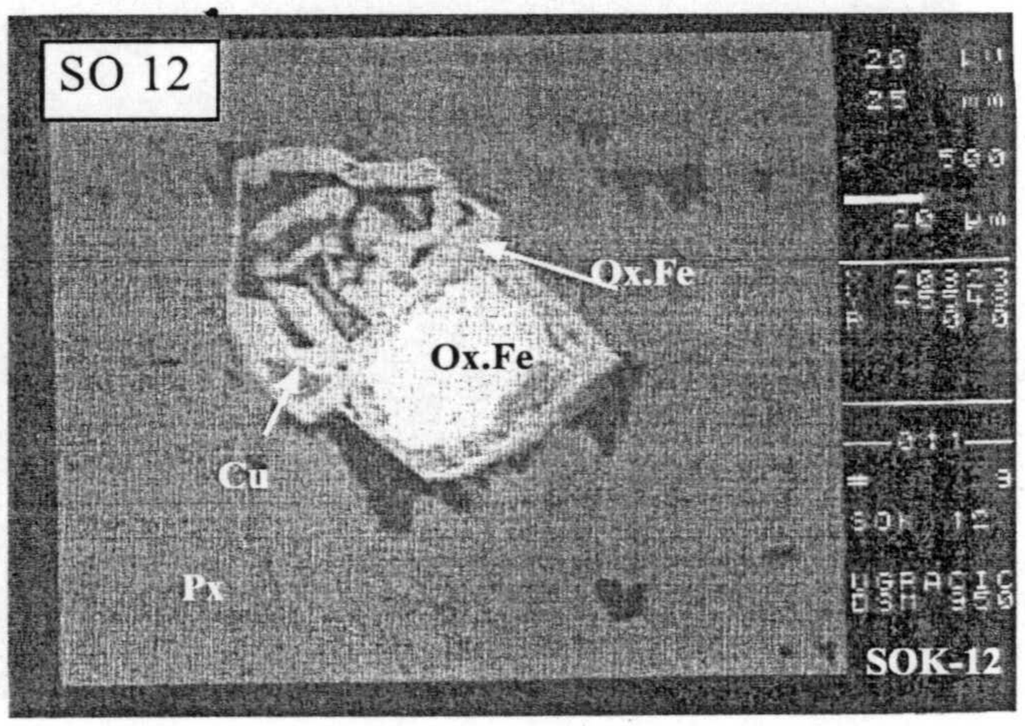




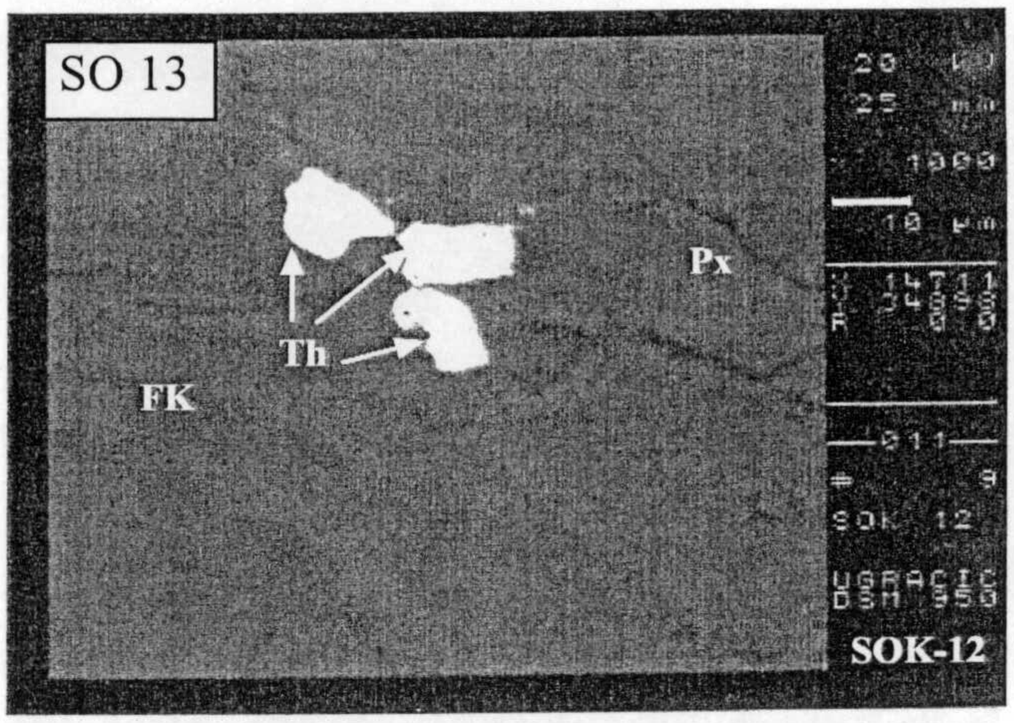


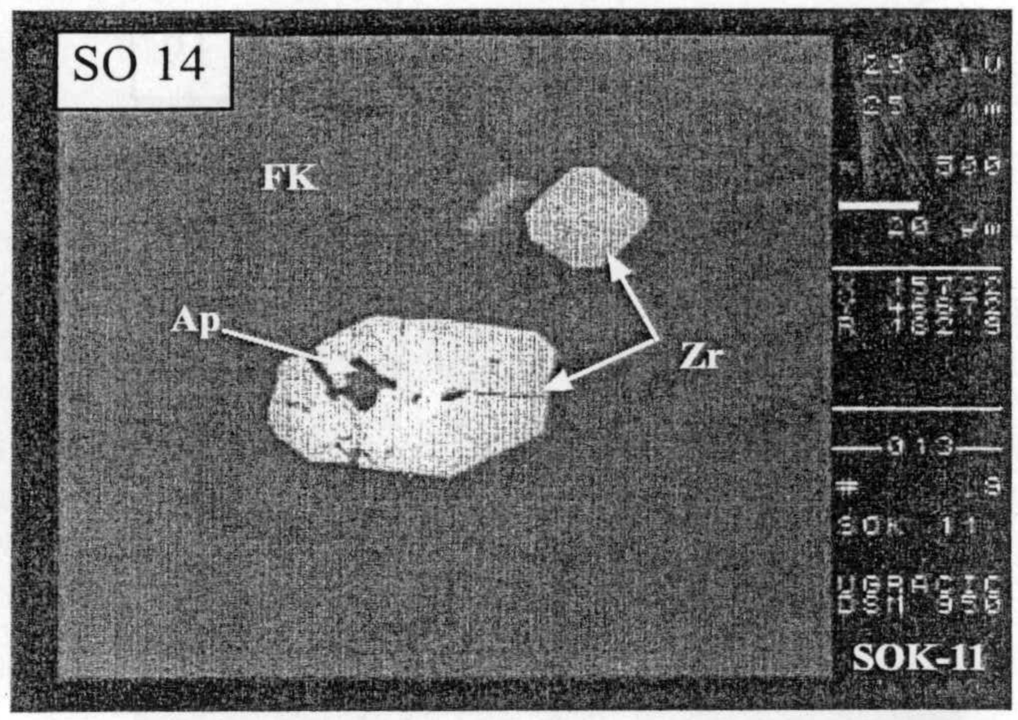


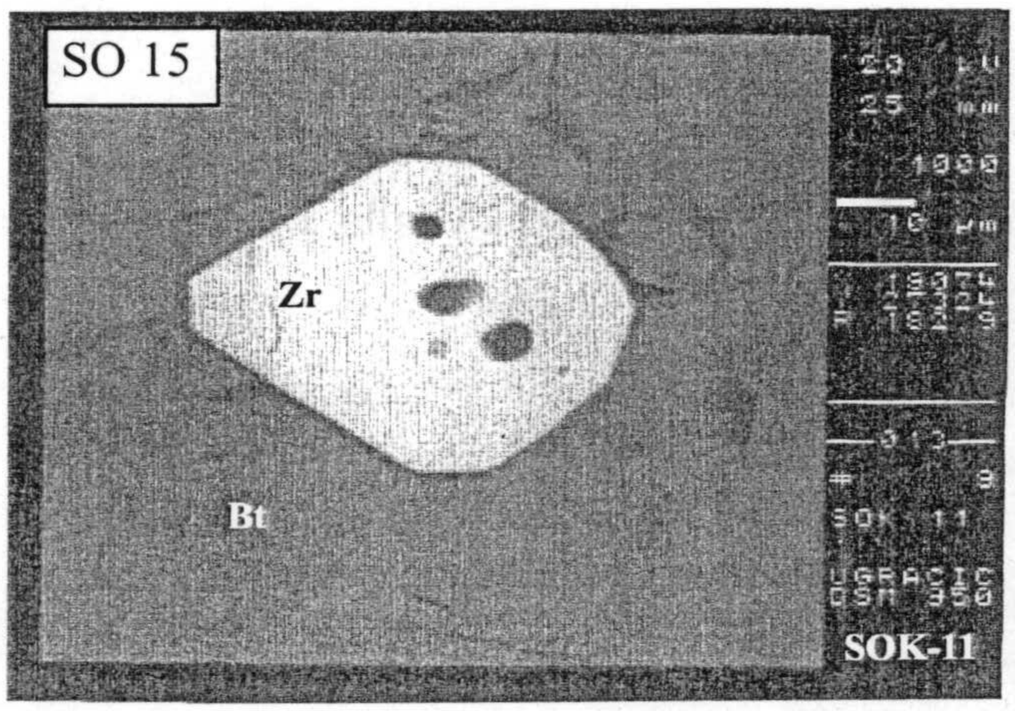


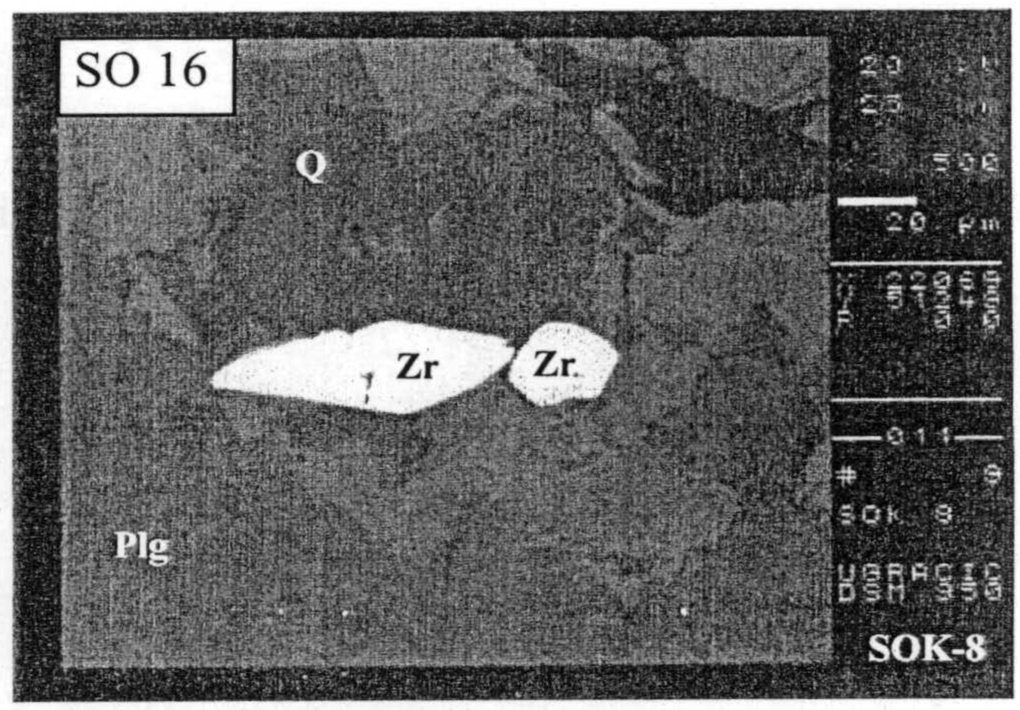


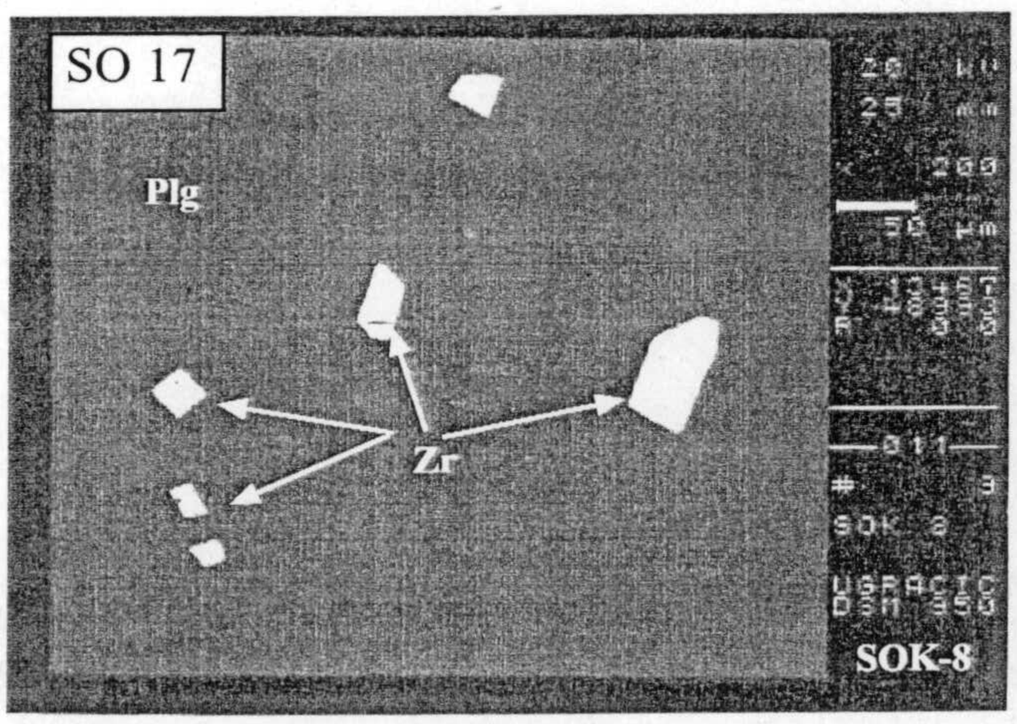
Fotos SO 1-18. Imágenes de SEM de la tonalita de Santa Olalla. II

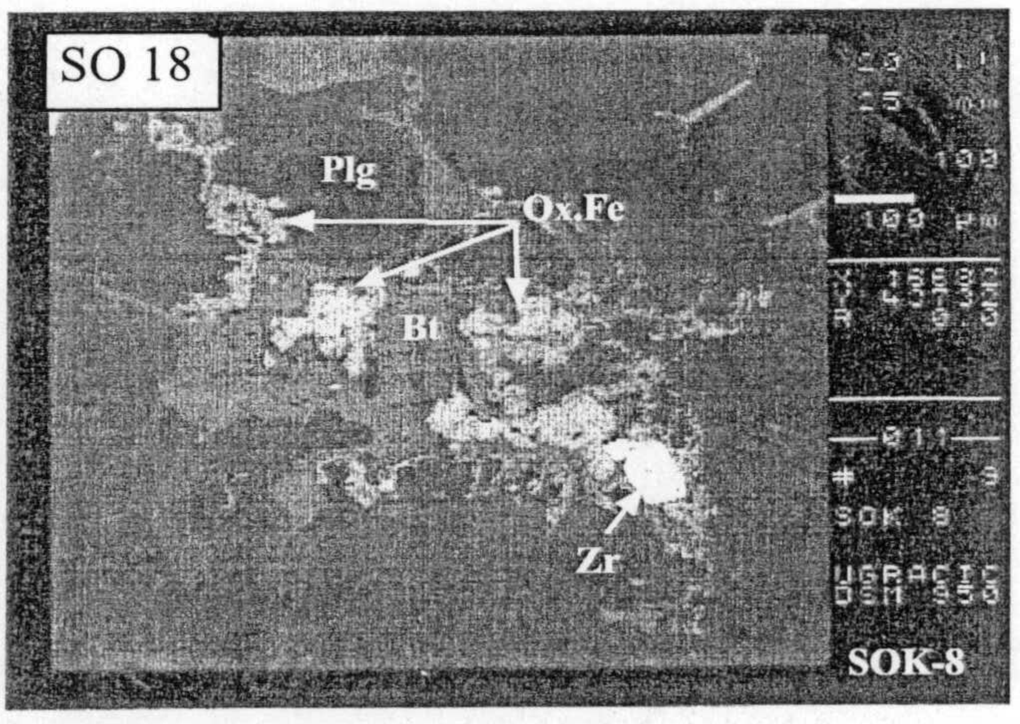




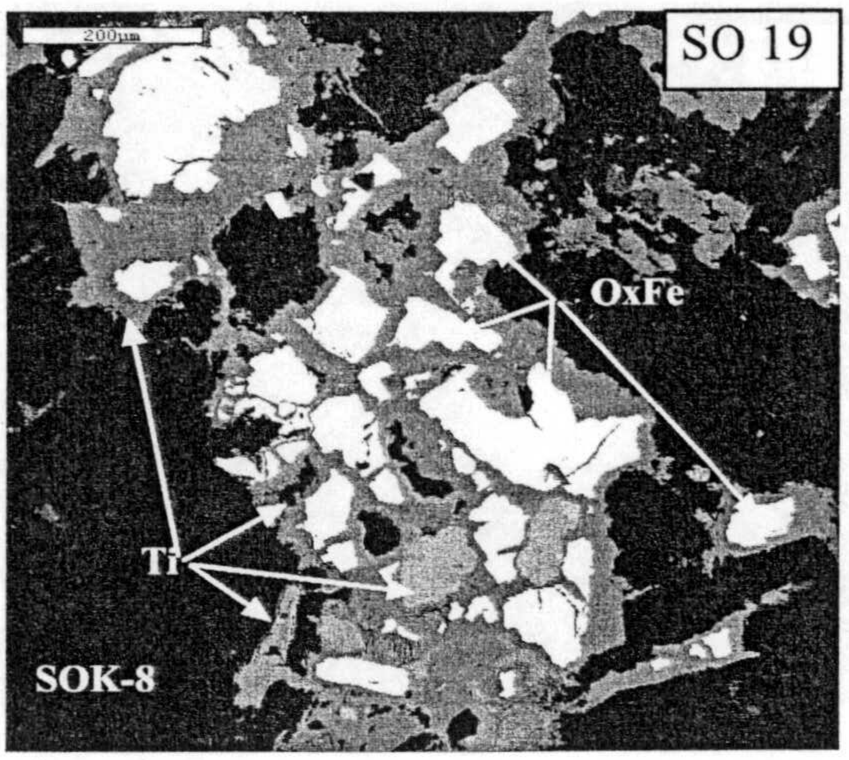


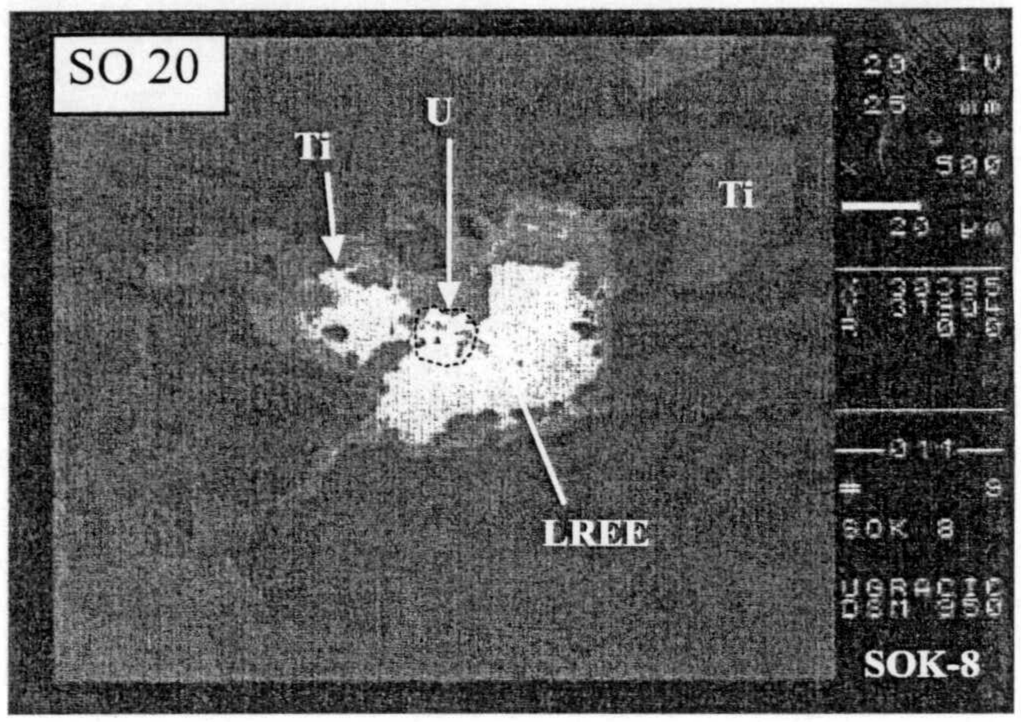






Fotos SO 1-20. Imágenes de SEM de la tonalita de Santa Olalla. III





Fotos SO 1-20. Imágenes de SEM de la tonalita de Santa Olalla. IV

VII- Stock de Teuler.

VII.1- Relaciones de campo.

El stock de Teuler se sitúa al O del Complejo plutónico de Santa Olalla, en la hoja nº 918 (Santa Olalla del Cala) del Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000. Tiene una forma subredondeada bastante irregular y no ocupa más de 3 km^2 (Mapa 3). Al E hace contacto mediante fallas con el Complejo plutónico de Santa Olalla. La zona O intruye en los materiales cámbricos vulcanosedimentarios de la Unidad de Arroyomolinos.

Se trata de un granito rosado, inequigranular, de grano fino a medio, que, en muestra de mano, presenta cristales xenomórficos de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita (Foto 34).

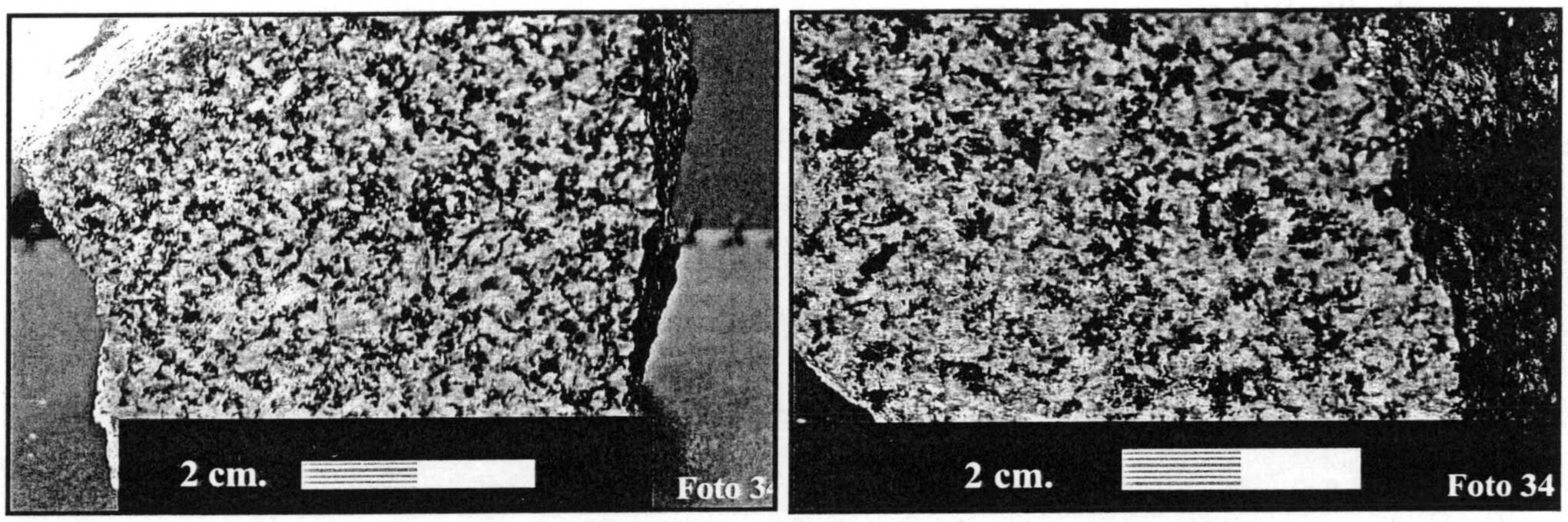


Foto 34.- Aspecto macroscópico del granito de Teuler

Tiene enclaves microgranudos de formas alargadas, con tamaños hasta de 2-3 cm y de composición granítica. Los bordes de estos enclaves no son netos sino transicionales con el granito.

En el stock de Teuler, como ocurría en el Complejo plutónico de Santa Olalla, no se observa deformación tectónica.

Según la información dada por la memoria de la hoja nº 918 (Santa Olalla del Cala) "parece que el stock de Teuler da lugar al desarrollo de una aureola térmica, aunque la superposición de la aureola del Complejo plutónico de Santa Olalla hace muy problemático establecer su intensidad". Incluso es posible que las mineralizaciones asociadas a este stock (similares a las de la mina de Cala) se deban al Complejo de Santa Olalla.

No existen datos concretos sobre la edad del stock de Teuler. Eguíluz

(1987) y Eguíluz *et al.* (1989) relacionan este cuerpo con el stock de Helechoso y rocas ácidas del Complejo plutónico de Santa Olalla. En Apalategui *et al.* (1990) se menciona la relación de este granito con otros microgranitos y pórfidos riolíticos ligados al pórfido de Valera, de edad Cámbrico medio. En este trabajo se han datado, mediante cristal único de circón, varias muestras del granito de Teuler y el resultado es una edad de 348 Ma (apartado VII.5.2).

VII.2- Petrografía.

Granitos:

Las muestras tomadas de este cuerpo se clasifican petrográficamente como granodioritas (Fig. 2). Texturalmente es una roca homófona, de grano fino a medio, holocristalina, heterogranular e hipidiomórfica. Como componentes mayoritarios (en orden decreciente de abundancia) hay cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita; como minerales accesorios hay apatito, circón, titanita, monacita, xenotima, óxidos de Fe, ilmenita y allanita.

Minerales esenciales y varietales:

Cuarzo: se presenta como cristales xenomórficos, de tamaño de grano fino a medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 2.5 mm de largo) y con bordes rectos o suturados. Algunos ejemplares presentan extinción ondulante, pero, por lo general, se trata de cristales limpios, con inclusiones de biotita, plagioclasa y feldespato potásico. El cuarzo recristalizado es muy escaso.

Feldespato potásico: la mayoría se presenta como cristales xenomórficos, con los bordes irregulares, aunque también se han observado ejemplares subidiomórficos. El tamaño de grano es variable ($\varnothing_{máx.} \approx$ 3 mm). Hay cristales con la macla de la microclina y otros no están maclados. Algunos individuos desarrollan pertitas tipo "string".

El contenido en ortosa de los cristales de feldespato es de $Or_{73\text{-}94}$ (Tabla 43) y raramente Or_{54} (Fig. 77).

Las inclusiones que tienen estos cristales son de plagioclasa, biotita y cuarzo y presentan una leve alteración a sericita por los bordes.

Plagioclasa: los cristales son subidiomórficos, con los bordes algo irregulares y tienen un tamaño de grano fino a medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 3 mm de largo). Todos los ejemplares están zonados. La mayoría, además, presentan un maclado polisintético fino, según la ley de la Albita.

La composición oscila entre An_{8-45} , en los bordes, a An_{14-49} , en los centros (Fig. 77), y, de forma general, todos presentan una zonación normal (Tabla 44).

Tienen inclusiones de cuarzo, otras plagioclasas y biotita. Los cristales de palgioclasa se alteran, por la parte central, a saussurita y pequeños cristales de moscovita.

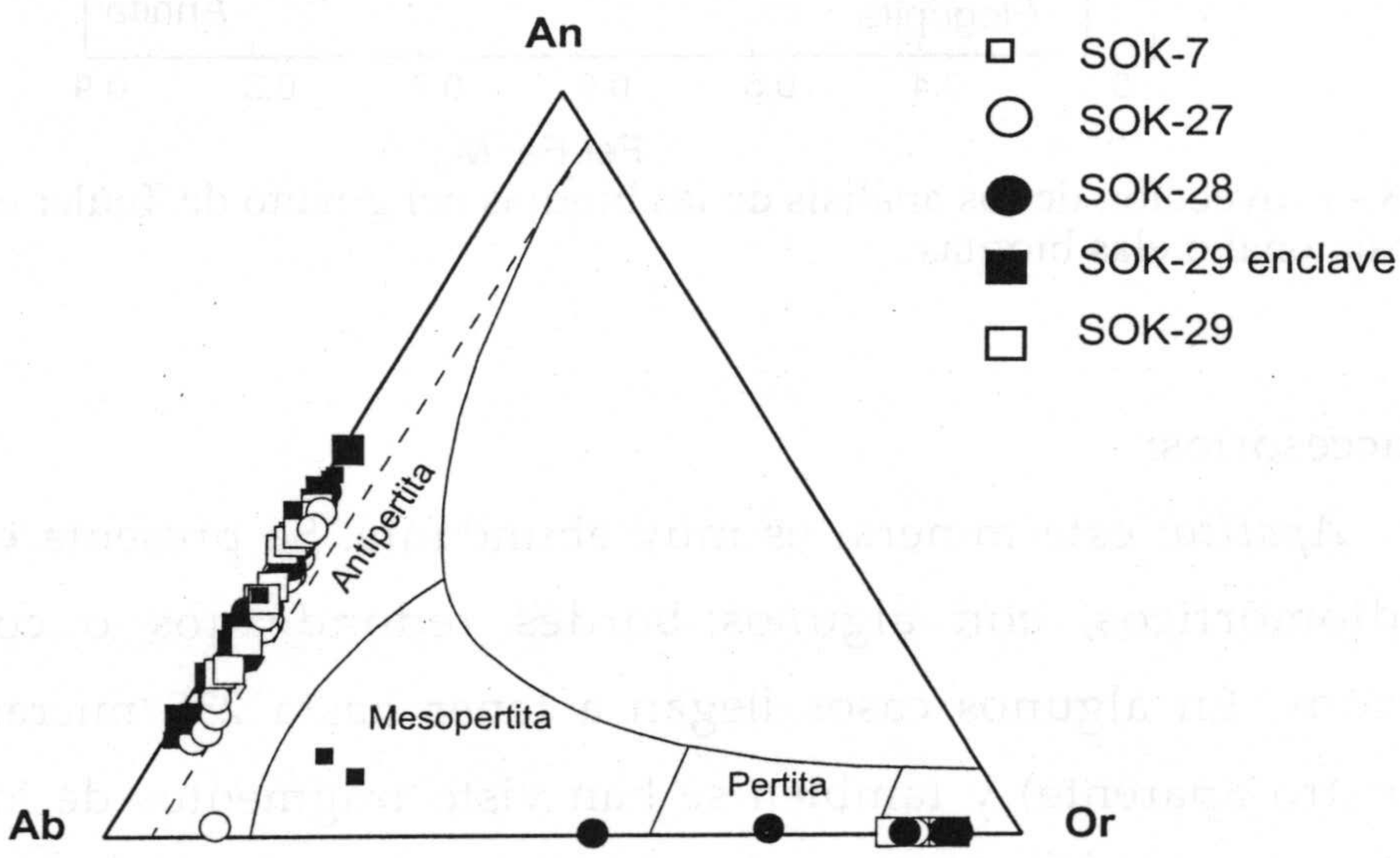


Fig. 77.- Proyección de los feldespatos del granito de Teuler en el diagrama Ab-An-Or.

Biotita: aparece en placas subidiomórficas alargadas, con los bordes irregulares y tienen un tamaño fino a medio ($\varnothing_{máx.} \approx$ 3.5 mm de largo). El pleocroismo está muy marcado, de color marrón rojizo a marrón claro, y algunos cristales presentan una leve extinción ondulante.

Composicionalmente, estas biotitas se caracterizan por tener un valor de ^{IV}Al que oscila entre 1.18 y 1.33 y una relación Fe/Fe+Mg que varía entre 0.37 y 0.54 (Fig. 78, Tabla 45).

Los cristales presentan inclusiones de apatito, circón y óxidos de Fe. Como minerales secundarios se han observado clorita y moscovita

en las zonas de borde de la biotita y, en ocasiones, hay ejemplares totalmente transformados a epidota secundaria y minerales del grupo.

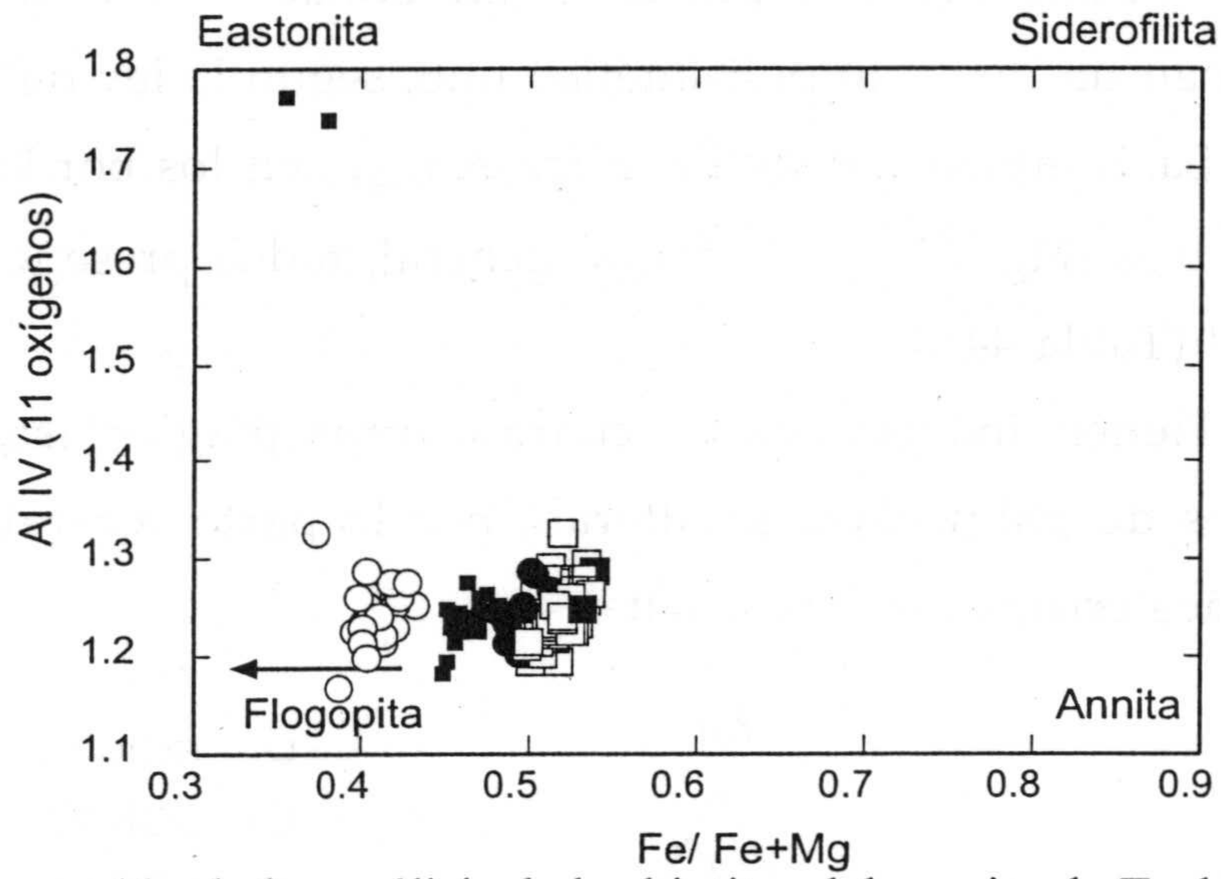


Fig. 78.- Proyección de los análisis de las biotitas del grnaito de Teuler en el plano composicional d elas biotitas.

Minerales accesorios:

Apatito: este mineral es muy abundante. Se presenta en cristales subidiomórficos, con algunos bordes redondeados o corroídos y alterados. En algunos casos llegan a tener hasta 250 micras de largo (diámetro aparente) y también se han visto fragmentos de los mismos. Se observan tanto de forma intersticial, como incluidos en biotita. Además, se encuentran relacionados con monacita y allanita (Fotos Te3, 4 y 9). Algunos cristales tienen inclusiones de torita.

Circón: se presenta en cristales generalmente idiomórficos (Foto Te2), más raramente subidiomórficos con los bordes redondeados; muchos ejemplares están fracturados. En general, tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300 micras de largo. Al igual que el apatito, aparecen de forma intersticial, incluidos en biotita y también forman parte de los agregados de minerales accesorios (Foto Te8). En algunos casos aparecen intercrecidos con allanita y con xenotima (Foto Te1).

Titanita: es un mineral escaso. Los cristales son subidiomórficos, con algunos bordes redondeados o corroídos y alterados. El tamaño varía entre $\varnothing \approx$ 100-150 micras, aunque hay algunos ejemplares de 0.5

mm (Foto Te3). Se presentan de forma intersticial, asociados con otros minerales accesorios.

Allanita: aparece tanto en cristales subidiomórficos zonados, que tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 80 micras, como en fragmentos de los mismos. Este mineral también se observa intercrecido con circón (Foto Te1).

Monacita: aparece en cristales subidiomórficos, de hasta 250 micras de largo (Fotos Te5, 6 y 7). En algunos casos tienen los bordes alterados e intercrecidos con apatito y allanita (Fotos Te3, 4 y 9). Forman agregados con otros minerales accesorios como apatito, titanita, circón, óxidos de Fe, ilmenita y xenotima (Fotos Te6, 7 y 8) y también están incluidos en minerales mayoritarios como biotita y feldespatos (Fotos Te3 y 4).

Xenotima: este mineral se observa en forma de cristales xenomórficos, con los bordes redondeados y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 40 micras. Aparecen en agregados, junto con óxidos de Fe, monacita y circón (Fotos Te7 y 8), y también se han visto intercrecidos con este último (Foto Te1).

Ilmenita: aparece en cristales subidiomórficos, con los bordes angulosos y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 300 micras. Suelen estar formando parte de los agregados de minerales accesorios, junto con apatito, circón, titanita, monacita y óxidos de Fe.

Óxidos de Fe: son muy abundantes en estas rocas. Aparecen en cristales idiomórficos a subidiomórficos, con los bordes angulosos y tienen un tamaño $\varnothing_{máx.} \approx$ 200 micras. En ocasiones presentan inclusiones de monacita (Foto Te6) y están incluidos, a su vez, en biotitas; además aparecen de forma intersticial, formando parte de los agregados de minerales accesorios (Fotos Te5, 7, 8 y 9).

Localmente, también se han observado acumulaciones de Th (Foto Te2), U y Pb.

Finalmente se han observado carbonatos secundarios rellenando algunos huecos y grietas.

Enclaves:

Petrográficamente estos enclaves se clasifican como monzogranitos o cuarzo-monzonitas. Texturalmente son muestras granudas, holocristalinas, hipidiomórficas, equigranulares, de tamaño de grano fino. Como minerales mayoritarios presentan cristales xenomórficos de plagioclasa y biotita y, en menor proporción, cuarzo y feldespato potásico. Como minerales accesorios solo hay óxidos de Fe similares a los del granito, apatito acicular incluido en plagioclasa, y circón, tanto incluido en biotita, como de forma intersticial. Por lo general estos enclaves están más alterados a sericita y epidota secundaria que el resto de la roca. Se han analizado los mismos minerales en las dos partes (granito y enclaves) y no se han observado diferencias composicionales (Tablas 44 y 45).

VII.3- Geoquímica.

VII.3.1- Elementos mayores.

En el stock de Teuler se han tomado 6 muestras para análisis de roca total (Tabla 46) y, debido a la posible relación con el Complejo plutónico de Santa Olalla, se ha optado por incluirlas en los diagramas junto con las muestras de éste.

Se trata de rocas con valores de Na_2O muy similares a K_2O y un valor de ISA entre 1.09-1.15. Estas muestras del stock de Teuler son las más ácidas, con valores parecidos, en muchos casos, a los de la facies granítica del Plutón principal de Santa Olalla. En algunos elementos completan la serie diferenciada de las tonalitas, pero hay una separación importante entre los dos grupos. Para TiO_2, FeO, CaO, MnO y MgO las correlaciones son negativas, menos claras son las de Al_2O_3 y P_2O_5 y para K_2O y Na_2O son positivas (Fig. 66a).

En el diagrama TAS los análisis proyectan como rocas subalcalinas, en el campo de granitos *ss* y en el de granodioritas (Fig. 67). En el diagrama A-B (Fig. 68) se clasifican dentro del campo III, granitos peralumínicos con biotita. También se clasifican como granitos y monzogranitos en el diagrama de O´Connor, modificado por Barker (1979), (Fig. 69) y todos muestran una

tendencia calcoalcalina según el diagrama AFM (Fig. 70).

Al proyectar en el diagrama de discriminación tipológica FD2-FD1, para %p. SiO_2 64-70, las muestras están en el campo Va, de granitos S con cordierita (Fig. 79).

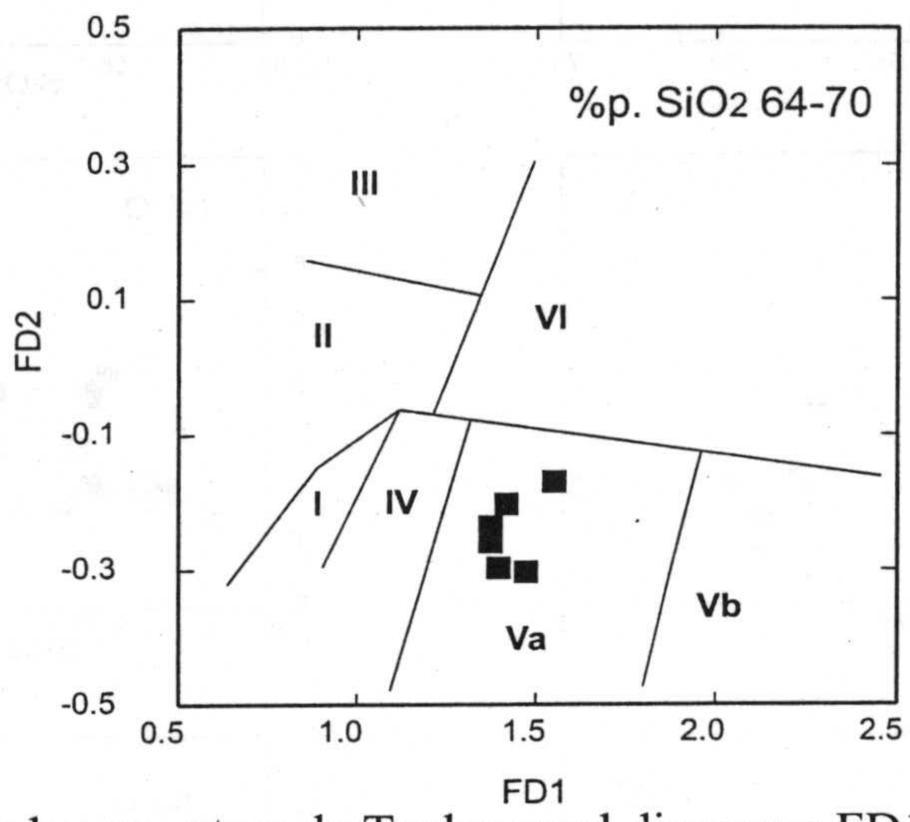


Fig. 79.- Proyección de las muestras de Teuler en el diagrama FD1/FD2 de discriminación de granitos (Bea *et al.*, 2001). Nomenclatura igual que en la Fig.10.

Además de las muestras recogidas en el Complejo de Santa Olalla y en el stock de Teuler, se han utilizado los análisis de muestras de Helechoso del trabajo de Casquet (1980), y también las del stock de Aguablanca, para ver que relación existe entre las mismas. El stock de Helechoso (0.5 km^2), situado al N de Aguablanca (Mapa 3), es un granito zonado cuya facies central es similar al stock de Teuler y la facies de borde tiene carácter porfídico con algunas zonas que han sufrido un intenso metasomatismo (como la muestra MOK-55).

Se han proyectado todos estos análisis en los diagramas de Harker para elementos mayores y el resultado es el que se observa en la figura 80. Las tendencias descritas para las muestras del Plutón principal de Santa Olalla y el stock de Teuler se mantienen, distrubuyéndose los análisis de Aguablanca desde el extremo más básico a la zona intermedia, y las muestras de Helechoso en el extremo más ácido. Con todos estos datos podría hablarse de una serie calcoalcalina de diferenciación continua entre los diferentes cuerpos.

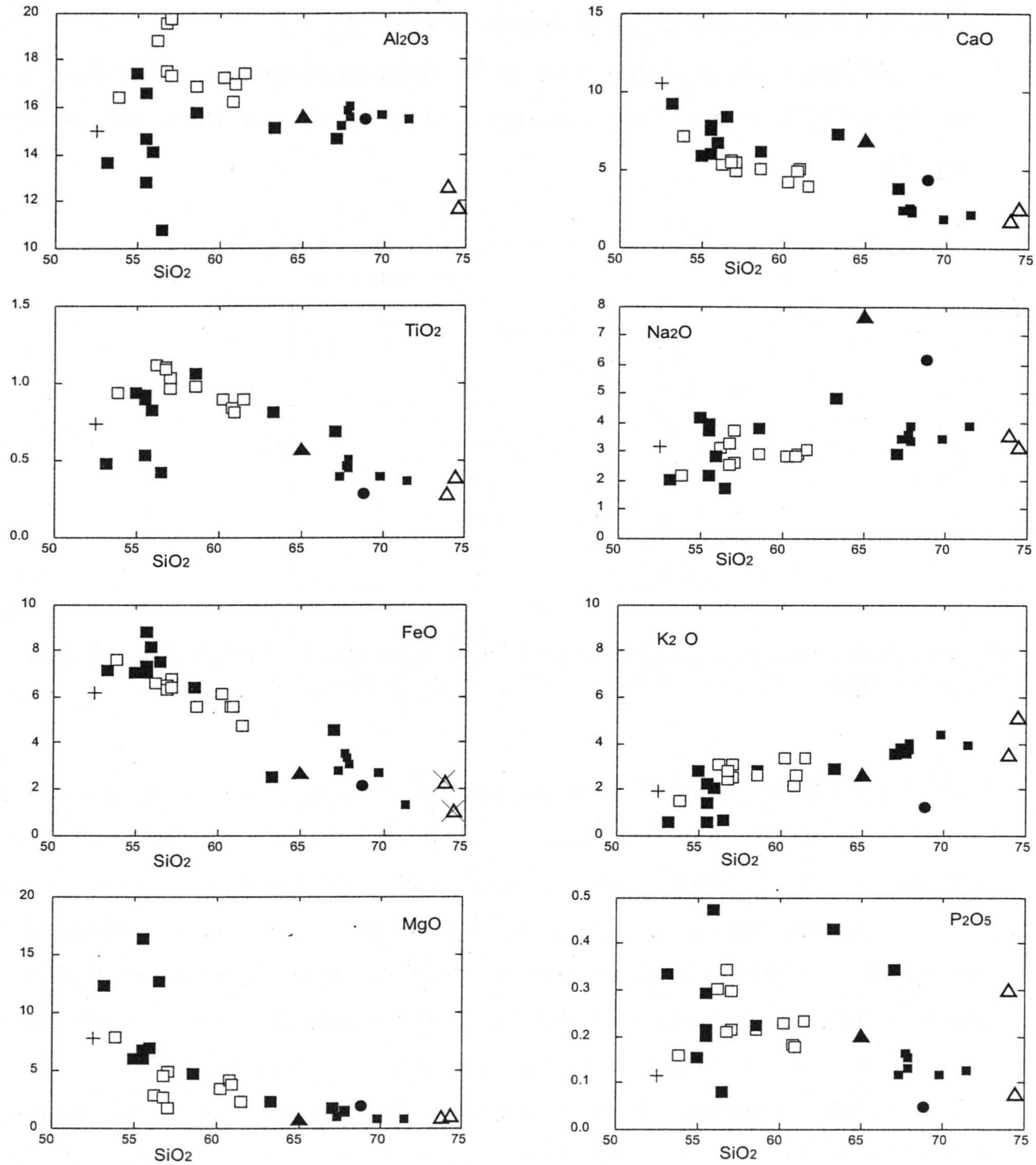


Fig. 80.- Diagramas de Harker para elementos mayores del C.P.S.O y Stock de Teuler.

VII.3.2-Elementos traza.

El stock de Teuler presenta la siguiente composición de elementos traza, tomando como valores de referencia los de la media de la Corteza continental (Fig. 82, Tabla 5):

Li: la concentración en este elemento es alta y muy variable de una muestra a otra, los valores van desde 9.4 a 72 ppm (Tabla 46).

Rb, Cs y Tl: estas rocas tienen unas concentraciones de moderadas a altas para Rb (127 ppm) y moderadas para Cs (3.3 ppm) y Tl (0.5 ppm). Se han calculado las relaciones K/Rb, Cs/Rb y Tl/Rb y no hay valores muy diferentes entre las muestras; Tl/Rb es siempre cero, la media de Cs/Rb es 0.03 y la de K/Rb es 266.

Be: el contenido en este elemento va de moderado a alto, con valores entre 2.7 y 4.9 ppm.

Sr y Ba: las cantidades de estos elementos varían de una a otra muestra. Así, Sr tiene un valor bajo, entre 106 y 207 ppm, y junto con las muestras de Santa Olalla parecen tener una correlación ligeramente negativa con la sílice (Fig. 80). Ba tiene una concentración más alta, entre 516 y 965 ppm, y, al igual que en el resto de elementos que se han descrito (menos Sr), no se aprecia ninguna correlación con SiO_2.

Sc, V, Cr, Ni, Cu y Zn: las concentraciones en estos elementos son variables de una muestra a otra, pero siempre bajas (Sc=6.88-14.6 ppm, V=24-58 ppm, Cr=13-55 ppm, Ni=8.5-22 ppm, Cu=1.4-5.3 ppm y Zn=5.6-21 ppm). Todos estos elementos muestran una clara correlación negativa con la sílice, si tomamos en cuenta, también, las muestras del Complejo.

Ga e Y: de nuevo los contenidos en estos elementos son muy variables y de un carácter moderado-alto. Ga oscila entre 14 y 20 ppm y parece tener una correlación negativa con SiO_2 e Y varía entre 13 y 28 ppm sin que se aprecie ninguna tendencia en los diagramas de Harker.

Nb y Ta: ambos elementos tienen valores diferentes de una muestra a otra, Nb tiene unas concentraciones entre 2.9 y 16 ppm y Ta entre 0 y 1.9 ppm, es decir bajas-moderadas. Solo Ta parece tener una correlación con la sílice y esta es positiva.

Sn y Mo: los contenidos en ambos elementos son bajos y muy diferentes entre las muestras, Sn oscila entre 0 y 3.1 ppm y Mo entre 0 y 0.9 ppm.

Ninguno marca ninguna correlación con la sílice.

Zr y Hf: las concentraciones de estos dos elementos son moderadas. El valor medio de Zr es 200 ppm y el de Hf 6.2 ppm. Ninguno de los dos elementos muestra correlaciones con SiO_2.

Pb: este elemento presenta unos valores de moderados a altos en estas muestras, pero variables de una a otra, entre 8.6 y 18 ppm. Parece existir una ligera correlación negativa con SiO_2.

U y Th: la concentración de U es variable, entre 1.5 y 5.8 ppm y la de Th entre 11 y 15 ppm y ninguno tiene una buena correlación con la sílice. Se ha calculado la relación Th/U y también da valores distintos entre las muestras, entre 2.4 y 7.4, es decir por encima y por debajo de los valores mantélicos de 3.7 (McDonough y Sun, 1995).

REE: los contenidos medios de tierras raras no son muy altos (ΣREE = 176 ppm). En los diagramas normalizados de REE la fraccionación tampoco es muy alta (La_N/Lu_N oscila entre 11-22), ni para LREE (La_N/Sm_N=3.8-4.3) ni para HREE (Gd_N/Lu_N=1.8-3.2). Todas las muestras presentan anomalías negativas de Eu (Eu/Eu*=0.7-0.5). En general, todos los espectros son parecidos, estando la mayor diferencia en el contenido en HREE (Fig. 81).

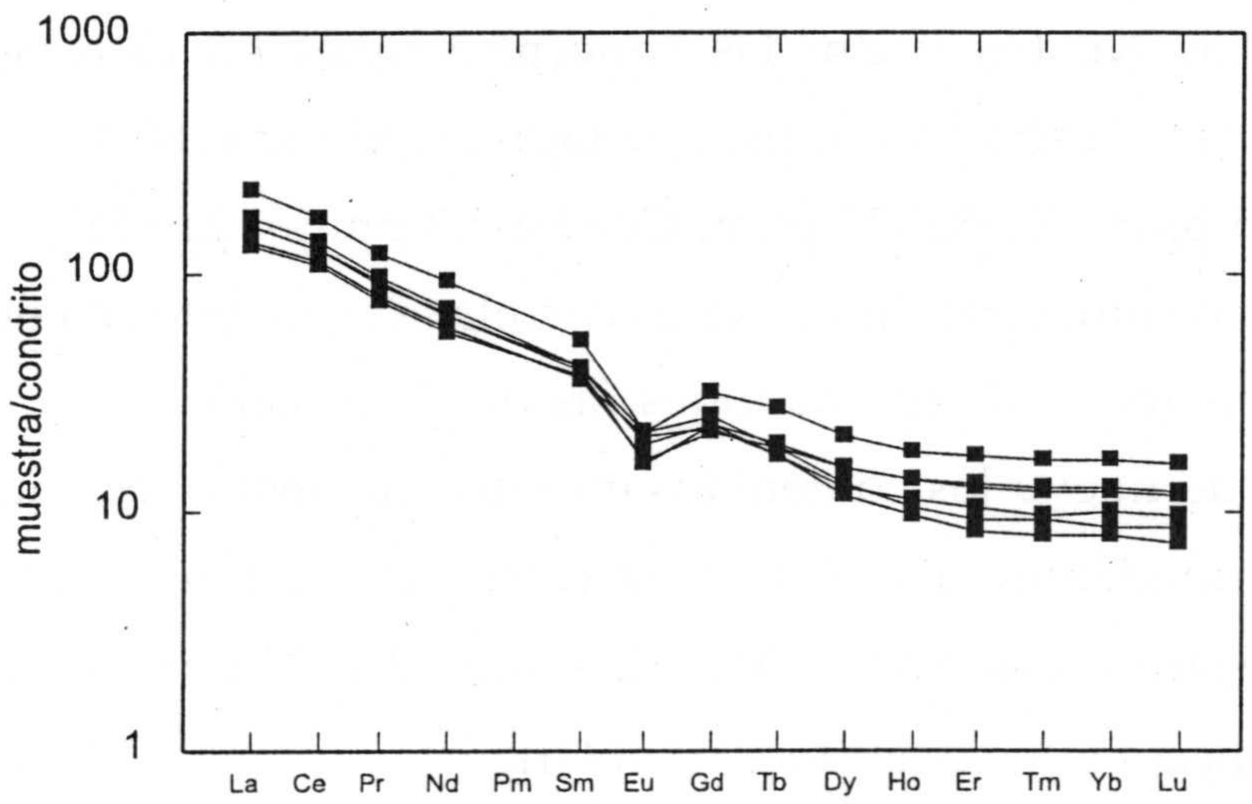


Fig. 81.- Diagrama normalizado de REE para el granito de Teuler.

Comparando con los valores de la tonalita de Santa Olalla, el granito de Teuler tendría unos valores intermedios entre los dos grupos de muestras definidos, aquellas tomadas en la zona central y en la parte O, aunque con una anomalía de Eu más marcada (Tabla 46 y Fig. 72-81).

Nd-Th: esta relación es muy similar de una muestra a otra, entre 2 y 2.5, es decir con valores inferiores a 2.6, que es valor esperado para materiales corticales con monacita (Bea y Montero, 1999).

En la normalización de las muestras de Teuler a la Corteza continental (Fig. 82) los espectros son parecidos a los de las tonalitas de Santa Olalla, especialmente a aquellas muestras recogidas en la zona O. Las mayores diferencias, entre los dos cuerpos, se dan en los valores de Sr, Eu, HREE, V, Sc y Ni que son inferiores en el stock de Teuler. En definitiva, podemos afirmar que la signatura de elementos traza de Teuler es típicamente cortical, muy similar a la de los granitos de la Zona Centroibérica.

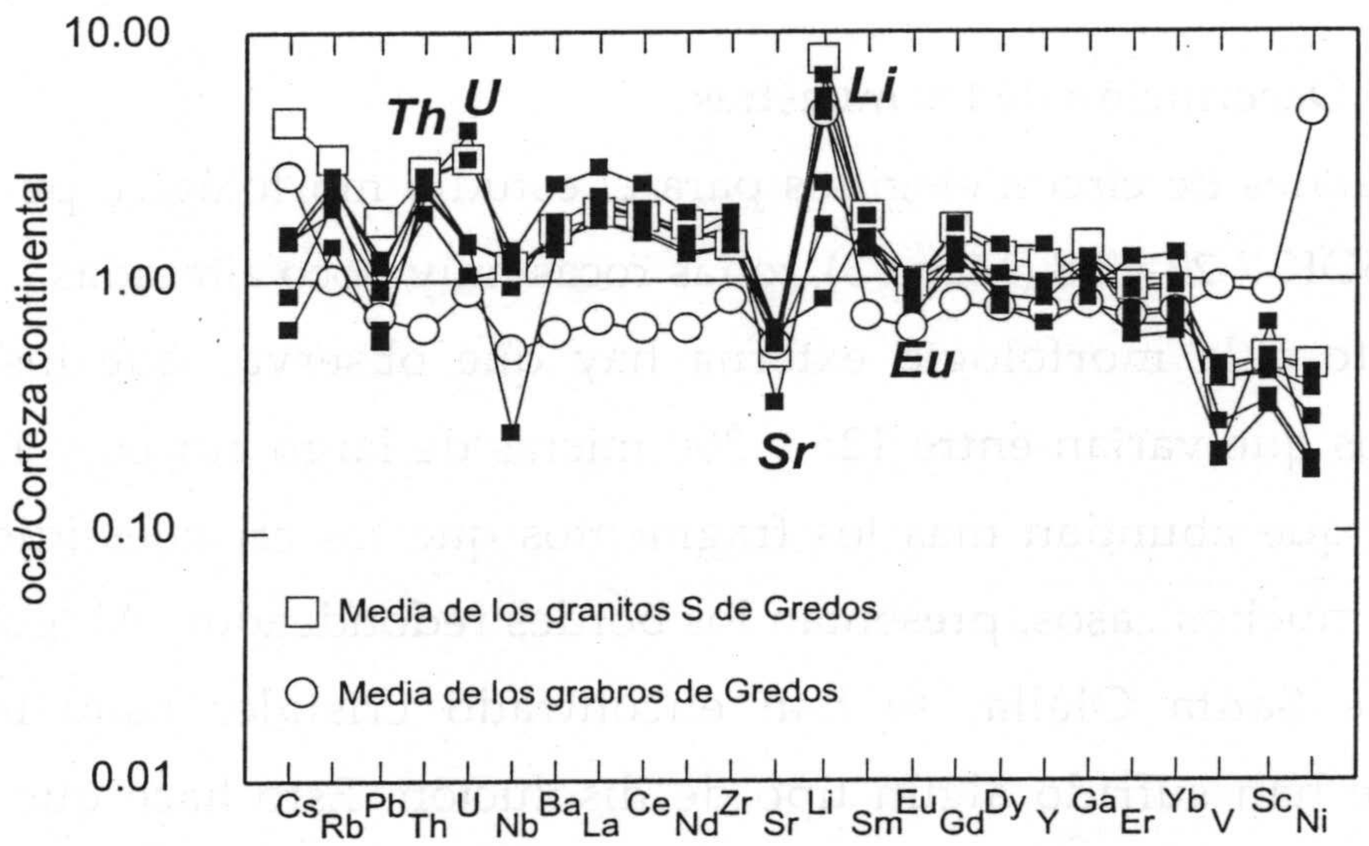


Fig. 82.- Normalización del granito de Teuler a la media de la Corteza continetal.

VII.4- Isótopos de Sr y Nd.

Como en cuerpos anteriores se han analizado diferentes muestras (SOK-27 y 29), se han obtenido las concentraciones de Rb y Sr y se han calculado las relaciones $^{87}Rb/^{86}Sr$ y $^{87}Sr/^{86}Sr$ y el valor de εSr para una edad de 348 Ma (Tabla 48). Se puede observar que las concentraciones de Rb varían poco, y menos las de Sr, por lo que el cálculo final de $^{87}Rb/^{86}Sr_{348}$ es muy similar en las dos muestras, 0.7093-0.7094, al igual que el valor de εSr_{348}, que varía entre 73.31 y 75.07. Estos resultados, muy parecidos a los obtenidos en la tonalita de

Santa Olalla, indican que el granito de Teuler tiene unas características isotópicas propias de granitos de origen cortical.

De la misma manera se han obtenido las concentraciones de Sm y Nd en las rocas seleccionadas y se han calculado las relaciones $^{147}Sm/^{144}Nd$, $^{143}Nd/^{144}Nd$ y el valor de εNd_{348} (Tabla 49). La relación media $^{143}Nd/^{144}Nd$ es de 0.511796 y el valor de εNd_{348} es de -7.6905, lo que indica, de nuevo, un importante aporte de material cortical.

VII.5- Geocronología.

VII.5.1- Descripción de las muestras.

Los cristales de circón elegidos para el estudio morfológico pertenecen a las muestras SOK-7-27 y 28 (Mapa 3), todas rocas muy poco alteradas.

Respecto a la morfología externa hay que observar que los cristales tienen tamaños que varían entre 125 y 300 micras de largo por 60 y 125 micras de ancho, aunque abundan más los fragmentos que los cristales idiomórficos enteros, y, en muchos casos, presentan los bordes redondeados. Al igual que en la tonalita de Santa Olalla, se han encontrado cristales esqueleto, muy corroídos, que han sufrido algún tipo de disolución. Esto hace que el cristal sólo conserve algunas caras y se presente con un aspecto escalonado bajo el microscopio y la lupa. En general, son de color amarillo-pardo y transparentes, ligeramente oxidados y con numerosas inclusiones. Los morfotipos (según la clasificación de Pupin *et al.*, 1978) más abundantes son P1, P2, P3, y en menor proporción G1, S6 y S11 (Fig. 83a). Estos dos últimos morfotipos proyectan en el campo de granitos calcoalcalinos y las formas P y G representarían circones de cristalización más tardía (Pupin, 1980) (Fig. 83b).

En catodoluminiscencia se han estudiado, de nuevo, secciones paralelas al eje C (paralelas a 100 y 110) y también dos ejemplares con secciones perpendiculares que reflejan una evolución similar al resto de cristales (Fotos SOK-28/22 y 23). Se ha observado que todos presentan zonados magmáticos más o menos desarrollados y una historia de evolución parecida. Tanto los que

presentan núcleos heredados (Fotos SOK-7/2, 7, SOK-28/9 y 19), como los que tiene una zona central sin zonado (pudiera ser un núcleo recristalizado) (Fotos

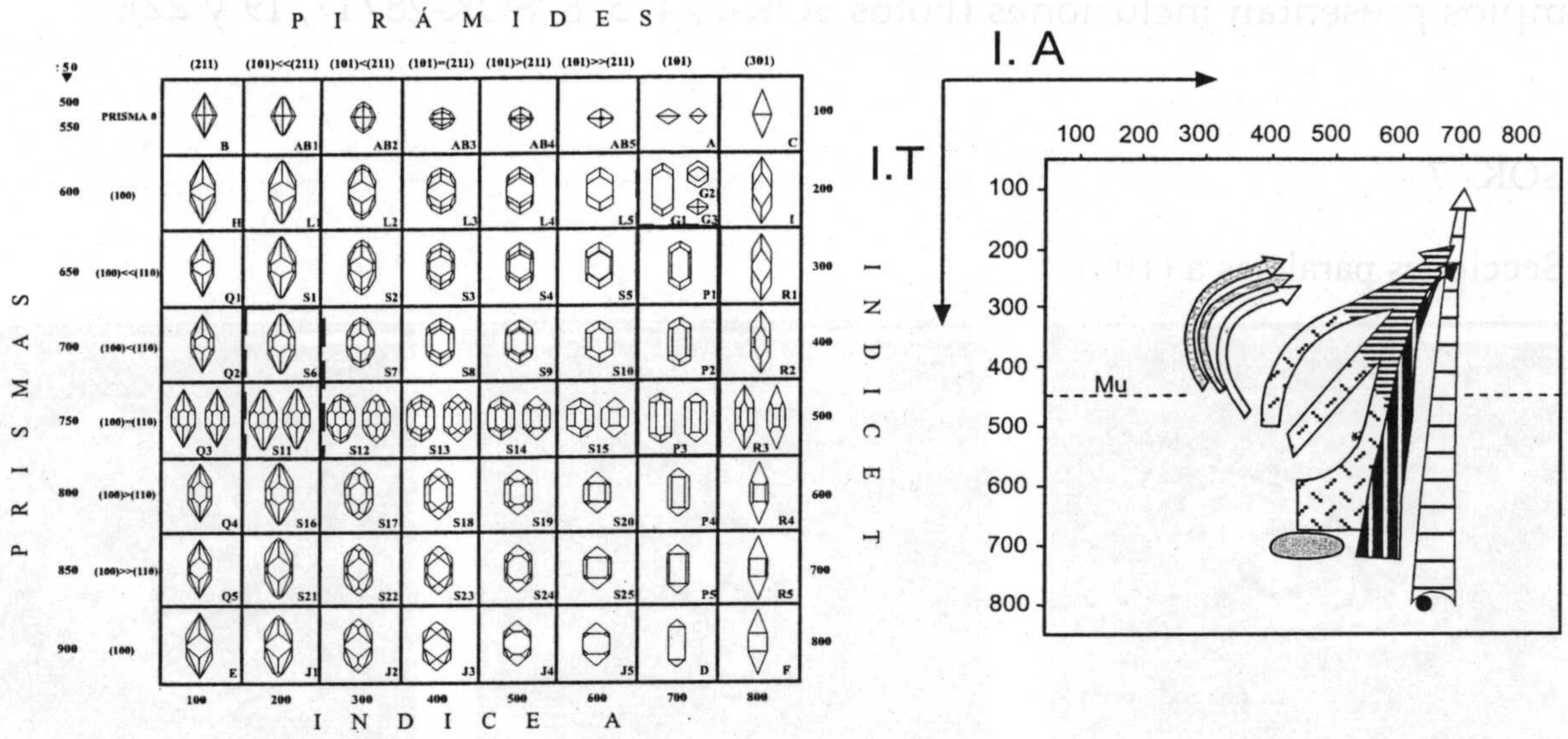


Fig. 83.- Diagramas de Pupin *et al.*, 1978 y Pupin, 1980. Explicación en la Fig.14. En rojo se señalan las muestras de Teuler.

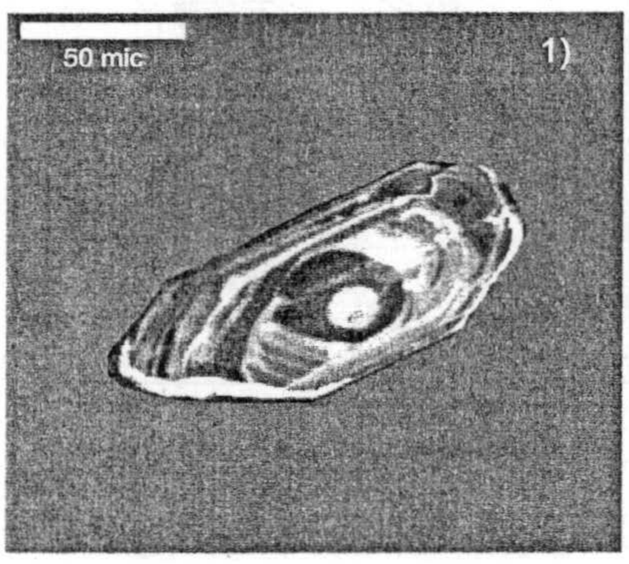
SOK-7/6 y SOK-28/18), tienen alrededor una banda irregular (dentada) debido, posiblemente, a un proceso de disolución-corrosión, luego el crecimiento zonado continúa y en algunos casos se observa que los procesos de disolución se repiten tanto en zonas intermedias, como en las de borde. La última fase de crecimiento viene representada, en muchos casos, por una zona poco luminiscente, de diferente grosor según los cristales y sin zonado. También se observa que el espacio entre una banda de zonado y otra suele ser diferente (la interpretación varía según los autores- ver apartado II.5.1).

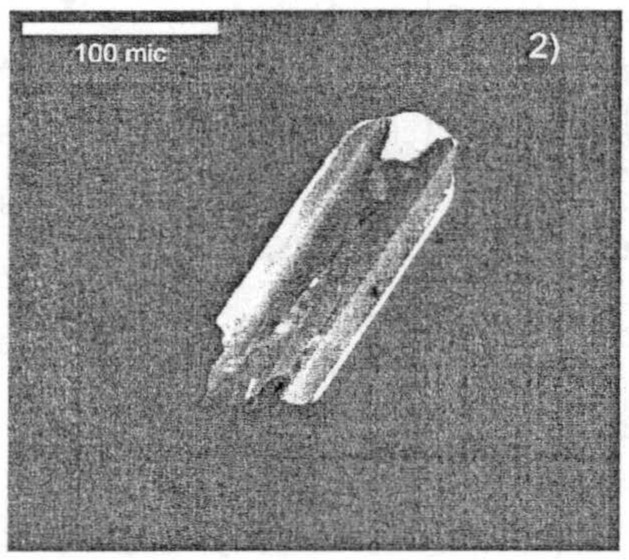
Además, se aprecian zonas blancas brillantes (dominios con menor contenido en diferentes elementos como Y, U, Th, Hf- Koschek, 1993; Chemale *et al.*, 1996, Hanchar y Miller, 1993; Hinton y Upton, 1991; Pidgeon, 1992) que suelen corresponder con dominios parcial o totalmente recristalizados donde se pierde parte o todo el zonado. Así, en las fotos SOK-28/9 y 12 se ven zonas con forma de zig-zag y zonados sectoriales (Fotos SOK-28/11, 13, 15, 16, 18, 20 y 21), que también se interpretan como fluctuaciones en la tasa de crecimiento de las diferentes formas. Hay otras zonas brillantes más irregulares (Fotos SOK-7/2, 3, 4 y SOK-28/19) que estarían más bien relacionadas con procesos de corrosión y recrecimiento (nomenclatura según Vavra, 1996). Algunos cristales presentan un zonado diferente (foto SOK-7/7),

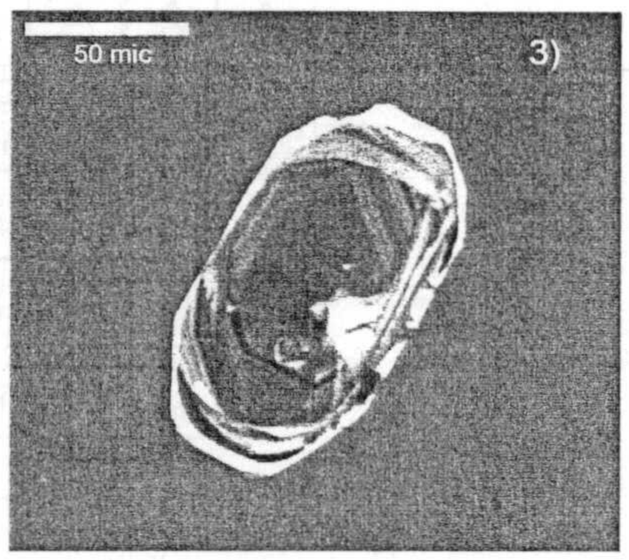
como festoneado, que se interpreta como debido a fenómenos de reabsorción o asimilación de impurezas durante el crecimiento (Vavra, 1996). Muchos de los ejemplos presentan inclusiones (Fotos SOK-7/4, 5, 8, SOK-28/17, 19 y 22).

SOK- 7

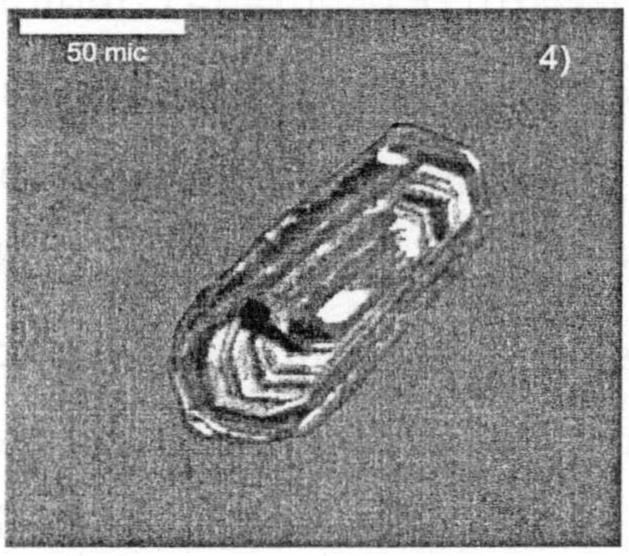
Secciones paralelas a (100)

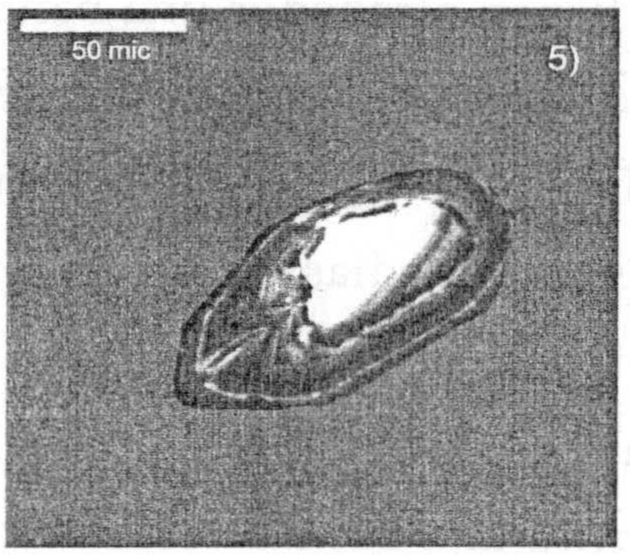


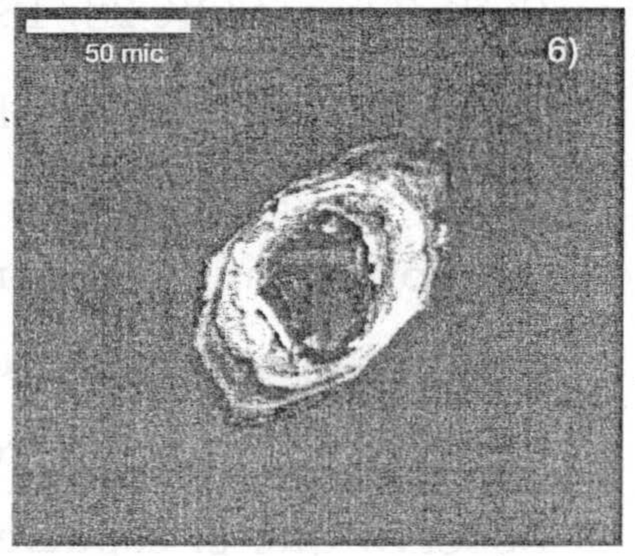


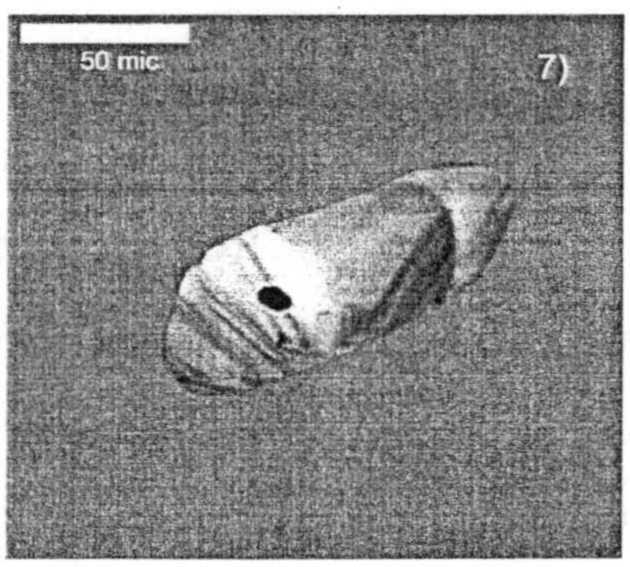


Secciones paralelas a (110)



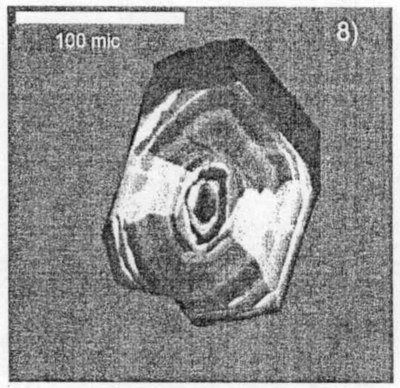


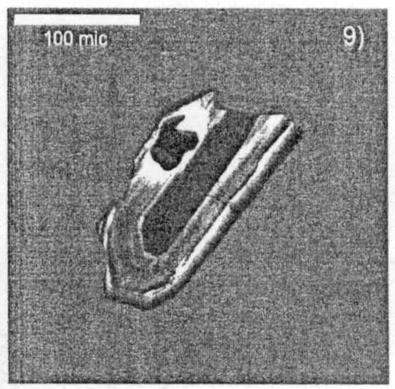


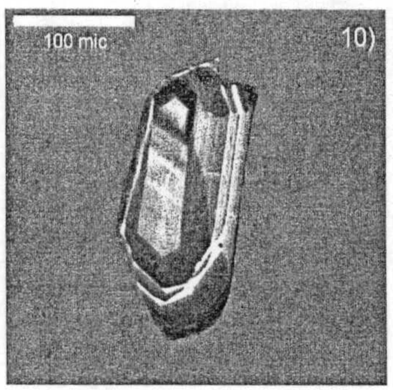


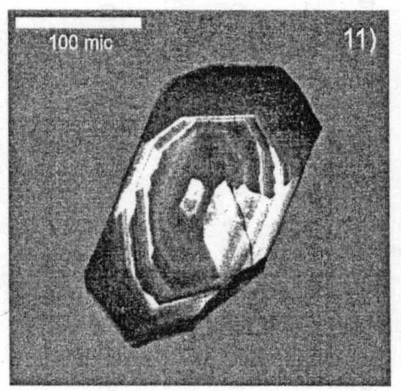
Fotos SOK-7 (1-7) del stock de Teuler. Imágenes de catodoluminiscencia.

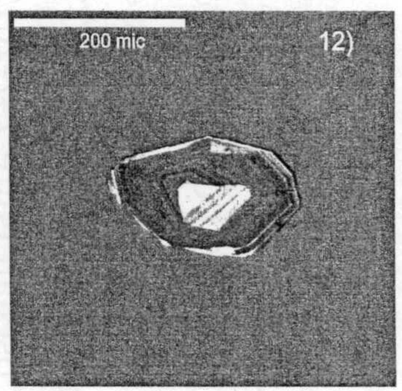
Secciones paralelas a (110)



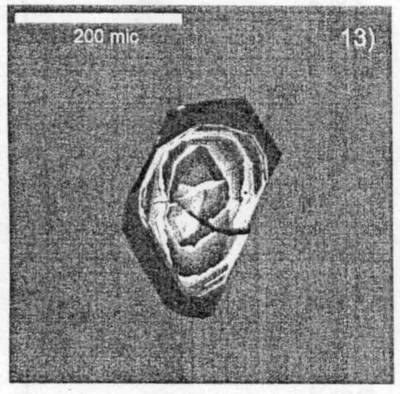


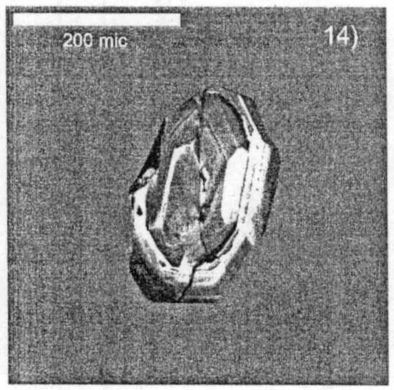


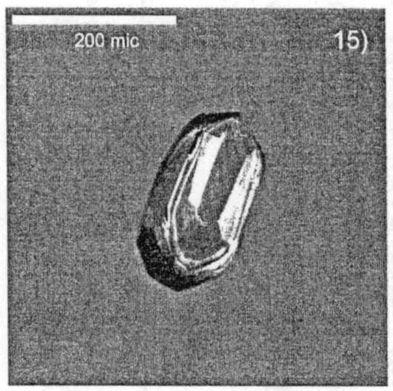


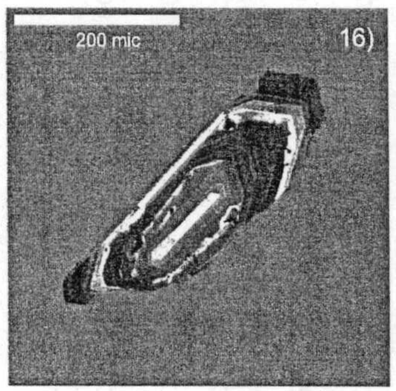


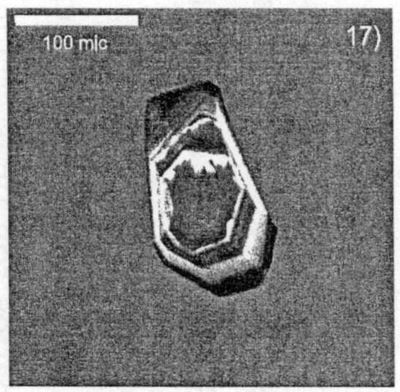
Sección paralela a (100)



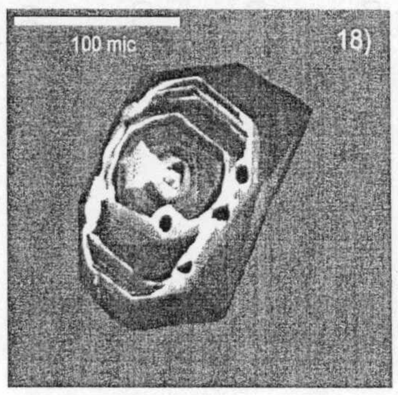


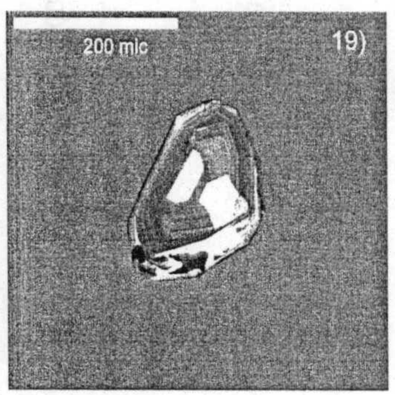


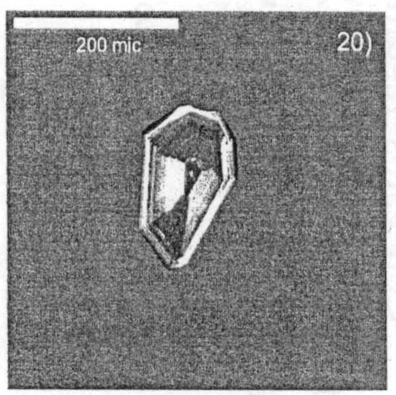




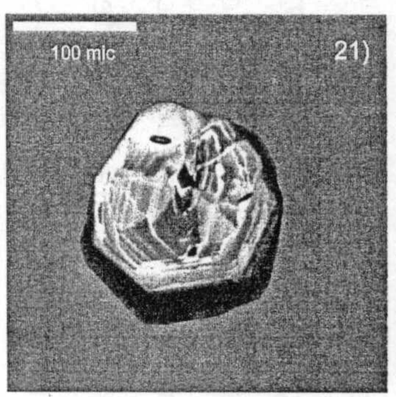
Secciones paralelas a (100)

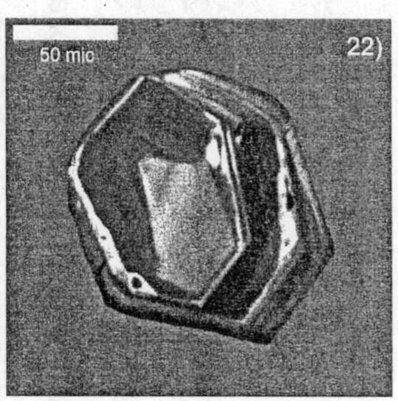






Secciones basales





Fotos SOK-28 (8-22) del stock de Teuler. Imágenes de catodoluminiscencia.

VII.5.2- Dataciones.

Se han obtenido datos de medidas en seis circones de tres muestras diferentes, SOK-7, SOK-28 y SOK-29 (Tabla 50), y el resultado final es una edad media para el stock de Teuler de 348±4 Ma (2σ), calculada sobre un total de catorce pasos de evaporación (Fig. 84). Dos de los cristales de la muestra SOK-7 han presentado núcleos heredados con unas edades que oscilan entre 747-2013 Ma; SOK-7(3) era un fragmento transparente y claro y SOK-7(4) era un ejemplar idiomórfico completo, transparente y de color pardo muy oscuro. El resto de cristales medidos eran idiomórficos a subidiomórficos, de tamaños similares (200x100 micras), de color amarillo-pardo y transparentes. Para el cálculo de esta edad de cristalización se excluyeron los datos de los núcleos heredados.

Con estos resultados las interpretaciones anteriores de otros autores (Apalategui *et al.*, 1990), sobre la relación que mantenía el stock de Teuler con el pórfido de Valera y su edad cámbrica, no son posibles.

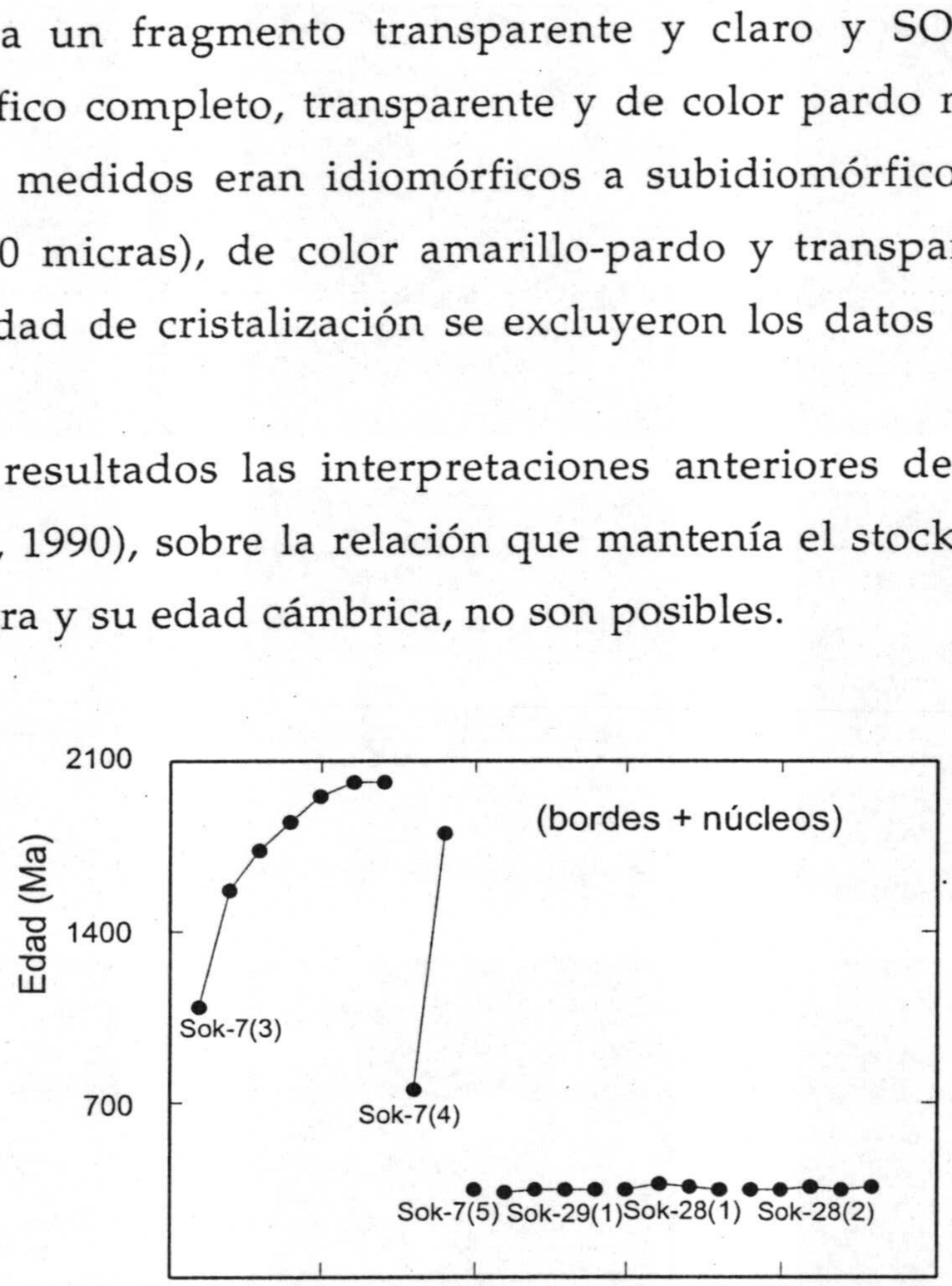


Fig. 84.- Edad de cristalización del granito de Teuler

VII.6- Discusión.

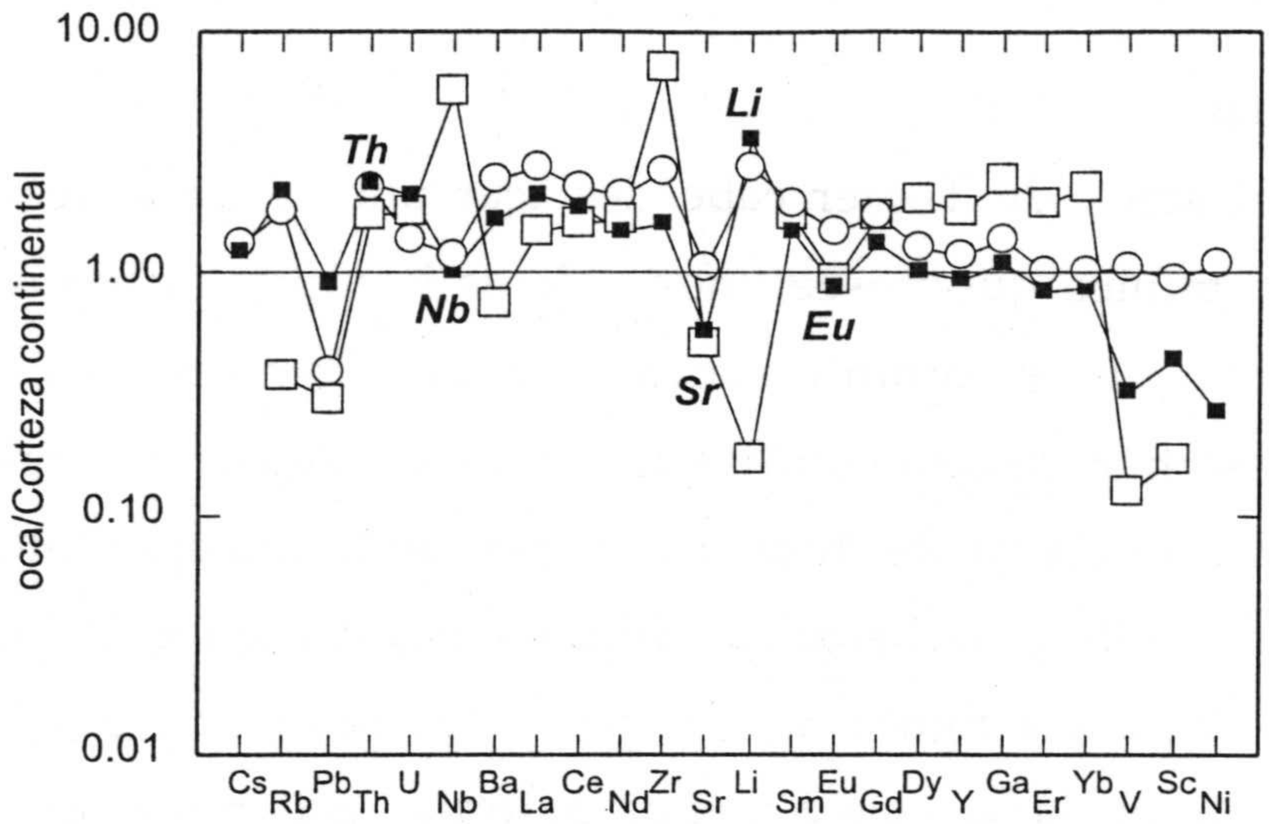
Sobre el stock de Teuler cabe destacar que se trata de un granito de carácter peralumínico que posee unos valores isotópicos propios de una roca de origen, o con un importante aporte, cortical. Como hemos ido viendo en este capítulo, se han relacionado las muestras de Teuler con las del stock de Helechoso y con muestras de diferentes facies del Complejo plutónico de Santa Olalla, incluyendo datos del stock de Aguablanca (Casquet, 1980). El resultado que se observaba en la figura 80 era que todas formaban parte de una serie calcoalcalina diferenciada, más o menos continua, generada por un proceso de asimilación y cristalización fraccionada. Las muestras de Aguablanca y las tonalitas corresponden al extremo más básico y las rocas de Teuler, Helechoso y la facies granítica de Santa Olalla están en el extremo más ácido.

Eguíluz (1987) y Eguíluz *et al*. (1989) también asocian el stock de Teuler con el de Helechoso y con las rocas ácidas (facies granítica) del Complejo plutónico de Santa Olalla; estas últimas se interpretaban como debidas a una diferenciación extrema de la secuencia principal o bien provenir de la fusión parcial debida al paso de magmas más básicos de procedencia más profunda (Aparicio *et al.*, 1977).

Para determinar que relación existe entre estas rocas se han normalizado las muestras de la tonalita de Santa Olalla, la facies granítica y el stock de Teuler a la media de la Corteza continental (Fig. 85) y también se han utilizado los diagramas normalizados de REE (Fig. 86). Lo más destacable de estos diagramas es paralelismo y similitud que hay entre los espectros de la tonalita y las rocas de Teuler. La facies granítica tiene una composición diferente, con unas anomalías positivas muy marcadas en Nb, Zr, (Cu, Zn, Hf, Ta, Mo, Sn), Y y Ga, un enriquecimiento en HREE y un menor contenido en el resto de elementos respecto a las otras muestras.

Si tenemos en cuenta las relaciones isotópicas observamos que las tonalitas de Santa Olalla y el stock de Teuler tienen valores similares, de $^{87}Rb/^{86}Sr_{init=}$ 0.7093-0.7095. Por tanto, parece claro que las rocas de Santa Olalla y Teuler se originaron por la fusión parcial de un protolito común, donde Teuler representaría un primer segregado con una tasa de fusión parcial lo suficientemente elevada como para incorporar tierras raras y otros elementos traza. El resto del material evolucionaría por cristalización fraccionada (AFC)

85)



86)

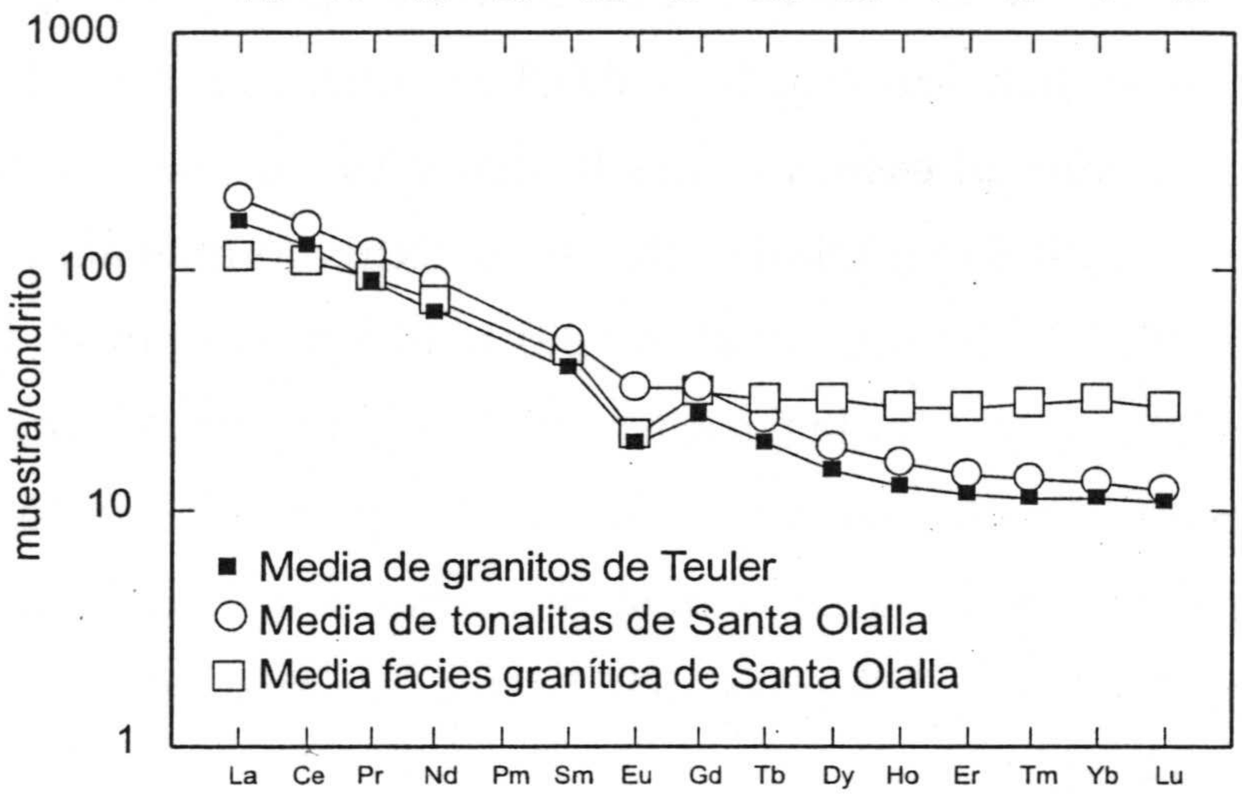
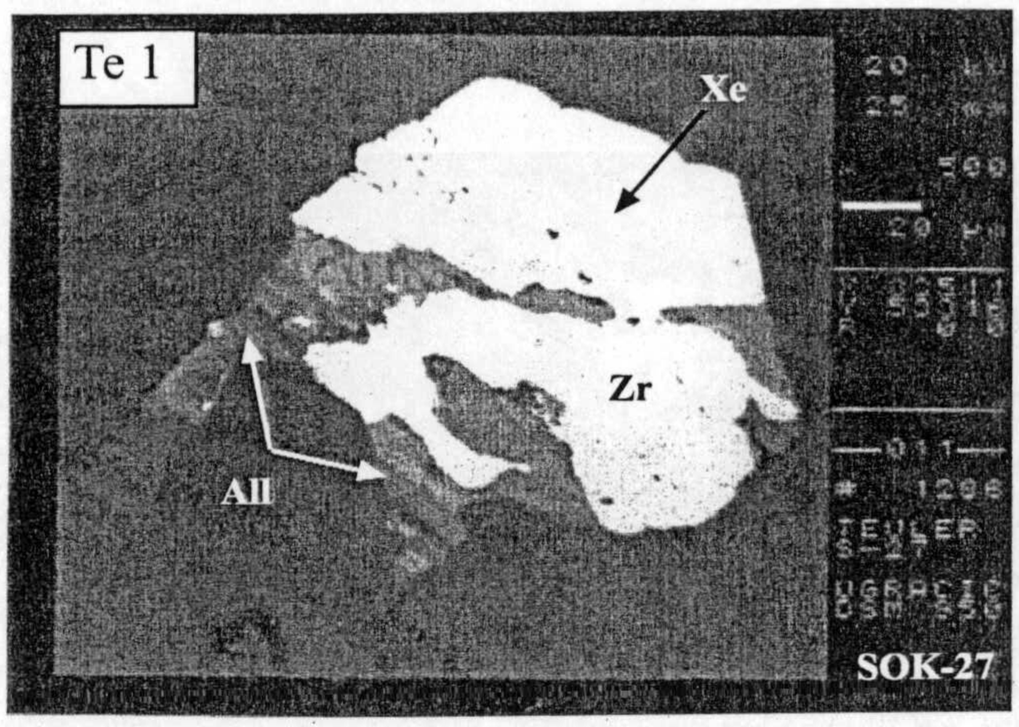


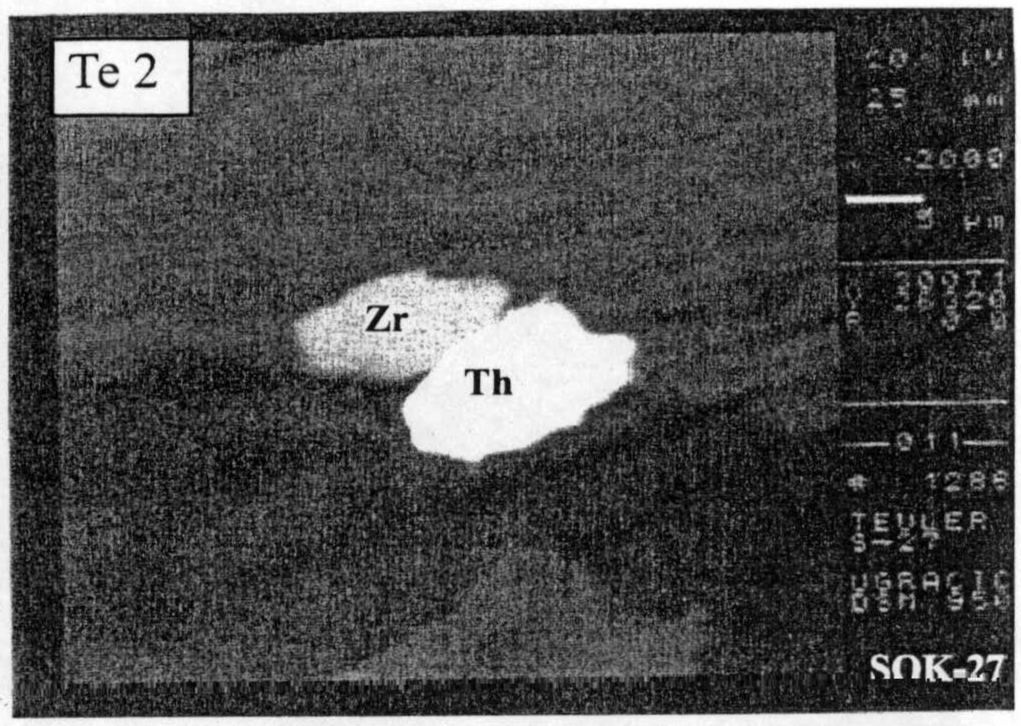
Fig. 85.- Normalización a la media de la Corteza continetal de las composiciones medias del granito de Teuler, la tonalita de Santa Olalla y la facies granítica de Santa Olalla.
Fig. 86.- Diagrama normalizado de REE.

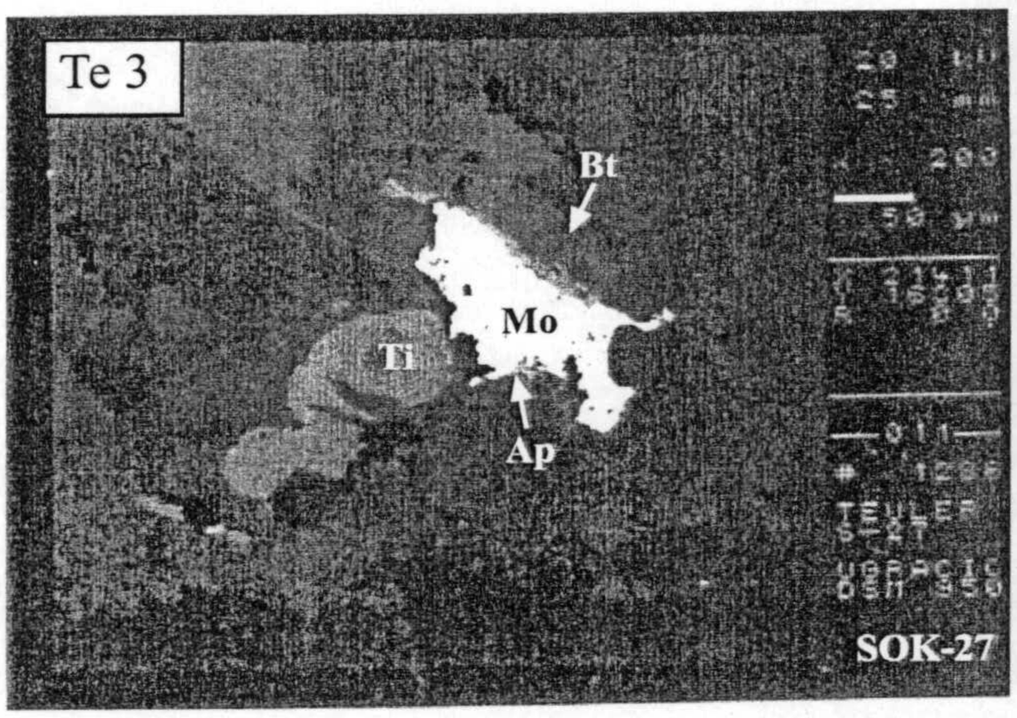
dando como resultado las dioritas, cuarzodioritas y tonalitas de Santa Olalla y la facies granítica como producto extremo de la diferenciación.

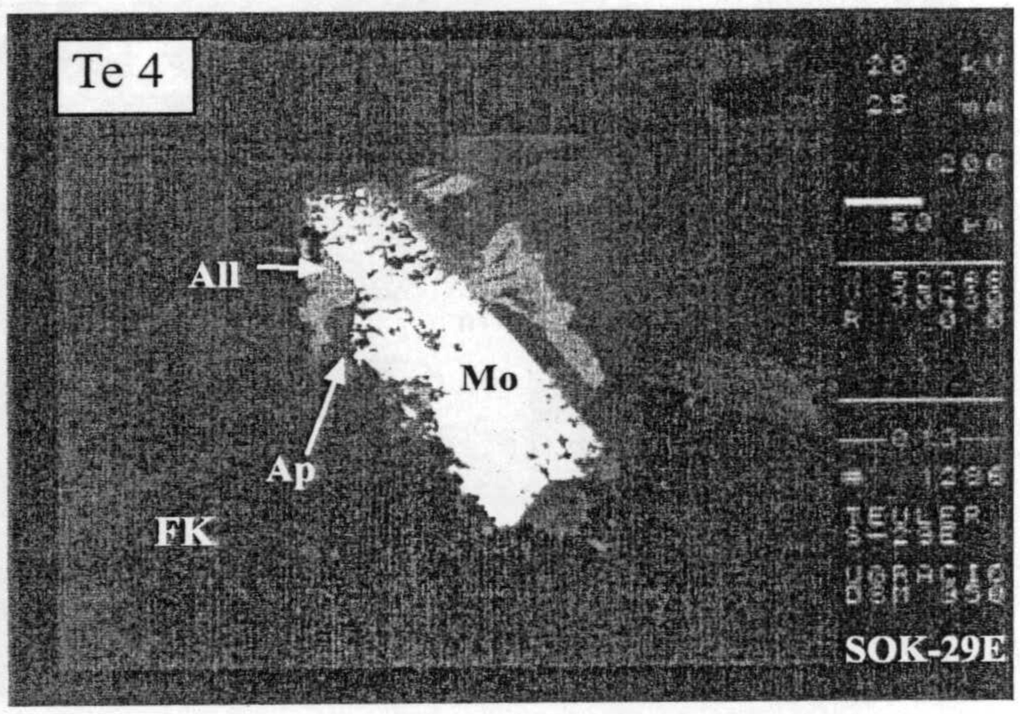
Por otro lado, ya se ha comentado que Apalategui *et al.* (1990) asocian, también, este granito con el stock de Helechoso, y con otros microgranitos y pórfidos riolíticos, pero los correlacionan con el pórfido de Valera, de edad Cámbrico medio. Con la edad obtenida en este trabajo no parece posible esta hipótesis.

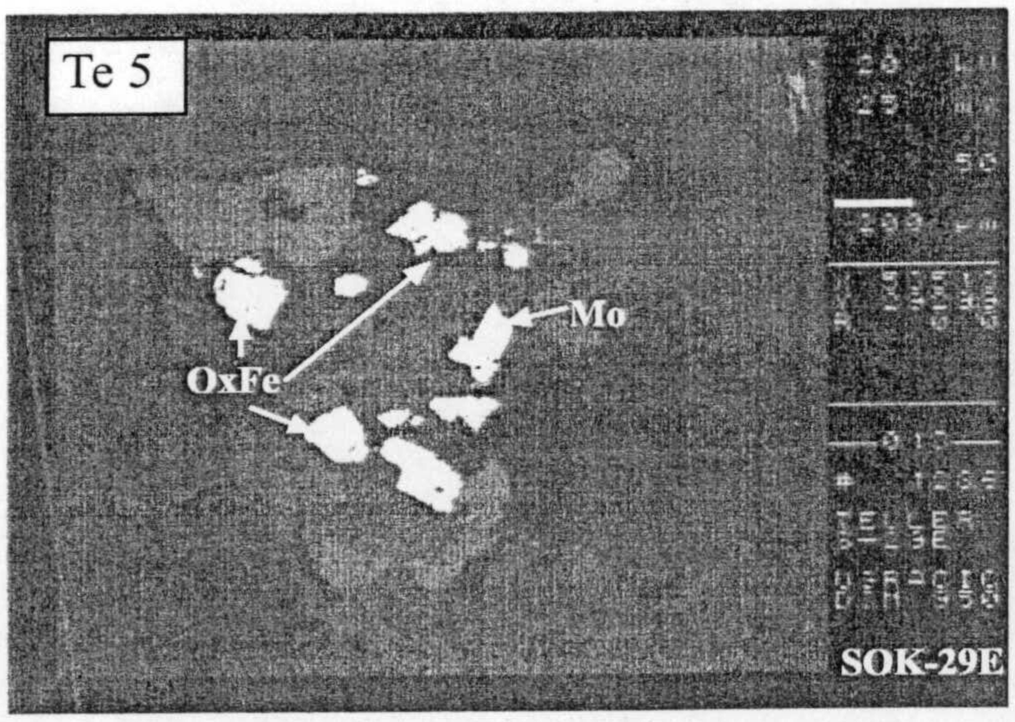
Fotografías de SEM.

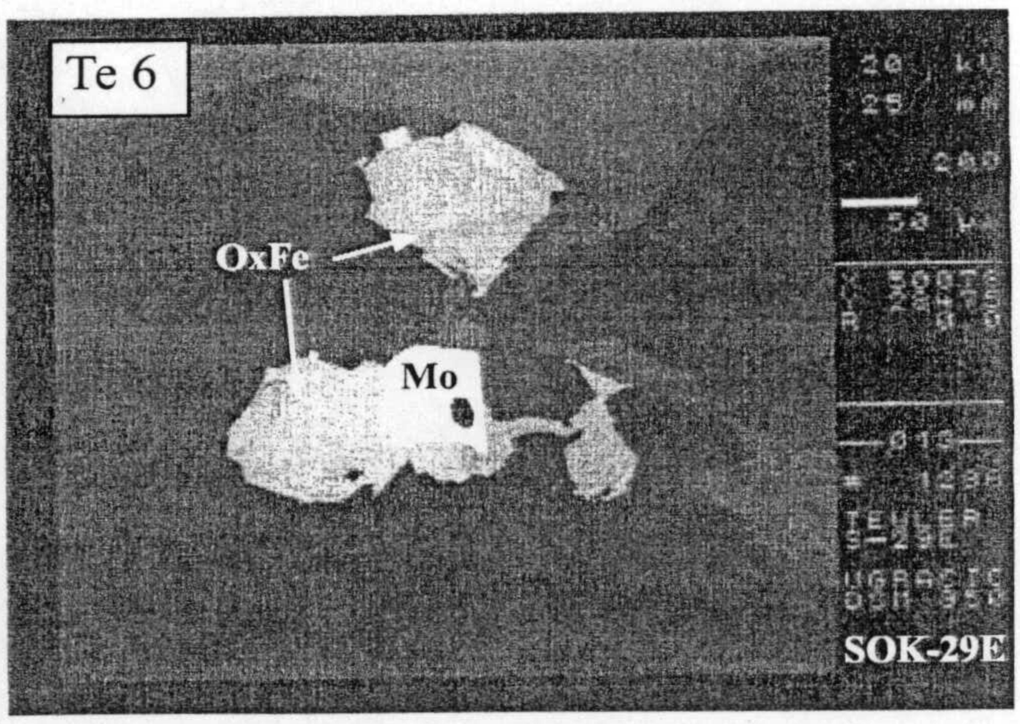




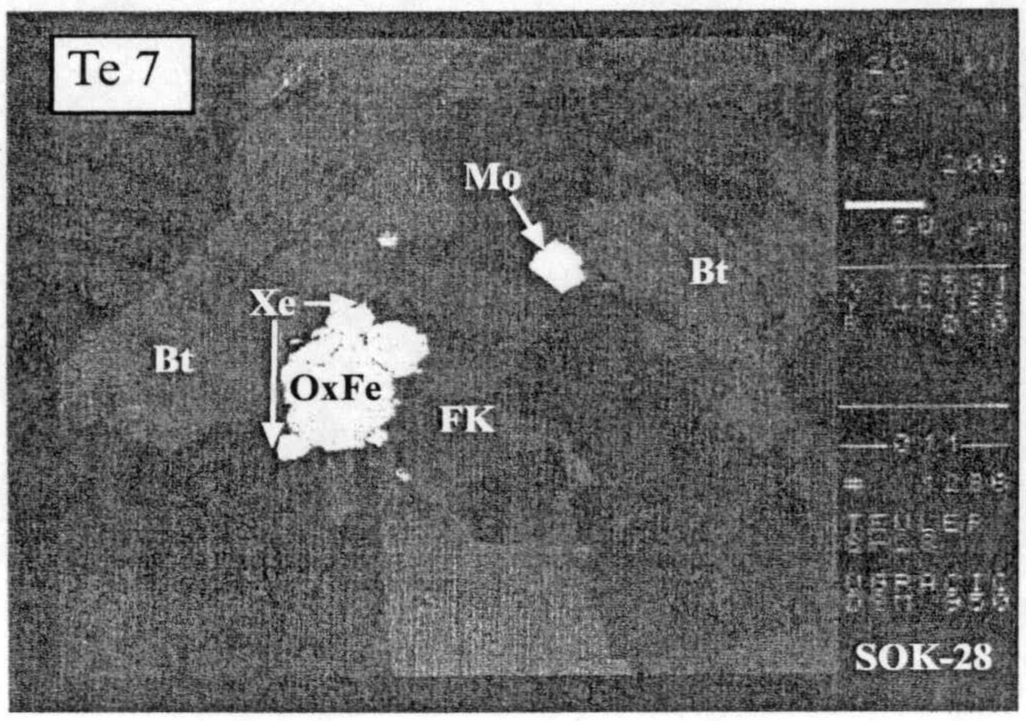


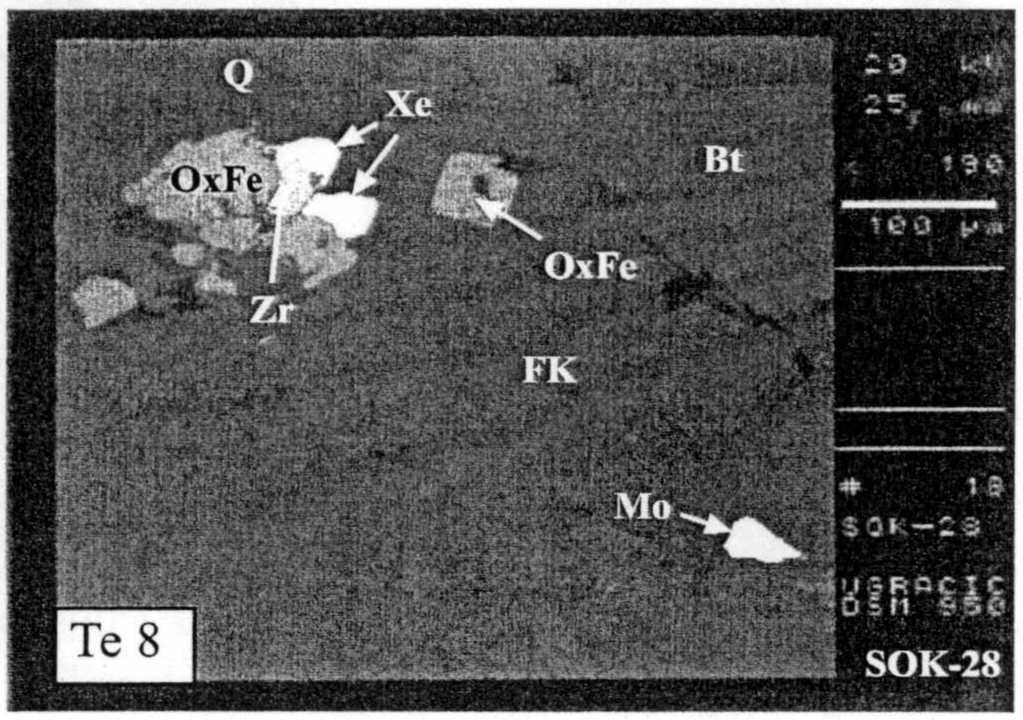


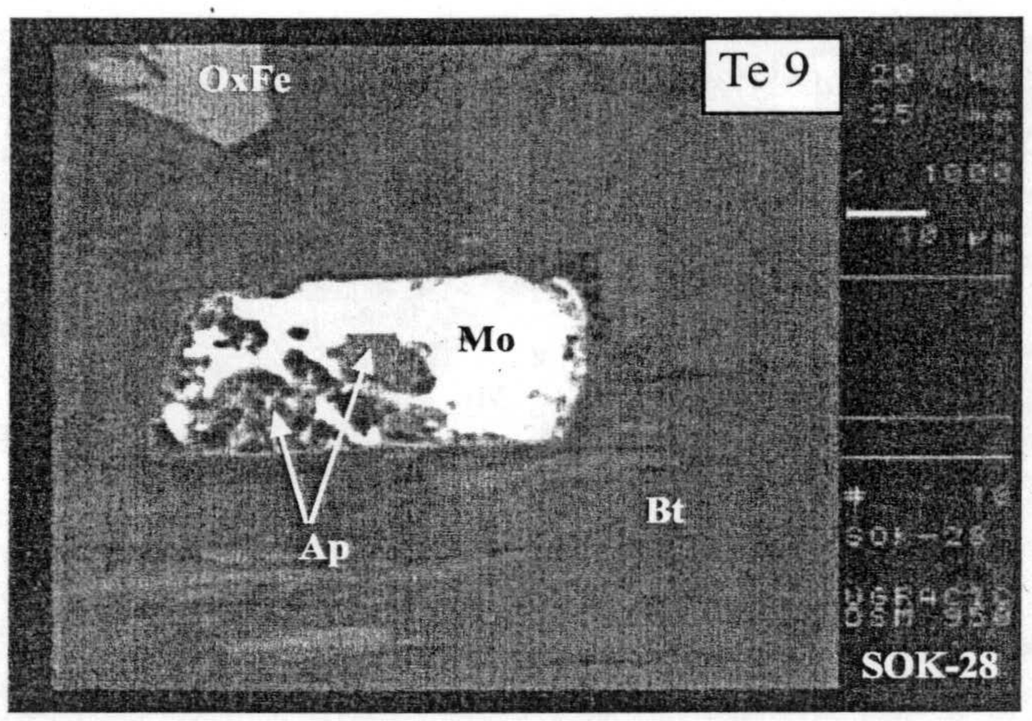




Fotos Te 1-9. Imágenes de SEM del stock de Teuler. I







Fotos Te 1-9. Imágenes de SEM del stock de Teuler. II

VIII- Geobarometría y geotermometría.

Geobarometría:

Para el cálculo de los valores de presión de la tonalita del Culebrín, el granito del Castillo y la tonalita de Santa Olalla se ha aplicado el geobarómetro de Hammarstrom y Zen (1986) y sus posteriores correcciones de Hollister *et al.* (1987), Johnson y Rutherford (1989) y Schmidt (1992). Estos trabajos se basan en el contenido total de Al en el anfíbol, que presenta una fuerte dependencia de la presión, en asociaciones con plagioclasa (andesina-oligoclasa)- feldespato potásico- biotita- horblenda- esfena- cuarzo- apatito- magnetita o ilmenita- fluidos-vapor. El trabajo de Schmidt (1992) pone de manifiesto que el Al total del anfíbol también depende de la composición del fluido. Por lo tanto grandes variaciones en la presión, con este barómetro, se pueden deber a la ausencia de alguna de las fases de la asociación tamponante o bien a una reducción de la actividad del H_2O debido a la existencia de otros componentes en la fase fluida.

Las muestras de las que se parte en estos trabajos pertenecen a plutones (tonalitas, granodioritas) de carácter calcoalcalino con la asociación mineral antes mencionada. También hay epidota, pero es posterior a la horblenda y no se incluye en el modelo al no estar en equilibrio con el anfíbol. El piroxeno que pueda aparecer nunca es una fase mayoritaria. La presión final de emplazamiento y cristalización de los plutones del modelo se estima por encima de unos 2 kbar. La horblenda, en estas rocas, es el único anfíbol presente y sus contenidos en Al^T son < 1.8 cationes, calculado para una fórmula estructural a 23 oxígenos y anhidra.

Las ecuaciones que se aplican para determinar los valores de presión son:

- Hammarstrom y Zen (1986).

$P(\pm 3\ kbar) = -3.92 + 5.03\ Al^T \quad r^2 = 0.8$

- Hollister *et al.* (1987)

$P(\pm 1\ kbar) = -4.76 + 5.64\ Al^T \quad r^2 = 0.97$

- Johnson y Rutherford (1989)

$P(\pm 0.5\ kbar) = -3.54 + 4.28\ Al^T \quad r^2 = 0.99$

- Schmidt (1992)

$P(\pm 0.6\ kbar) = -3.01 + 4.76\ Al^T \quad r^2 = 0.99$

P es la presión, Al^T es el aluminio total por fórmula unidad en el anfíbol y r^2 es el grado de exactitud.

Geotermometría:

Las estimaciones de la temperatura se efectuaron con los geotermómetros horblenda-plagioclasa de Holland y Blundy (1994). Los cálculos se realizaron con las presiones obtenidas con el barómetro de Schmidt (1992), que da resultados muy similares a los de Hammarstrom y Zen (1986), Hollister *et al.* (1987) y Johnson y Rutherford (1989) (Tablas 20, 29 y 36).

Los dos geotermómetros de Holland y Blundy se basan en que el principal vector de cambio en los anfíboles es fuertemente dependiente de la temperatura, especialmente interesan las sustituciones del ^{IV}Al y las relaciones Na:K. Así, las reacciones consideradas son:

Termómetro A, *Edenita-tremolita*, para asociaciones con cuarzo:

Edenita+4Cuarzo=Tremolita+Albita

Termómetro B, *Edenita-richerita*, para asociaciones con o sin cuarzo:

Edenita+Albita=Richerita+Anortita

Y de la relación de equilibrio es de donde resulta el geotermómetro, que para cada caso es:

A)

$$T = \frac{\{(-76.95 + Y_{ab} + 39.4\ X_{NaA} + (41.5 - 2.89\ P) X_{AlM2} + 22.4\ X_{KA})\}}{\{-0.0650 - R \ln(27\ X_{A}\ X_{SiT1}\ X_{abplg} / 256\ X_{NaA}\ X_{AlT1})\}}$$

Donde $Y_{ab}=0$, para $X_{Ab}>0.5$, e $Y= 12.0(1-X_{Ab})^2 - 3.0$ kJ, para $X_{Ab}<0.5$.

B)

$$T = \frac{\{(78.44 + Y_{ab\text{-}an} - 33.6\ X_{NaM4} - (66.8 - 2.92\ P) X_{AlM2} + 9.4\ X_{NaA})\}}{\{0.0721 - R \ln(27\ X_{NaM4}\ X_{SiT1}\ X_{anplg} / 64\ X_{CaM4}\ X_{AlT1}\ X_{abplg})\}}$$

Donde $Y=3$ para $X_{Ab}>0.5$ e $Y= -3 + 12(2X_{Ab}-1)^2$ para $X_{Ab}<0.5$

Los resultados obtenidos (Tabla 51) son variables tanto entre análisis de la misma muestra como entre análisis de muestras diferentes. Utilizando estos dos geotermómetros podemos hacer una estimación sobre cuales de los resultados son válidos y nos están ofreciendo un valor, más o menos real, de las condiciones de temperatura a las que se produjo el emplazamiento del granito. Para ello hemos tomado como buenos aquellos datos cuya diferencia entre las temperaturas obtenidas con los dos termómetros están entre +100 y -100. Los resultados dan condiciones muy próximas al solidus para los tres plutones.

Tonalita del Culebrín:

La mineralogía y composición de las que se parte, en las muestras de la tonalita del Culebrín, tienen algunas diferencias con las que aparecen en las referencias. La plagioclasa tiene un porcentaje mayor en anortita, no se observa piroxeno y hay poco feldespato potásico, aunque sí aparecen todos los minerales accesorios que están implicados en los modelos. En todos los casos, Al^T es menor de 1.8. Los resultados obtenidos dan presiones que oscilan entre 1.4 y 7.05 kbar, aplicando las ecuaciones de Schmidt (1992) (Tabla 20).

Para el cálculo de la temperatura solo se han usado los análisis de anfíbol que están en equilibrio textural con la plagioclasa y el rango de variación está entre 1 y 4 kbar (Tabla 51). Así, tenemos temperaturas entre 621 y 716 °C, con el termómetro Edenita-Tremolita, y entre 649 y 745 °C, con el de Edenita-Richerita.

Granito del Castillo:

En el granito del Castillo, las condiciones que se tienen difieren ligeramente de las de referencia, la plagioclasa es muy albítica, no se observa piroxeno y la epidota es secundaria. En la mayoría de los casos, los análisis de horblenda tienen un contenido en Al^T‹ 1.8 (Tabla 29).

Los resultados ofrecen un amplio rango de presiones, desde 3.4 hasta 7.6 kbar, aunque para el cálculo de la temperatura los análisis seleccionados presentan unos valores entre 4.6 y 6.5 kbar (Tabla 51). Estas temperaturas varían entre 604 y 726 °C, con el termómetro Edenita-Tremolita, y dan resultados un poco más bajos, entre 536 y 640 °C, con el de Edenita-Richerita.

Tonalita de Santa Olalla:

En las tonalitas de Santa Olalla las condiciones son, también, ligeramente diferentes a las de los modelos geobarométricos. Mineralógicamente presentan: plagioclasa (tipo andesina-labradorita), cuarzo, biotita, anfíbol (horblenda-actinolita) y relictos de piroxeno y poco feldespato potásico, como minerales accesorios se observa apatito, circón, epidota, allanita, magnetita e ilmenita. La horblenda tiene unos valores de Al^T <1.8, pero diferenciándose dos grupos, cristales con Al^T entre 0.85-0.98, relacionados con zonas de transformación biotita-anfíbol y el resto, con unos valores superiores (Tabla 36).

La presión, obtenida con el geobarómetro de Schimdt, oscila entre 1.1 y 4 kbar, y los valores seleccionados para calcular la temperatura varían entre 1.3 y 2.6 kbar. Con el termómetro Edenita-Tremolita se consiguen temperaturas entre 609 y 724 ºC, y entre 610 y 738 ºC con el de Edenita-Richerita.

Los resultados, para el Complejo de Santa Olalla, procedentes de otros trabajos (Casquet 1980, 1982) sugieren presiones parecidas, entre 0.5 y 1 kbar, debido al desarrollo del skarn, que hace pensar en una Plitostática con estos valores y una Pfluidos con valores algo inferiores. Respecto a la temperatura este autor calcula unos valores de 750 ºC.

IX- Discusión y conclusiones.

Discusión y conclusiones.

Los estudios petrográficos y geoquímicos que se han realizado, así como los resultados geocronológicos obtenidos en este trabajo son un complemento importante a los datos que ya existían y servirán para esclarecer un poco más la historia geológica de esta zona de Ossa-Morena. Algunos de los cuerpos estudiados, como el granito de Calera, la tonalita de Culebrín o el stock de Teuler, han sido datados y estudiados geoquímicamente por primera vez. Sobre el Complejo de Monesterio, el granito del Castillo y el Complejo plutónico de Santa Olalla existía información, pero no completa en ninguno de los casos.

De manera general podemos determinar que hay dos grupos principales de edades, en torno a 532-502 Ma y 348-332 Ma, es decir un grupo de edades cámbricas y otro carboníferas. Esta bimodalidad temporal se repite en la zona del Antiforme de Olivenza-Monesterio (Fig.1) y, más ampliamente, también en la Zona de Ossa-Morena (Shäfer, 1990; Ochsner, 1993; Ordóñez Casado 1998), pero la interpretación que se hace de los datos es diferente según los autores.

Edades cámbricas:

Todos los autores reconocen un episodio magmático (580-540 Ma) al final del Precámbrico hasta el límite Precámbrico-Cámbrico representado por materiales volcánicos ácido-intermedios, en el techo de la Serie Negra y en la Formación Malcocinado, así como por rocas plutónicas de carácter calcoalcalino (granito de Ahillones-585±5 Ma- y tonalita de Mosquil-544+6/-5 Ma- entre otros, Sánchez Carretero *et al.*, 1990; Ochsner, 1993). Esto se ha interpretado dentro de un contexto de margen continental activo asociado a la Orogenia Cadomiense. El final de este ciclo y el inicio de uno nuevo, el Ciclo Varisco, es el punto de discusión que existe en la actualidad. Autores como Eguíluz *et al.* (1995) y Ordóñez Casado (1998) sitúan el comienzo del Ciclo Hercínico entre los 490-480 Ma, aunque reconocen un magmatismo postcolisional-transición a rifting entre los 525-498 Ma y anteriormente habría granitoides anatécticos sin a postcolisionales (533-523 Ma), todo asociado con la Orogenia Cadomiense. Sin embargo, la existencia de una plataforma detrítico-carbonatada de edad Cámbrico inferior es considerada como el fin del Ciclo Cadomiense por autores como Expósito Ramos (2000). Tras este periodo de

estabilidad, representado por dicha plataforma, comenzaría un régimen tectónico de rifting continental, que se extiende hasta el Silúrico (no de manera continua sino mediante episodios esporádicos intermedios de rifting), con las manifestaciones ígneas correspondientes, y esto correspondería al inicio y desarrollo del Ciclo Varisco. En el periodo que nos interesa, desde el Cámbrico inferior al medio, las rocas volcánicas presentan una bimodalidad que va desde basaltos toleíticos a riolitas subalcalinas y peralcalinas intermedias, y las plutónicas tienen representaciones desde ultrabásicas a peralcalinas (Giese y Bunh, 1993, Sagredo y Peinado, 1992; Ribeiro *et al.*, 1992, Mata y Munhá, 1986....) (Tabla 52 y Fig.87). Dentro de estas manifestaciones plutónicas es donde se incluirían los granitoides de edades cámbricas estudiados en este trabajo.

La tonalita del Culebrín, con 532 Ma, tiene un quimismo calcoalcalino, propio de rocas formadas en una zona de arco, y unas características isotópicas ($^{87}Sr/^{86}Sr \approx 0.704$) que le otorgan un origen principalmente mantélico. Por otro lado, el granito de Calera de León, con 524 Ma, y el granito del Castillo, con 502 Ma, a pesar de su diferencia de edad, tienen una tipología A y unas características isotópicas ($^{87}Sr/^{86}Sr \approx 0.701$-$0.702$) que le confieren un origen también mantélico. Finalmente, el Complejo migmatítico de Monesterio tiene una edad de 510 Ma, y la granodiorita, de origen más profundo, intruye a la vez que se desarrollan estas migmatitas. Por tanto, con esta variedad composicional en este corto espacio de tiempo se hace necesario una adaptación de los datos al contexto geológico de la zona.

Así, Culebrín representa un magma originado en una zona de subducción y el granito de Calera y Castillo también pueden corresponder a diferenciados de alta P, los últimos magmas de carácter shoshonítico, generados en el mismo contexto (Wilson, 1989). Los valores isotópicos de estos dos últimos cuerpos son similares a los de otras rocas de la zona, de quimismo y edades parecidas, como el plutón de Barcarrota ($^{87}Sr/^{86}Sr \approx 0.703$) y la riolita de Bodonal Cala ($^{87}Sr/^{86}Sr \approx 0.7025$), y todo esto hace pensar en un manto más profundo y empobrecido que el que origina la tonalita del Culebrín, aunque de alguna manera relacionados ya que todas estas muestras proyectan en la misma línea de correlación en el diagrama Nd/Sr (Fig. 61).

Estos granitos, originados en profundidad, ascenderían y, finalmente, cristalizarían en el periodo que va desde los 532 a los 500 Ma. El hecho de que

exista una plataforma estable, de edad Cámbrico inferior (Expósito Ramos, 2000), sumado a esta actividad magmática anorogénica representaría el final del Ciclo Cadomiense y el comienzo del episodio extensional del Paleozóico inferior.

La presencia de un complejo migmatítico como el de Monesterio, con una edad de 510 Ma, no es contrario a la idea de un ambiente distensivo. El trabajo de Chapman y Furlong (1992), entre otros, describe la formación de complejos metamórficos debido al ascenso de rocas de la Corteza inferior y del Manto litosférico a través de despegues de bajo ángulo; si a esto le sumamos que, durante esta etapa, se produce en el área una zona de cizalla que podría canalizar los fluidos acuosos (Expósito Ramos, 2000) todo esto podría explicar el proceso de migmatización de Monesterio. Como ya se mencionó (apartado II.6), la intrusión de la granodiorita de Monesterio habría contribuido en el desarrollo del mismo.

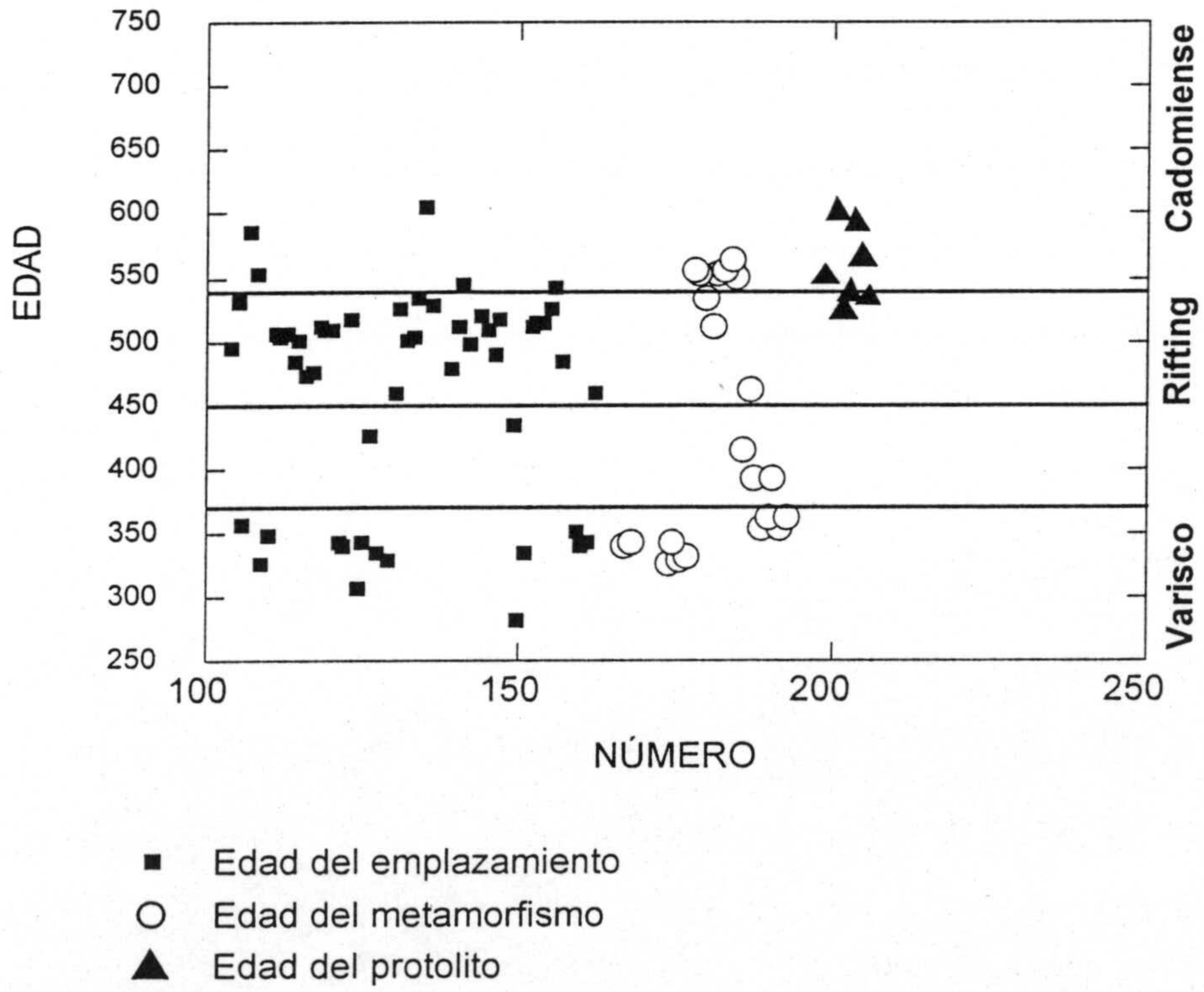


Fig. 87.- Relación de edades en la Zona de Ossa-Morena (Tabla 51). No se han proyectado aquellas con altos errores (filtro malo).

Edades carboníferas:

Respecto al grupo de edades carboníferas, el granito de Teuler tiene 348 Ma y la tonalita de Santa Olalla 332 Ma, y, tanto su quimismo, como los datos isotópicos, indican que en su génesis ha habido una gran aportación de material cortical.

En la Zona de Ossa-Morena, los datos estratigráficos apuntan a que la primera fase de plegamiento se iniciaría en el Devónico inferior (Expósito Ramos, 2000); el metamorfismo está datado en 392±1 y 351±1.3 (anfibolitas y esquistos de Sierra Albarrana respectivamente, Dallmeyer y Quesada, 1992) y 385±11 (biotitas del macizo de Táliga, Galindo *et al.*, 1986 y 1988). Con estos datos, por lo menos, Teuler y Santa Olalla son posteriores a esta primera fase.

A lo largo de todo el Anticlinorio de Olivenza existen un gran número de granitos con edades similares, entre 350 y 330 Ma, como Brovales, Valencia del Ventoso o Burguillos del Cerro, entre otros (Tabla 52). Son cuerpos más o menos afectados por la deformación entre los que tenemos que incluir también al Complejo de Santa Olalla y el stock de Teuler.

X- Bibliografía.

Abalos, B.1990.Cinemática y mecanismos de la deformación en régimen de transpresión. Evolución estructural y metamórfica de la Zona de Cizalla de Badajoz-Córdoba.Tesis doctoral. *Universidad del Pais Vasco*. 430.

Abalos, B.; Gil Ibarguchi, J.I. y Eguíluz, L.1991.Cadomian subduction/collision and Variscan transpression in the Badajoz-Córdoba shear belt, southwest Spain. *Tectonophysics*.199:51-72.

Acosta, A.1997.Estudio de los fenómenos de fusión cortical y generación de granitoides asociados a las peridotitas de Ronda. Tesis doctoral.*Mineralogía y Petrología*.Granada.305.

Alling, H.L.1938.Plutonic perthites. *Journal of Geology*.46:142.

Anders, E. y Ebihara, M. 1982.Solar-system abundances of the elements. *Geoch. Cosm. Acta*.46:2363-2380.

Andrade, M.M.; Borges, F.S.; Marques, M.M.; Noronha, F. y Pinto, M.S.1983.Contribuçao para o conhecimento da faixa metamórfica da Foz do Douro (Nota previa).*I Congres. Nal. Geol. Aveiro. Univ. Aveiro (Sum).*

Apalategui, O.; Contreras, F. y Eguíluz, L.1990.Mapa y memoria explicativa de la hoja 1:50.000 , nº 918. santa Olalla de Cala. Del Mapa Geológico Nacional. ITGME. Madrid.

Aparicio, A. ; Barrera, J.L. ; Casquet, C. ; Peinado, M. y Tinao, J.M. 1977.Caracterización geoquímica del plutonismo postmetamórfico del SO del Macizo Hespérico. *Studia Geologica*.12:9-39.

Apraiz, A.1998.Geología de los macizos de Lora del Rio y Valuengo (Zona de Ossa-Morena). Evolución tectonometamórfica y significado geodinámico. Tesis doctoral. *Geodinámica.* Pais Vasco.575.

Argüelles, A. y. C., L.A.1974.Mapa y memoria explicativa de la hoja 1:50.000 , nº 919. Almadén de la Plata. Del Mapa Geológico Nacional.

Azor, A.1994.Evolución tectonometamórfica del límite entre las zonas Centroibérica y Ossa-Morena (Cordillera Varisca, SO de España).Tesis doctoral. *Geodinámica.* Granada. 312.

Azor, A.; Bea, F.; González Lodeiro, F. y Simancas, F.1995.Geochronological constraints on the evolution of a suture: the Ossa-Morena/Central Iberian contact. *Geol. Rundsch.*84:375-383.

Bachiller, N.; Galindo, C.; Darbyshire, D.P.F.y Casquet, C.1997.Geocronología Rb-Sr de leucogranitos del complejo plutónico de Burguillos del Cerro (Badajoz). *Geogaceta*.21:29-30.

Bard, J.P. y Fabries, J.1970.Aperçu petrographique et structural sur les

granitoides de la Sierra Morena Occidentale (Espagne). *Bol.Geol.Minero.*LXXXI-II-III:112-127.

Bard, J. P.1971.Sur l`alternance des zones metamorphiques et granitiques dans le segment hercynien sud-iberique; comparasion de la variabilite des caracteres geotectoniques de ces zones avec les orogeneses "orthotectiniques". *Bol.Geol.Minero.*LXXXII-IV:324-345.

Bard, J.P. y Moiné, B.1979.Acebuches amphibolites in the Aracena Hercynian metamorphic belt (Southwest Spain): geochemical variations and basaltic affinities. *Lithos.*12:271-282.

Barker, F.1979.Tronhjemite: Definition, environment and hypotheses of origin. En:Trondhjemites, dacites and related rocks. Barker, F. eds. Elsevier, Amsterdam.1-12.

Bateman, R.; Paz Martin, M. y Castro, A.1992.Mixing of cordierite granitoid and pyroxene fractionation, in the Santa Olalla tonalite (Andalucia). *Lithos.*28:111-131.

Bea, F.; Carnicero, A.; Gonzalo, J. C.; López Plaza, M. y Rodriguez Alonso, M. D.1987.Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo hespérico. Libro homenaje a L. C. García de Figuerola. Ed. Rueda.Salamanca.

Bea, F.1996.Residence of REE, Y, Th, and U in granites and crustal protoliths; implications for the chemistry of crustal melts. *Journal of Petrology.*37/ 3:521-552.

Bea, F.; Montero, P. y Molina, J.F.1999.Mafic Precursors, Peraluminous Granitoids and Late Lamprophyres in the Avila Batholith: A Model for the Generation of Variscan Batholiths in Iberia. *Journal of Geology.*107:399-419.

Bea, F. y Montero, P.1999.Behavior of accessory phases and redistribution of Zr, REE, Y, Th and U during metamorphism and partial melting of metapelites in the lower crust: an examplefrom the Kinzigite Formation of Ivrea-Verbano, NW Italy. *Geochim. Cosmochim. Acta.*63:1133-1153.

Bea, F.; Corretgé, L.G. y Fershtater, G.B.2001.A systematic typology of granitoid rocks from major element composition: The upper silica range. *in press.*

Benisek, A. y Finger, F.1993.Factors controlling the development of prism faces in granite zircons: a microprobe study. *Contrib. Mineral. Petrol.*114:441-451.

Burg, J.P.; Iglesias, M.; Laurent, Ph. y Ribeiro, A.1981.Variscan intracontinental deformation: the Coimbra-Córdoba Shear Zone (SW Iberian Peninsula). *Tectonophysics.*78:161-177.

Calvo Pérez, B.1980.Estudio genético del yacimiento de magnetita-pirita de Cala(Huelva). *Tecniterrae*.34:5-110.

Carvalhosa, A.1965.Contribucao para o conhecimiento geológico da regiao entre Portel y Ficalho (Alentejo). *Mem.Serv.Geol.Portugal*.2:1-130.

Casquet, C.1980.Fenómenos de endomorfismo, metamorfismo y metesomatismo en los mármoles de la Rivera de Cala, Sierra Morena.Tesis doctoral. U.C.Madrid. 295.

Casquet, C.1982.Metamorfismo de contacto en el borde norte del plutón de Santa Olalla del Cala (Huelva, Badajoz), con especial énfasis en las rocas carbonatadas. *R.Acd.Ci.Ex.Fis.Nat. Madrid*.76:333-363.

Casquet, C.; Eguíluz, L.; Galindo, C.; Tornos, F. y Velasco, F.1998.The Aguablanca Cu-Ni (PGE) intraplutonic ore deposit (Extremadura, Spain). Isotope (Sr, Nd, S) constraints on the source and evolotion of magmas and sulfides. *Geogaceta*.24:71-74.

Castro, A.; Moreno-Ventas, I. y De la Rosa, J.D.1991.H-type (hybrid) granitoids: a proposed revision of the granite-type calssification and nomenclature. *Earth-Science Review*.31:237-253.

Castro, A.; Fernández, C.; El-Hmidi, H.; El Biad, M. Díaz; M., De la Rosa, J. y Stuart, F.1999.Age constraints to the relationships between magmatism, metamorphism and tectonism in the Aracena metamorphic belt, southern Spain. *Intern. Journ. Earth Sci*.88:26-37.

Chacón, J.; Delgado-Quesada, M. y Garrote, A.1974.Sobre la existencia de dos dominios de metamorfismo regional en la banda Elvas-Badajoz-Córdoba (Macizo Hespérico Meridional). *Bol.Geol.Minero*.85:713-717.

Chapman, D. y Furlong, K.1992.Thermal state of the Continental Lower Crust. En: Continental Lower Crust. Fuountain, D.M.; Arcunos, R. y Kay, R.W.eds.

Chemale, L.T.; Steele, I.M. y Vasconcellos, M.A.Z.1996.Zircon zonation: an experimental study using electron probe microanalysis, cathodoluminiscence spectroscopy and synchrotron X-ray fluorescence. Conf. on cathodoluminiscence and related techniques in geosciences and geomaterials. Nancy, France.Abstr: 39-40:

Clarke, D. B.1992.Granitoid Rocks. Chapman and Hall eds.London-Glasgow-New York-Tokyo-Melbourne-Madras.

Coleman, R. G.1977.Ophiolites.Springer-Verlag.Berlin- Heidelberg- New York.

Cox, K.G.; Bell, J.D. and Pankhurst, R.J.1979.The interpretation of igneous rocks.Alle and Unwin eds.London.

Crespo-Blanc, A. y Orozco, M.1988.The Southern Iberian Shear Zone: a major

boundary in the Hercynian foldbelt. *Tectonophysics*.148:221-227.

Crespo-Blanc, A. y Orozco, M.1991.The boundary between the Ossa-Morena and Southportuguese Zones (Southern Iberian Massif): a major suture in the European Hercynian Chain. *Geol. Rundsch*.80:691-702.

Cueto, L.A.; Eguíluz, L.; LLamas, F.L. y Quesada, C.1983.La granodiorita de Pallares, un intrusivo Precámbrico en la alineación Olivenza-Monesterio (Zona de Ossa-Morena). *Com. Serv. Geol. Portugal*.69:219-226.

Dallmeyer, R.D. y Quesada, C.1992.Cadomian vs. Variscan evolution of the Ossa-Morena Zone (SW Iberia): field and 40Ar/39Ar mineral age constraints. *Tectonophysics*.216:339-364.

Dallmeyer, R.D.; Fonseca, P.E.; Quesada, C. y Ribeiro, A.1993.40Ar/39Ar mineral age constraints for the tectonothermal evolution of a Variscan suture in southwest Iberia. *Tectonophysiscs*.222:177-194.

Dallmeyer, R.D.; García Casquero, J.L. y Quesada, C.1995.40Ar/39Ar mineral age constraints on the emplacement of the Burguillos del Cerro igneous complex (Ossa-Morena zone, SW Iberia). *Bol. Geol. Minero*.106/3:203-214.

De la Rosa, J.D.; Jenner, G.; Castro, A.; Valverde, P. y Tubrett, M.1999.Aplicaciones de análisis de isótopos en el estudio de herencias de circones de granitoides del Macizo Ibérico.XV Reunión Geol. Oeste Peninsular, Extending Abstracts.

Debon, F., Le Fort, P.1983.A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks associations.*Trans. Royal Soc. Edimb.Earth Sciences*.73:135-149.

Didier, J.1973.Granites and their Enclaves.Elsevier.Amsterdam.393.

Didier, J.1987.Contribution of enclave studies to understanding of origin and evolution of granitic magmas. *Geol. Rundsch*.76-1:41-50.

Dorais, M.; Whitney, J. y Roden, M.1990.Origin of mafic enclaves in the Dinkey Creek Pluton, Central Sierra Nevada Batholith, California. *Journal of Petrology*.31:853-881.

Dupont, R.; Linares, E. y Pons, J.1981.Premieres datations radiométriques par le méthode Potassium-Argon des granitoides de la Sierra Morena Occidentale (Province de Badajoz, Espagne): Consequences géologiques et metallogéniques. *Bol. Geol. Minero*.92/5:370-374.

Eberz, G.W y Nicholls, I.A.1988.Microgranitoid enclaves from the Swifts Creek Pluton SE-Australia: textural and physical constraints on the nature of magma mingling processes in the plutonic environment. *Geol. Rundsch*.77/3:713-736.

Eby, G. N.1990.The A-type granitoids: a review of their occurence and chemical characteristics and speculations on their petrogenesis. *Lithos.*26:115-134.

Eby, G. N.1992.Chemical subdivision of the A-type granitoids: Petrogenetic and tectonic implications. *Geology.*20:641-644.

Eguíluz, L. y Quesada. C.1980.La sucesión Precámbrica de la transversal de Monesterio (Badajoz): nota preliminar. *Temas geológicos y mineros.*4:123-141.

Eguíluz, L. y Garrote, A.1983.Procesos cataclásticos en el stock granítico de sierra del Castillo (Monesterio). *Com. Serv. Geol. Portugal.*69:235-248.

Eguíluz, L.; Fernández, J.; Collaut, J.L. y Garrote, A.1983.Mapa y memoria explicativa de la hoja 1:50.000 , nº 897. Monesterio. Del Mapa Geológico Nacional.IGME. Madrid.

Eguíluz, L.1987.Petrogénesis de rocas ígneas y metamórficas en el antiforme de Buguillos- Monesterio. Macizo Ibérico. Tesis Doctoral*Geodinámica.*Granada.694.

Eguíluz, L.1989.Lineación y estiramiento, estructuras C-S y sentido de movimiento en el granito del Castillo (Zona de Ossa-Morena, España). *Studia Geologica Salmanticensia (X Reunión de Geología del Oeste Peninsular).*4:205-215.

Eguíluz, L.; Carracedo,M. y Apaltegui, O.1989.Stock de Santa Olalla de Cala. *Studia Geologica Salmanticensia (X Reunión de Geología del Oeste Peninsular).*4:145-157.

Eguíluz, L.; Abalos, B. y Ortega, L.A.1990.Anfibolitas proteozoicas del sector central de la zona de Ossa-Morena. Geoquímica e implicaciones geodinámicas. *Cuad.Lab.Xeol.Laxe.*15:119-131.

Eguíluz, L. y Abalos, B.1992.Tectonic setting of Cadomian low-pressure metamorphism in the central Ossa- Morena Zone (Iberian Massif, SW Spain). *Precambrian Research.*56:113-137.

Eguíluz, L. A., A. y Abalos, B.1996.Metamorfismo Cadomiense en el sector español de la Zona de Ossa-Morena. En: Estudo sobre a geologia da Zona de Ossa-Morena (Maciço Ibérico). Livro de homenagem ao Prof. Francisco Gonçalves.Araújo, A. y Pereira, M.F. eds.Evora.91-118.

Eguíluz, L.; Abalos, B. y Apraiz, A.1997.Superimposed magnetic and tectonic fabrics in the Castillo A-type granite. European Union of Geosciences.Strasbourg- Francia503.

Eguíluz, L.; Apraiz, A. y Abalos, B.1999.Structure of the Castillo granite,

Southwest Spain: Variscan deformation of late Cadomian pluton. *Tectonics*.18-6:1041-1063.

Expósito Ramos, I.2000.Evolución estructural de la mitad septentrional de la Zona de Ossa-Morena y su relación con el límite Zona de Ossa-Morena/Zona Centroibérica. Tesis doctoral.*Geodinámica*.Granada. 295.

Fershtater, G. B.; Montero, P.; Borodina, N.S.; Pushkarev, E.V.; Smirnov, V.N. y Bea, F.1997.Uralian magmatism. An overview.*Tectonophysics*.276:87-102.

Galindo, C.; Casquet, C.; Portugal-Ferreira, M. y Regencio Macedo, C.A.1988.Geocronología del complejo plutónico Táliga-Barcarrota (CPTB) (Badajoz, España).En: Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo Hespérico.Bea, F.; Carnicero, A.; Gonzalo, J. C.; López Plaza, M. y Rodriguez Alonso, M. D. eds.Salamanca.Ed.Rueda.

Galindo, M. C.1989.Petrología y geocronología del complejo plutónico Táliga-Barcarrota. Tesis doctoral*Petrología y geoquímica*.UC.Madrid.261.

Galindo, C. y Portugal Ferreira, M.1989.*Mem. e Not. Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra*.108:45-67.

Galindo, C.; Portugal Ferreira, M.R.; Casquet, C. y Priem, H.N.A.1990.Dataciones Rb/Sr en el Complejo plutónico Táliga-Barcarrota (CPTB). *Geogaceta*.8:7-10.

Gao, S.; Luo, T.-C.; Zhang, B.-R.; Zhang, H.-F.; Han, Y.-W.; Zhao, Z.-D. y Hu, Y.-K.1997.Chemical composition of the continental crust as revealed by studies in East China. *Geochim. Cosmochim. Acta*.62:1959-1975.

García Casquero, J.L.; Priem, H.N.A.I.; Boelrijk, N.A.I.M. y Chacón, J.1988.Isotopic dating of the mylonitization of the Azuaga Group in the Badajoz-Córdoba belt, SW Spain. *Geol. Rundsch*.77/2:483-489.

GERM.2001.Geochemical Earth Reference Model.*http://www.EarthRef.org*.

Govindaraju, K.; Potts, P.J.; Webb, P.C. y Watson, J.S.1994.Report on Whin sill Dolerite WS-E from England and Pitscurrie Microgabbro PM-S from Scotland: assessment by one hundred and four international laboratories. *Geostandards Newsletters*.28:211-300.

Gutierrez Elorza, M. y Hernández Enrile, J.L.1965.Notas geológicas de la región septentrional de la provincia de Huelva. *Bol.R.Soc.Esp.Hist.Nat.(Geol.)*.63:21-28.

Hammastrom, J.M.; Zen, E.1986.Aluminium in horblende: an empirical igneous geobarometer. *Am.Mineralogist*.71:1297-1313.

Hanchar, J.M. y Miller, C.F.1993.Zircon zonation patterns as revealed by CL and backsattered electron images: implications for interpretation of complex crustal histories. *Chem. Geol.*110:1-13.

Harker, A.1909.The natural history of igneous rocks.Macmillan eds.New York.

Hinton, R.W. y Upton, G.J.1991.The chemistry of zircon: variations within and between large crystals from syenite and alkaline basalt xenoliths. *Geochim. Cosmochim. Acta.*55:3287-3302.

Holland, T. y Blundy, J.1994.Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contrib.Mineral.Petrol.*116:433-447.

Hollister, L.S.; Grissom, G.C.; Peters, E.K.; Stowell, H.H. y Sisson, V.B.1987.Confirmation of the empirical correlation of Al in horblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons. *Am.Mineralogist.*72:231-239.

Hoyman, K-H. y Kramm, U.1999.Genetical relationship of basic, intermediate and acid magmatic rocks of the South Iberian Shear Zone, Southern Spain: A Nd-Sr Isotope Study.EUG 10.Strasbourg.Jour. of Conf. Abstracts. 4:294.

Hughes, C. J.1982.Igneous petrology. Elsevier Scientific Publishing company.Amsterdam, Oxford y N.York.

Johnson, R. y Bhattacharyya, G.1984.Statistics. Principles and methods.John Willey and Sons eds.Nueva York.578.

Johnson, M.C.; Rutherford, M.J.1989.Experimental calibration of the aluminium in horblende geobarometer with application to Long Valley caldera (California) volcanic rocks. *Geology.*17:837-841.

Julivert, M.; Fontboté, J.M.; Ribeiro, A. y Conde, L. E.1974.Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares. Memoria Explicativa.IGME, 1-101.

Kober, B.1986.Whole-grain evaporation for 207Pb/206Pb-age-investigations on single zircons using a double-filament thermal ion source. *Contrib. Mineral. Petrol.*93:482-490.

Kober, B.1987.Single-zircon evaporation combined with Pb+ emitter-bedding for 207Pb/206Pb age investigations using thermal ion mass spectrometry and implications to zirconology. *Contrib.Mineral.Petrol.*96:63-71.

Koschek, G.1993.Origin and significance of the SEM cathodoluminiscence fron zircon. *J. Microscopy.*171:223-232.

Lotze, F.1945.Zur Gliederung der Varisciden der Ibereschen Meseta. *Geoteckt. Forsch.*6:78-92.

Malave, J.1973.Estudio petrológico y tectónico de una zona situada al SE de la provincia de Badajoz. *Mineralogía y petrología*.86.

Martínez Poyatos, D.1997.Estructura del borde meridional de la zona Centroibérica y su relación con el contacto entre las zonas Centroibérica y de Ossa-Morena.Tesis doctoral.*Geodinámica*. Granada.222.

Matte, P.1986.Tectonics and plate tectonics model for the Variscan belt of Europe. *Tectonophysics*.126:329-374.

McDonough, W.F. y Sun, S.S.1995.The composition of the Earth.*Chem. Geol.*120:223-253.

Montero, P.1993.Geoquímica y petrogénesis del Complejo peralcalino de la Sierra del Galiñeiro (Pontevedra, España). Tesis doctoral. *Geología*.Oviedo.299.

Montero, P. y Bea, F.1998.Accurate determination of 87Rb/86Sr and 147Sm/144 Nd ratios by inductively-coupled- plasma mass spectrometry in isotope geosciences: an altenative to isotope dilution analysis. *Anal.Chim.Acta*.358:227-233.

Montero, P.; Floor, P. y Corretgé, L.G.1998.The accumulation of rare-earth and high-field-strength elements in peralkaline granitic rocks: the Galiñeiro Orthogneissic Complex, NW Spain. *The Canadian Mineralogist*.36-3:683-700.

Montero, P.; Salman, K.; Zinger, T. y Bea, F.1999.Rb-Sr and Single- Zircon Grain 207Pb/206Pb Chronology of the Monesterio Granodiorite and Related Migmatites. Evidence of a Late Cambrian Melting Event in the Ossa-Morena Zone, Iberian Massif. *Estudios geológicos*.55 (1-2):3-8.

Montero, P.; Salman, K.; Bea, F.; Azor, A.; Expósito, I.; Lodeiro, F.; Martínez-Poyatos, D. y Simancas, F.2000.New data on the geochronology of the Ossa-Morena zone, Iberian Massif.Variscan-Appalachian dynamics: The building of the Upper Paleozoic basement. Galicia 2000. A Coruña, 4-8 Jul.

Morimoto, N.1989.Nomenclature of Piroxenes. *The Canadian Mineralogist*.27:143-156.

Mursky, G.1987.Flow chart for mineral separation from granitic rocks. *Journal of Geological Education*.35:256-259.

Ochsner, A.1993.U- Pb Geochronology of the Upper Proterozoic- Lower Paleozoic geodinamic evolution in the Ossa-Morena zone (SW Iberia): Constraints on the timing of the Cadomian Orogeny. Tesis doctoral.*Geology*.Swiss Federal Institute of Technology Zürich.

ETH.249.

Oliveira, J. T.1990.Stratigraphy and Synsedimentary Tectonism. Part VI.Pre-Mesozoic Geology of Iberia.Dallmeyer, R.D. y Martínez García, E. eds.334-347.

Ordóñez- Casado, B. G., D. y Eguíluz,L.1997.Late Cadomian formation of two anatectic gneiss domes in the Ossa-Morena Zone: Monesterio and Mina Afortunada.XIV Reuñiao de Geologia do Oeste Peninsular.161-163.

Ordóñez-Casado, B.1998.Geochronological studies of the Pre-Mesozoic basement of the Iberian Massif: the Ossa-Morena Zone and the Allochthonous Complexes within the Central Iberian Zone.*Geology*.Swiss Federal Institute of Technology Zürich. ETH.207.

O´Connor, J. T.1965.A classification for quartz-rich igneous rock based on feldspar ratios. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper*.525B:B79-B84.

Pereira, M.D.; Ronkin, Y. y Bea, F.1992.Dataciones Rb/Sr en el Complejo Anatéctico de la Peña Negra (Batolito de Avila, España Central): evidencias de magmatismo pre-hercínico. *Rev.Soc.Geol.Esp*.5:129-134.

Pidgeon, R. T.1992.Recristallization of oscillatory zoned zircon: some geochronological and petrological implications. *Contrib. Mineral. Petrol*.110:463-472.

Pidgeon, R.T.; Nemchin, A.A. y Hitchen, G.J.1998.Internal structure of zircons from Archean granites from Darling Range batholith: implication for zircon stability and the interpretation of zircon U-Pb ages. *Contrib. Mineral. Petrol*.132:228-299.

Poli, G. y Tomamasini, S.1991.Model for the origin and significance of microgranular enclaves in calc-alkaline granitoids. *Journal of Petrology*.32-3:657-666.

Pons, J.1982.Un Modelle d'evolution de complexes plutoniques: gabbros et granitoïdes de la Sierra Morena Occidentale (Espagne). Tesis doctoral.*Ciencias*.Universite Paul Sabatier de Toulouse.451.

Priem, H.N.A.; Boelrijk, N.A.I.M.; Hebeda, E.H.; Verdurmen, E.A.Th. y Verschure, R.A.1976.Isotopic dating in Southern Portugal.E.C.O.G. IV Meeting.

Pupin, J. P.; Bonin, B.; Tessier, M. y Turco, G.1978.Rôle de l'eau sur les caractères morphologiques et la cristallisation du zircon dans les granitoïdes.*Bull. Soc. Geol. France*.XX/ 5:721-725.

Pupin, J. P.1980.Zircon and Granite Petrology. *Contrib. Mineral. Petrol*.73:207-

220.

Quesada, C.1975.Geología de un sector de la parte central del Anticlinorio Olivenza-Monesterio. Alrededores de Monesterio (Badajoz).Tesis de licenciatura.Granada.

Quesada, C.; Cueto, L.A. y Dallmeyer, R.D.1989.Nuevas dataciones absolutas en la Zona de Ossa-Morena: limitaciones que se imponen a la evolución tectónica de la misma.XI Reunión xeoloxia e mineria do NO peninsular, Evolución tectonometamórfica do Macizo Hespérico Peninsular.35-36.

Quesada, C.y Dallmeyer, R.D.1989.Geochronological constraints to the structural evolution of the Badajoz-Córdoba belt. Southwestern Iberia Massif.*Geol. Soc. Am Annu. Meeting, Abst.Prog.*21:A:227.

Quesada, C.1991.Geological constraints on the Paleozoic tectonic evolution of tectonostratigraphic Terranes in the Iberian Massif. *Tectonophysics*.185:225-245.

Rapp, R.P. y Watsom, E.B.1995.Dehydration Melting of Metabasalt at 8-32 kbar: Implications for Continental Growth and Crust-Mantle Recycling. *Journal of Petrology*.36/4:891-931.

Rudnick, R.L. y Fountain, D.M.1995.Nature and composition of the continental crust -- a lower crustal perspective. *Reviews in Geophysics*.33:267-309.

Salman, K. y Montero, P.1999.Geochronological, Geochemical and Petrological Studies in two areas of the Ossa-Morena Zone: the Monesterio Complex and the Calera de León Granite.XV Reunión de Geología del Oeste Peninsular. International Meeting on Cadomian Orogens.Jour. Conf. Abstracts. 4/3:1020.Badajoz, España.

Sánchez Carretero, R.; Eguíluz, L.; Pascual, E. y Carracedo, M.1990.Igneous rocks of the Ossa-Morena Zone (Part V).En:Pre-Mesozoic Geology of Iberia.Dallmeyer, R.D. y Martínez García, E. eds.292-313.

Sánchez Fabián, J. A.2000.Contribución al estudio y caracterización de los granitoides del antiforma Oliveza-Monesterio. Tesis de licenciatura.*Departamento de Geología, área de Petrología y Geoquímica*.165.

Schäfer, H.1990.Geochronological investigations in the Ossa-Morena Zone, SW Spain. *Geology*.153.

Schäfer, H.J.; Gebauer, D.; Nägler, T.F. y Eguíluz, L.1993.Conventional and ion-microprobe U-Pb dating of detritical zircons of the Tentudia Group (serie Negra, SW Spain): implications for zircon systematics, stratigraphy, tectonics and Precambrian- Cambrian boundary. *Contrib. Mineral. Petrol.*113:289-299.

Schäfer ,H-J.; Gebauer, D.; Nägler, Th.F. y Von Quadt, A.1988.U- Pb zircon and Sm- Nd studies of various rock- types of the Ossa Morena Zone (SW Spain).*Simposio sobre: Cinturones Orogénicos. SGE.*51-57.

Schmidt, M. W.1992.Amphibole composition in tonalite as a function of pressure: an experimental calibration of the Al-in-horblende barometer. *Contrib. Mineral. Petrol.*110:304-310.

Serrano Pinto, M.; Casquet, C., Ibarrola, E.; Corretgé, L.G. y Portugal Ferreira, M.1987.Síntese geocronológica dos granitóides do Macico Hespérico.Bea, F. C., A; Gonzalo, J. C.; López Plaza, M y Rodriguez Alonso, M. D. eds.Geología de los granitoides y rocas asociadas del Macizo hespérico. Libro homenaje a L. C. García de Figuerola.Salamanca.

Silva, J.B.; Oliveira, J.T. y Ribeiro, A.1990.Structural Outline.En:Pre-Mesozoic Geology of Iberia.Dallmeyer, R.D. y Martínez García, E. eds.348-362.

Sommerauer, J.1974.Trace elements distribution patterns and mineralogical stability of zircons- An application for combined electron microprobe techniques.Electron Microscopy Society of South Africa, Proccedings.4:71-72.

Stacey, J.S. y Kramers, J.D.1975.Aproximation of terrestial lead isotope evolution by a two stage model. *Earth Planet. Sci. Letters.*26:207-221.

Sun, S. S.1980.Lead isotopic study of young volcanic rocks from mid-ocean ridges, ocean islands and island arcs. *Phil. Trans.R.Soc.*A297:409-445.

Sylvester, P.1989.Post-Collisional Alkaline Granites. *Journal of Geology.*97:261-280.

Taylor, S. R. y. M., S.M.1985.The Continental crust: its composition and evolution.Oxford.

Valverde-Vaquero, P. y Dunning, G.R.2000.New U-Pb ages for Early Ordovician magmatism in Central Spain. *Journal of the Geological Society, London.*157:15-26.

Vavra, G.1990.On the Kinematics of zircon growth and its petrogenetic significance: a cathodoluminescence study. *Contib. Mineral. Petrol.*106:90-99.

Vavra, G.1993.A guide to quantitative morphology of accessory zircon. *Chem.Geol.*110:15-28.

Vavra, G.1994.Systematics of internal zircon morphology in major Variscan granitoid types. *Contrib. Mineral. Petrol.*117:331-344.

Vavra, G.; Gebauer, D.; Schmid, R. y Compston, W.1996.Multiple zircon growth and recrystallization during polyphase Late Carboniferous to Triassic metamorphism in granulites of the Ivrea Zone (Southern Alps): an ion microprobe(SHRIMP) study. *Contrib. Mineral. Petrol.*122 :337-358.

Vázquez Guzmán, F. y Fernández Pompa, F.1976.Contribución al conocimiento del SW de España en relación con la propección de magnetitas.*Memorias del IGME.*89.

Velasco, F.1976.Mineralogía y metalogenia de los skarns de Santa Olalla (Huelva).Tesis doctoral. Bilbao.290.

Velasco, F. y Amigó, J.M.1979.Los skarns con magnetita en el entorno de Santa Olalla, Huelva. *Temas geológicos y mineros del IGME.*3:89-116.

Velasco, F. y Amigó, J.M.1980.Mineralogy and origin of the skarn from Cala (Huelva, Spain). *Econ. Geol.*73(I):719-727.

Vernon, R. H.1984.Microgranitoid enclaves in granites- globules of hybrid magma quenched in a plutonic environment. *Nature.*309:438-439.

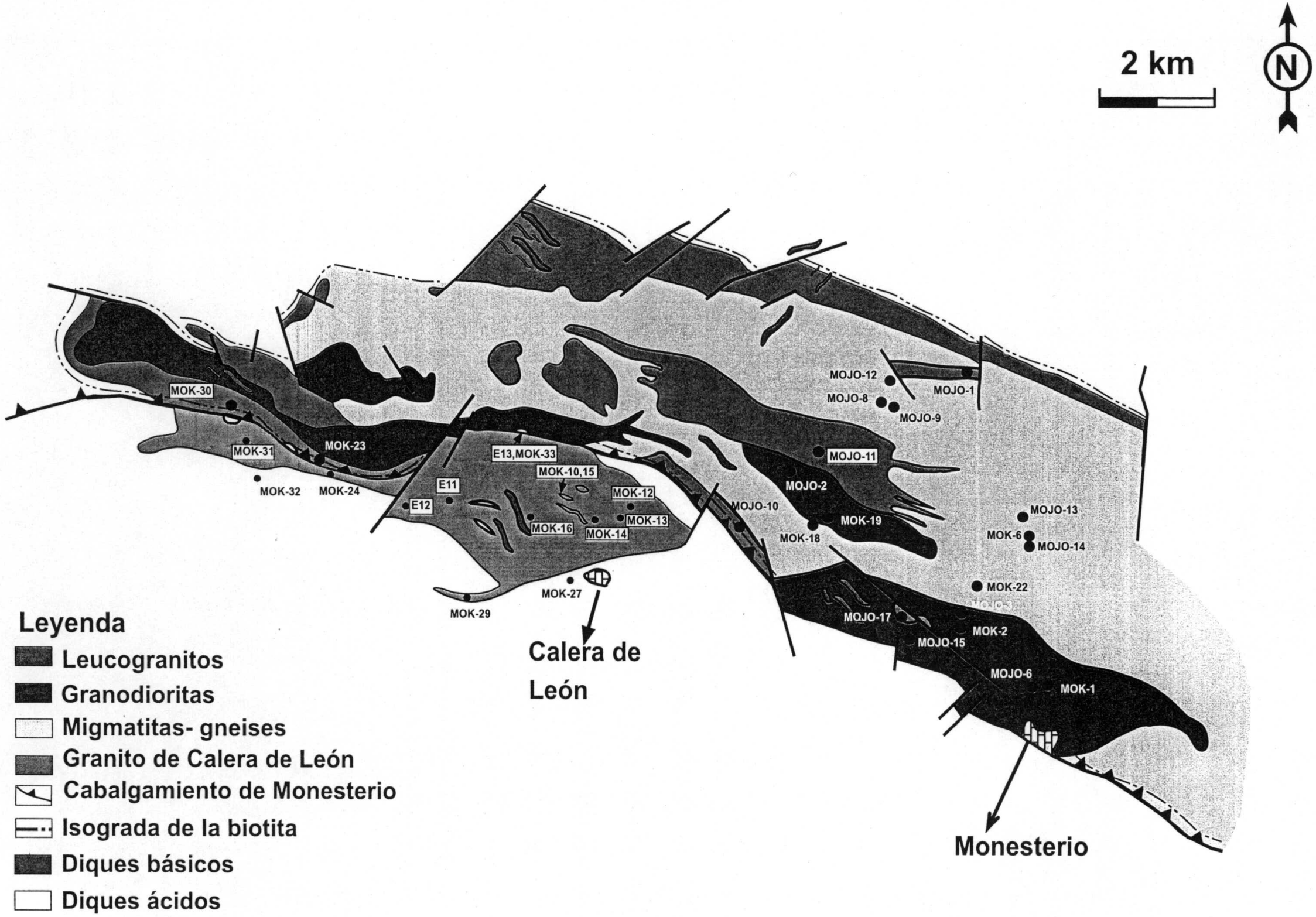
Weaver, B. y Tarney, J.1984.Empirical approach to estimating the composition of the continental crust. *Nature.*310:575-557.

Wedepohl, K. H.1995.The composition of the Continental Crust. *Geochim. Cosmochim. Acta.*59:1217-1232.

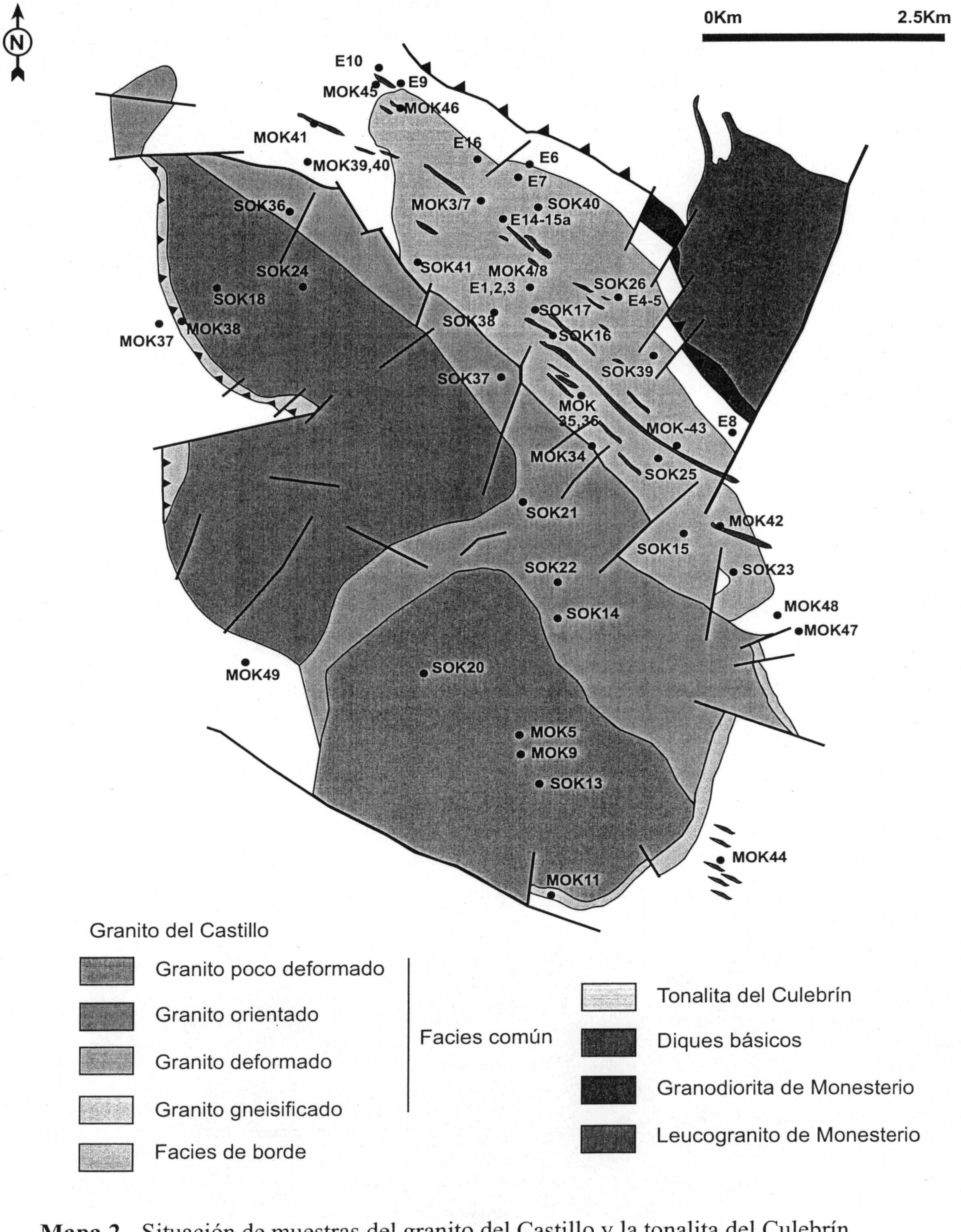
Whalen, J.B.; Currie, K.L. y Chappell, B.W.1987.A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contrib. Mineral. Petrol.*95:407-419.

Wilson, M.1989.Igneous petrogenesis.Unwin Hyman eds.London.

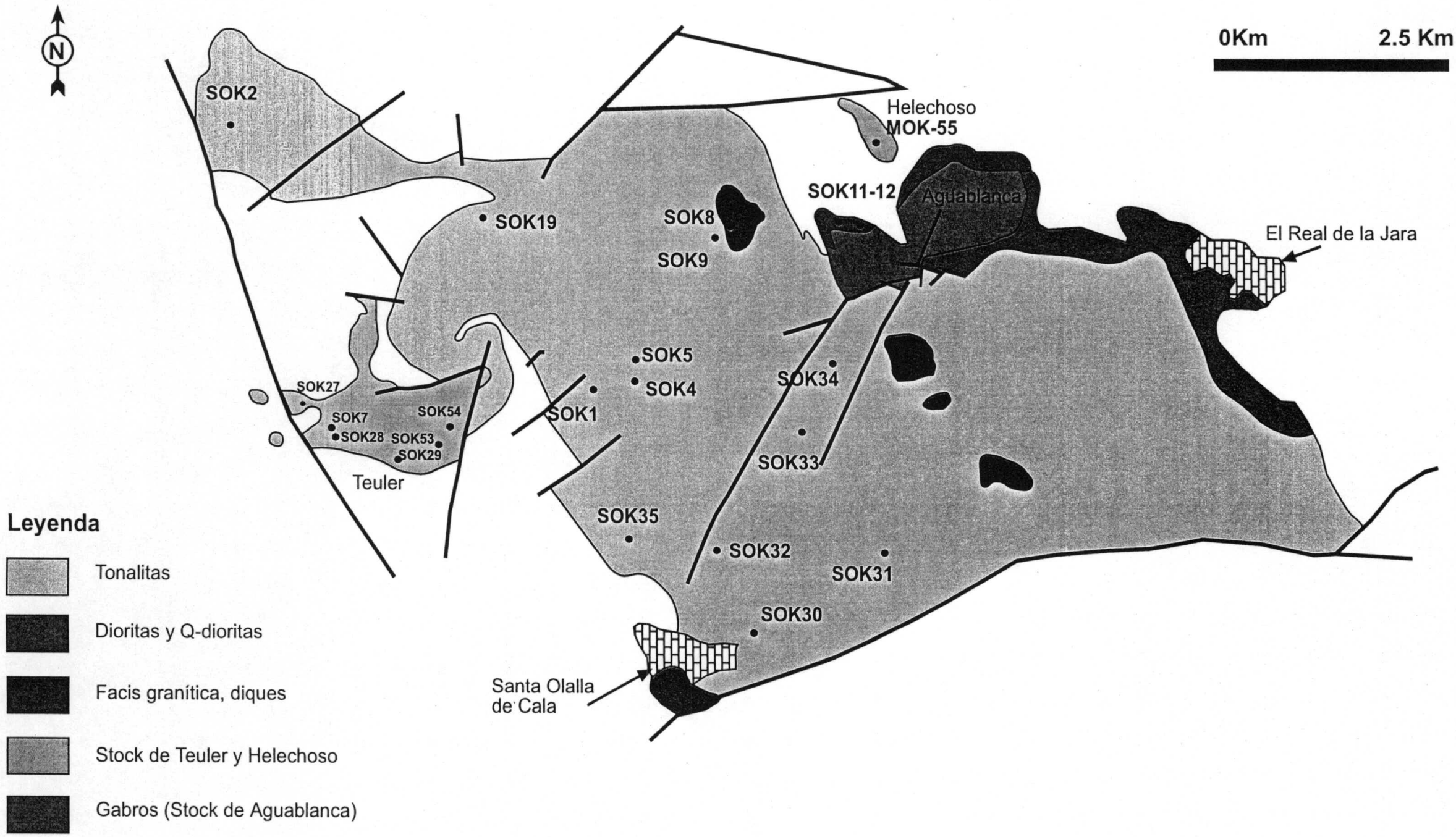
Anexos.



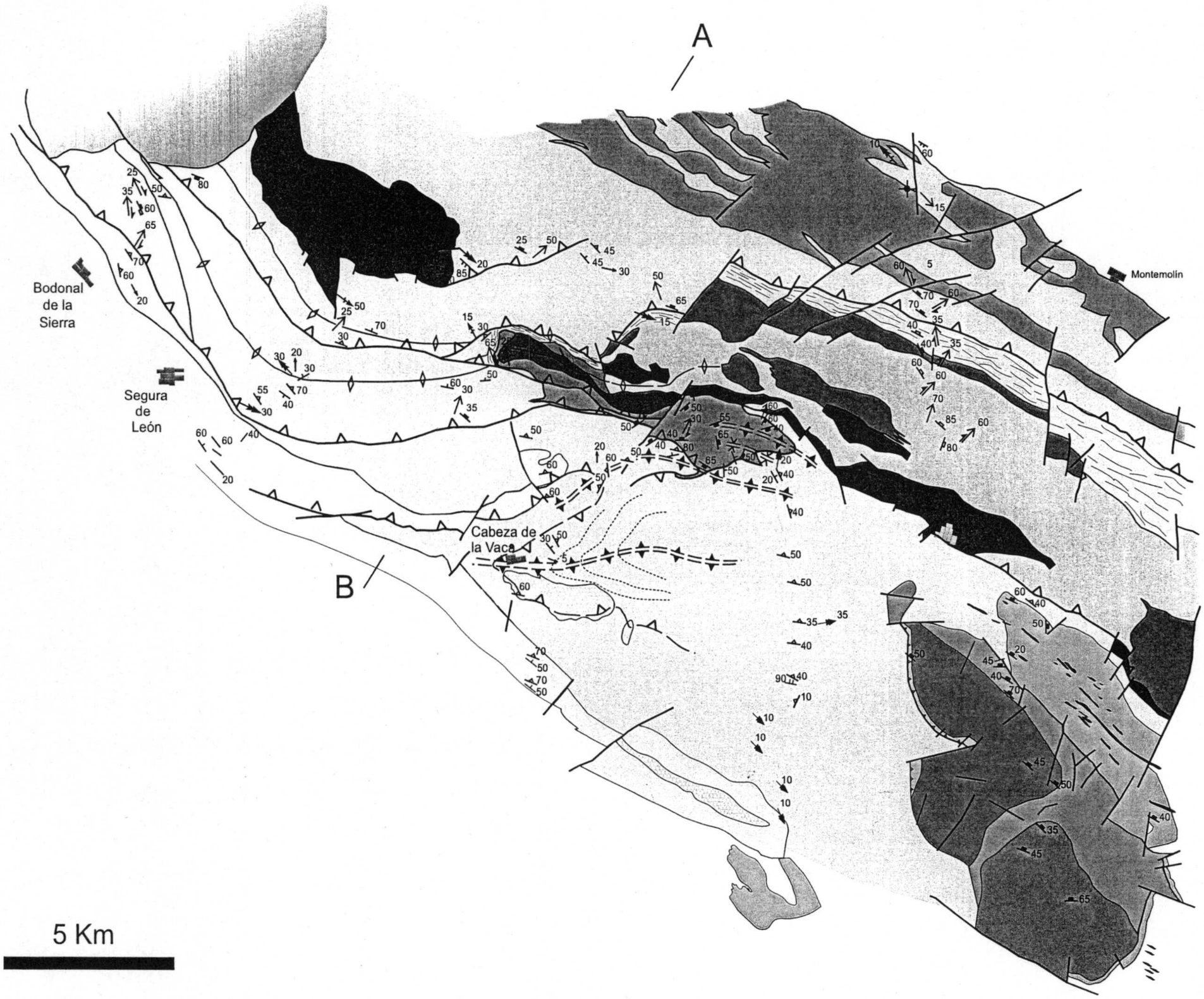
Mapa 1.- Situación de muestras del Complejo de Monesterio y granito de Calera de León.



Mapa 2.- Situación de muestras del granito del Castillo y la tonalita del Culebrín.

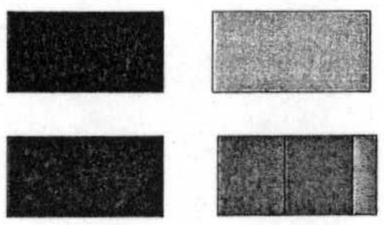


Mapa 3.- Situación de muestras del Complejo plutónico de Santa Olalla, stock de Teuler y Helechoso



Mapa 4.- Esquema cartográfico del sector de Monesterio (modificado de Eguíluz, 1987 y Expósito 2000).

Leyenda

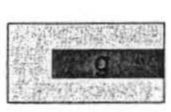


Granitoides cámbricos: Monesterio, Calera, Culebrín, Castillo, Tablada...

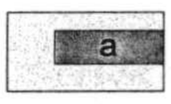
Granitoides carboníferos

Formación Alconera (Cámbrico inferior)

Formación Malcocinado (Vendiense)

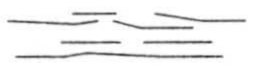


Gneises y migmatitas
g: granitos anatecticos



Esquistos y grauvacas
a: anfibolitas

Serie Negra
(Proterozoico superior)



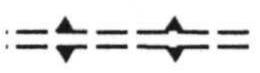
Cizallamiento prevarisco intenso



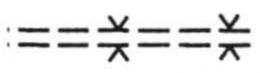
Sistema de cabalgamientos de Monesterio



Anticlinal de Olivenza



Antiforme de segunda generación



Sinforme de segunda generación



Ejes de la segunda generación de pliegues (P2)



Lineación de intersección de la segunda generación de pliegues (S2)



Ejes de la primera generación de pliegues (P1)



Lineación de intersección de la primera generación de pliegues



Lineación de estiramiento/mineral (la flecha indica el sentido de movimiento del techo)



Foliación milonítica asociada a cabalgamientos (Sm)



Foliación milonitica prevarisca (S'm)



Foliación de la segunda generación de pliegues (S2)



S_1 vertical



Foliación de la primera generación de pliegues (S1)



Estratificación
(S0)

Abreviaturas utilizadas en las fotografías de SEM.

Minerales:

All.- Allanita.

Anf.- Anfíbol.

Ap.- Apatito.

Bt.- Biotita.

Cer.- Cerianita.

Cherl.- Cheralita.

FK.- Feldespato potásico.

Ilm.- Ilmenita.

LREE.- Minerales de tierras raras ligeras.

Mo.- Monacita.

Nb.- Minerales de Niobio.

OxFe.- Óxidos de Hierro.

OxTi.- Óxidos de Titanio-Rutilo.

Par.- Parisita.

Plg.- Plagioclasa.

Q.- Cuarzo.

SFe y Sulf Fe.- Sulfuros de Hierro.

Th.- Torita.

Th,U, Y.- Minerales de Torio, Uranio, Itrio.

Ti.- Titanita.

Xe.- Xenotima.

Zr.- Circón.

Tabla 1.- Feldespato potásico de la granodiorita de Monesterio.I

Ref.	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1
Caractere	*Pert.reemplazamiento*		*Pertitas string*				*Pertitas string*	
	Borde	*Centro*	*Borde1*	*Centro1*	*Medio1*	*Medio2*	*Centro*	*Borde*
SiO2	65.75	65.25	65.18	65.23	65.26	65.41	65.29	64.95
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al2O3	18.46	18.23	18.23	18.21	18.02	18.21	17.94	17.73
FeO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
CaO	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00
Na2O	0.56	0.63	0.57	0.70	0.66	0.73	0.66	0.57
K2O	15.95	15.98	15.77	15.52	15.92	15.75	15.75	15.87
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.02	3.02
Al	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.97
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05
K	0.93	0.94	0.93	0.91	0.94	0.93	0.93	0.94
%An	0.03	0.02	0.00	0.13	0.03	0.02	0.00	0.00
%Ab	7.07	7.80	7.28	8.88	8.19	9.12	8.23	7.18
%Or	92.90	92.19	92.72	90.99	91.78	90.86	91.77	92.82

Ref.	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1
Caractere	*Pert.reemplazamiento*				*Pert.reemplazamiento*		
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Medio*	*Borde*	*Centro*	*Medio*
SiO2	65.63	65.35	65.52	65.05	65.12	65.13	65.00
TiO2	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
Al2O3	18.23	18.08	18.23	18.03	17.83	18.13	18.10
FeO	0.04	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.01
MgO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
MnO	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.01	0.00
CaO	0.00	0.03	0.00	0.33	0.15	0.00	0.00
Na2O	0.65	0.66	0.60	0.98	0.65	0.54	0.60
K2O	15.82	15.89	16.20	15.35	16.00	16.03	15.75
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01
Al	0.99	0.98	0.99	0.98	0.97	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00
Na	0.06	0.06	0.05	0.09	0.06	0.05	0.05
K	0.93	0.94	0.95	0.91	0.95	0.95	0.93
%An	0.00	0.11	0.00	1.29	0.61	0.00	0.00
%Ab	8.16	8.26	7.42	11.99	7.95	6.76	7.54
%Or	91.84	91.64	92.59	86.72	91.45	93.24	92.46

Tabla 1.- Feldespato potásico de la granodiorita de Monesterio.II

Ref.	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1
Caractere	*Pertitas string*			*Pert.reemplazamiento*		*Pertitas string*		
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Medio*
SiO2	63.69	65.31	65.25	65.10	65.00	65.04	64.91	65.45
TiO2	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01
Al2O3	17.55	17.94	17.92	17.95	17.95	18.04	18.02	18.14
FeO	0.02	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	0.80	0.00	0.02	0.00	0.06	0.02	0.00	0.00
Na2O	0.55	0.66	0.57	0.63	0.68	0.64	0.58	0.62
K2O	15.53	15.75	15.99	15.85	15.77	15.65	15.92	15.97
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	3.00	3.02	3.02	3.02	3.01	3.01	3.01	3.01
Al	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06
K	0.93	0.93	0.94	0.94	0.93	0.93	0.94	0.94
%An	3.21	0.00	0.07	0.00	0.24	0.08	0.00	0.00
%Ab	6.83	8.29	7.17	7.93	8.51	8.13	7.25	7.71
%Or	89.96	91.71	92.76	92.07	91.26	91.79	92.75	92.29

Tabla 2.- Plagioclasas de la granodiorita de Monesterio.I

Ref.	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1
Caracteres	*Cristal zonado*		*Cristal zonado*				*C.zonado y maclado*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Medio*	*Centro*	*Borde*	*Medio*	*Borde*
SiO2	63.33	57.49	64.29	62.06	62.20	62.45	63.10	63.20
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	23.33	26.86	22.42	23.73	23.73	23.01	23.32	23.25
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	4.44	8.62	3.37	4.99	4.92	4.24	4.81	4.75
Na2O	9.21	6.89	9.93	8.96	8.90	9.36	9.01	9.05
K2O	0.11	0.13	0.10	0.10	0.19	0.10	0.09	0.10
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.79	2.58	2.83	2.76	2.76	2.79	2.78	2.79
Al	1.21	1.42	1.16	1.24	1.24	1.21	1.21	1.21
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.21	0.41	0.16	0.24	0.23	0.20	0.23	0.22
Na	0.79	0.60	0.85	0.77	0.77	0.81	0.77	0.77
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	20.88	40.59	15.70	23.37	23.17	19.96	14.57	14.36
%Ab	78.52	58.73	83.71	76.04	75.74	79.55	85.05	85.19
%Or	0.60	0.69	0.59	0.59	1.09	0.49	0.38	0.45

Ref.	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1
Caracteres	*Cristal zonado y maclado*			*Cristal zonado*		*Cristal zonado*	
	Medio	*Borde*	*Medio*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	62.87	63.35	63.96	60.30	60.76	64.01	62.75
TiO2	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.00
Al2O3	23.45	22.93	22.23	23.97	24.42	22.74	23.06
FeO	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00
MgO	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02
CaO	4.93	4.74	4.06	5.73	5.96	4.41	4.95
Na2O	8.93	9.06	9.44	8.32	8.14	9.32	8.93
K2O	0.15	0.11	0.12	0.28	0.24	0.14	0.13
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.78	2.80	2.83	2.72	2.71	2.81	2.78
Al	1.22	1.19	1.16	1.27	1.29	1.18	1.21
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.23	0.22	0.19	0.28	0.29	0.21	0.24
Na	0.76	0.78	0.81	0.73	0.70	0.79	0.77
K	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
%An	14.98	14.32	12.08	17.88	18.83	13.13	15.03
%Ab	84.38	85.20	87.43	80.86	80.06	86.29	84.41
%Or	0.65	0.48	0.50	1.27	1.11	0.58	0.57

Tabla 2.- Plagioclasas de la granodiorita de Monesterio.II

Ref.	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1
Caracteres	*Cristal zonado*			*Cristal zonado*			*Cristal malcado*	
	Medio	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Centro*
SiO2	62.73	62.11	62.18	61.81	62.62	62.04	63.68	63.39
TiO2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Al2O3	23.21	23.30	22.75	22.62	23.32	22.88	22.63	22.96
FeO	0.00	0.01	0.02	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.01	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
CaO	4.91	4.97	4.84	4.83	5.09	4.82	4.10	4.76
Na2O	8.69	8.97	8.86	8.65	8.57	8.96	9.41	9.16
K2O	0.31	0.13	0.20	0.18	0.23	0.10	0.09	0.08
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.78	2.77	2.79	2.79	2.78	2.78	2.82	2.80
Al	1.21	1.22	1.20	1.20	1.22	1.21	1.18	1.19
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.23	0.24	0.23	0.23	0.24	0.23	0.19	0.23
Na	0.75	0.78	0.77	0.76	0.74	0.78	0.81	0.78
K	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	15.14	15.02	14.80	15.10	15.85	14.66	12.23	14.26
%Ab	83.47	84.43	84.34	84.08	83.10	84.90	87.38	85.40
%Or	1.39	0.55	0.86	0.83	1.05	0.45	0.40	0.35

Ref.	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1
Caracteres	*Cristal zonado*			*Cristal maclado*			*C.zonado y maclado*	
	Borde	*Medio*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	63.76	63.50	63.19	61.58	64.38	63.60	64.31	61.11
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Al2O3	22.77	22.84	23.47	23.15	22.31	22.97	22.89	24.77
FeO	0.02	0.00	0.03	0.05	0.02	0.01	0.07	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
CaO	4.44	4.64	4.97	4.98	3.98	4.59	4.31	6.71
Na2O	9.21	9.07	8.98	8.64	9.62	9.23	9.43	7.96
K2O	0.12	0.24	0.13	0.13	0.12	0.11	0.12	0.11
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.81	2.80	2.78	2.77	2.83	2.80	2.81	2.70
Al	1.18	1.19	1.22	1.23	1.16	1.19	1.18	1.29
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.21	0.22	0.23	0.24	0.19	0.22	0.20	0.32
Na	0.79	0.78	0.77	0.75	0.82	0.79	0.80	0.68
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	13.35	13.95	15.01	15.52	11.67	13.71	12.74	21.21
%Ab	86.14	85.03	84.45	83.91	87.82	85.80	86.76	78.27
%Or	0.52	1.02	0.55	0.57	0.52	0.49	0.50	0.52

Tabla 2.- Plagioclasas de la granodiorita de Monesterio.III

Ref.	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1
Caracteres	*Cristal zonado y maclado*			*Cristal maclado*			*Cristal maclado*
	Borde	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*
SiO2	63.76	61.55	62.78	62.53	61.52	63.44	63.88
TiO2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Al2O3	22.62	24.48	23.61	23.64	24.30	23.40	23.04
FeO	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	4.36	6.27	5.33	5.48	6.31	4.99	4.53
Na2O	9.16	8.26	8.79	8.66	8.26	9.04	9.24
K2O	0.12	0.12	0.12	0.13	0.08	0.11	0.09
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.82	2.72	2.77	2.76	2.72	2.78	2.80
Al	1.18	1.27	1.23	1.23	1.27	1.21	1.19
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.21	0.30	0.25	0.26	0.30	0.23	0.21
Na	0.78	0.71	0.75	0.74	0.71	0.77	0.79
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	13.18	19.50	16.21	16.79	19.64	14.99	13.55
%Ab	86.28	79.97	83.27	82.63	79.99	84.56	86.06
%Or	0.54	0.53	0.52	0.58	0.37	0.46	0.39

Ref.	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1	MOK-1
Caracteres	*Cristal maclado*					
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	63.52	64.48	63.37	63.10	63.74	62.69
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Al2O3	23.04	22.53	23.07	23.41	23.11	23.64
FeO	0.01	0.00	0.05	0.06	0.02	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
CaO	4.43	4.07	4.78	4.84	4.69	5.31
Na2O	9.31	9.55	8.98	8.82	9.07	8.73
K2O	0.09	0.10	0.15	0.25	0.10	0.14
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.80	2.83	2.79	2.78	2.80	2.76
Al	1.20	1.16	1.20	1.22	1.20	1.23
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.21	0.19	0.23	0.23	0.22	0.25
Na	0.80	0.81	0.77	0.75	0.77	0.75
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	13.21	12.00	14.49	14.82	14.18	16.23
%Ab	86.42	87.59	84.83	84.10	85.40	83.17
%Or	0.37	0.42	0.68	1.08	0.43	0.60

Tabla 2.- Plagioclasas de la granodiorita de Monesterio.IV

Ref.	MOK-1	MOK-1	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2
Caracteres			*Cristal maclado*	*Cristal zonado*			
	Borde	*Centro*		*Borde*	*Medio*	*Centro*	*Medio*
SiO2	63.50	64.04	59.60	59.99	60.52	59.49	61.14
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	22.65	21.89	25.76	24.86	25.31	25.97	24.53
FeO	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	4.37	3.82	7.17	6.27	6.67	7.38	5.86
Na2O	8.45	8.64	7.65	8.08	7.95	7.59	8.56
K2O	0.95	1.23	0.13	0.11	0.08	0.09	0.08
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.81	2.85	2.65	2.69	2.68	2.64	2.71
Al	1.18	1.15	1.35	1.31	1.32	1.36	1.28
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.21	0.18	0.34	0.30	0.32	0.35	0.28
Na	0.73	0.74	0.66	0.70	0.68	0.65	0.74
K	0.05	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	13.62	11.77	33.86	29.83	31.51	34.79	27.28
%Ab	82.08	82.77	65.44	69.57	68.00	64.72	72.23
%Or	4.30	5.46	0.70	0.60	0.50	0.50	0.49

Ref.	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal zonado*			*Cristal maclado*	
	Centro	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	59.97	61.36	60.57	59.50	61.25	59.70	61.43
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	25.27	23.96	24.99	25.26	24.33	25.57	24.55
FeO	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
MgO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03
CaO	7.24	5.82	6.86	7.42	6.18	7.59	6.43
Na2O	7.52	8.45	7.73	7.51	8.25	7.42	7.97
K2O	0.17	0.31	0.23	0.12	0.16	0.14	0.13
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.67	2.73	2.69	2.66	2.72	2.65	2.72
Al	1.33	1.26	1.31	1.33	1.27	1.34	1.28
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.35	0.28	0.33	0.36	0.29	0.36	0.30
Na	0.65	0.73	0.67	0.65	0.71	0.64	0.68
K	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	23.42	17.87	21.96	23.97	19.24	24.56	20.45
%Ab	75.81	80.78	76.96	75.48	80.05	74.81	78.97
%Or	0.77	1.35	1.07	0.55	0.71	0.63	0.58

Tabla 2.- Plagioclasas de la granodiorita de Monesterio.V

Ref.	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2
Caracteres	*Cristal maclado*				*Cristal zonado*		
	Borde1	*Borde2*	*Borde3*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	61.27	60.82	60.20	60.94	58.06	60.39	63.24
TiO2	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
Al2O3	24.63	24.07	24.96	24.49	26.71	25.28	23.52
FeO	0.03	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02
CaO	6.34	6.10	6.94	6.45	8.85	6.98	4.93
Na2O	8.19	8.27	7.73	8.02	6.68	7.68	9.09
K2O	0.16	0.11	0.16	0.19	0.12	0.10	0.10
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.71	2.72	2.68	2.71	2.59	2.68	2.78
Al	1.28	1.27	1.31	1.28	1.40	1.32	1.22
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.30	0.29	0.33	0.31	0.42	0.33	0.23
Na	0.70	0.72	0.67	0.69	0.58	0.66	0.77
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	19.75	19.06	22.20	20.37	29.68	22.48	14.79
%Ab	79.52	80.47	77.05	78.78	69.74	77.05	84.79
%Or	0.73	0.47	0.75	0.86	0.58	0.47	0.42

Ref.	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2
Caracteres	*Cristal zonado y maclado*				*Cristal zonado*		
	Borde1	*Borde2*	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	63.50	61.19	62.98	60.76	62.69	61.18	61.18
TiO2	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Al2O3	23.18	24.23	23.38	24.73	23.59	24.18	24.62
FeO	0.06	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	4.63	6.03	4.87	6.62	5.17	6.01	6.44
Na2O	9.20	8.21	8.87	7.99	8.94	8.26	8.04
K2O	0.16	0.12	0.15	0.16	0.10	0.10	0.09
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.79	2.72	2.78	2.70	2.77	2.72	2.71
Al	1.20	1.27	1.22	1.29	1.23	1.27	1.29
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.22	0.29	0.23	0.32	0.24	0.29	0.31
Na	0.78	0.71	0.76	0.69	0.77	0.71	0.69
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	13.83	18.97	14.89	20.88	15.58	18.87	20.38
%Ab	85.50	80.47	84.44	78.42	83.97	80.68	79.20
%Or	0.68	0.55	0.68	0.71	0.45	0.45	0.42

Tabla 2.- Plagioclasas de la granodiorita de Monesterio.VI

Ref.	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2
Caracteres	*Cristal zonado y maclado*				*Cristal maclado*		*Cristal zonado*	
	Borde	*Medio*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	61.60	62.48	62.94	62.24	61.26	61.72	64.86	61.29
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Al2O3	24.10	23.29	23.81	24.38	24.69	24.47	22.47	24.75
FeO	0.02	0.00	0.00	0.02	0.05	0.04	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	5.96	5.00	5.16	5.84	6.41	6.03	5.20	6.42
Na2O	8.24	8.74	8.75	8.36	8.05	8.29	8.17	8.06
K2O	0.12	0.19	0.10	0.15	0.17	0.12	0.09	0.10
	Fórmula estructural 8 oxígenos							
Si	2.73	2.78	2.77	2.74	2.71	2.72	2.84	2.71
Al	1.26	1.22	1.23	1.26	1.29	1.27	1.16	1.29
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.28	0.24	0.24	0.28	0.30	0.29	0.24	0.30
Na	0.71	0.75	0.75	0.71	0.69	0.71	0.69	0.69
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	18.75	15.40	15.84	18.20	20.22	18.83	16.89	20.27
%Ab	80.71	83.74	83.73	81.12	79.01	80.63	82.69	79.25
%Or	0.54	0.86	0.44	0.67	0.77	0.54	0.42	0.47

Ref.	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2
Caracteres	*Cristal zonado*					*Cristal maclado*			
	Borde	*Medio*	*Medio2*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro1*	*Centro2*	*Borde*
SiO2	63.59	61.33	62.11	61.78	61.75	101.52	61.35	62.45	60.94
TiO2	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
Al2O3	23.20	24.31	24.25	24.22	24.63	0.00	24.62	23.65	24.74
FeO	0.00	0.01	0.00	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.03
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
MnO	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	4.68	6.30	5.80	5.93	6.16	0.02	6.34	5.33	6.52
Na2O	9.18	8.14	8.41	8.38	8.20	0.02	8.06	8.64	8.07
K2O	0.10	0.19	0.20	0.09	0.18	0.00	0.21	0.21	0.10
	Fórmula estructural 8 oxígenos								
Si	2.79	2.72	2.74	2.73	2.72	4.00	2.71	2.76	2.70
Al	1.20	1.27	1.26	1.26	1.28	0.00	1.28	1.23	1.29
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.22	0.30	0.27	0.28	0.29	0.00	0.30	0.25	0.31
Na	0.78	0.70	0.72	0.72	0.70	0.00	0.69	0.74	0.69
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
%An	14.00	19.73	17.97	18.45	19.26	19.63	19.98	16.39	20.51
%Ab	85.57	79.43	81.16	81.15	79.91	78.33	79.09	82.66	79.04
%Or	0.42	0.85	0.88	0.40	0.83	2.03	0.93	0.95	0.45

Tabla 2.- Plagioclasas de la granodiorita de Monesterio.VII

Ref.	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2	MOK-2
Caracteres	*Cristal zonado*			*Cristal zonado*			*Cristal zonado*	
	Centro	*Borde1*	*Borde2*	*Medio*	*Borde1*	*Borde2*	*Centro*	*Borde*
SiO2	61.64	62.67	63.81	62.05	61.07	62.79	60.39	63.22
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
Al2O3	24.72	23.44	22.79	23.99	25.18	23.37	25.23	23.49
FeO	0.02	0.03	0.03	0.00	0.03	0.03	0.03	0.01
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
MnO	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03
CaO	6.42	5.13	4.36	5.53	6.62	4.90	7.07	5.03
Na2O	8.05	8.79	9.33	8.77	8.08	8.94	7.87	8.90
K2O	0.20	0.15	0.07	0.07	0.22	0.10	0.09	0.11
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.71	2.77	2.81	2.74	2.69	2.78	2.67	2.78
Al	1.28	1.22	1.18	1.25	1.31	1.22	1.32	1.22
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.30	0.24	0.21	0.26	0.31	0.23	0.34	0.24
Na	0.69	0.75	0.80	0.75	0.69	0.77	0.68	0.76
K	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	20.20	15.69	13.01	16.80	20.62	14.91	22.31	15.29
%Ab	78.87	83.66	86.69	82.88	78.41	84.66	77.27	84.24
%Or	0.93	0.66	0.30	0.32	0.97	0.44	0.42	0.47

Ref.	MOK-2	MOK-2
Caracteres	*Cristal zonado*	
	Borde	*Centro*
SiO2	62.70	61.38
TiO2	0.00	0.01
Al2O3	23.58	24.40
FeO	0.03	0.03
MgO	0.01	0.00
MnO	0.01	0.01
CaO	5.18	6.10
Na2O	8.79	8.35
K2O	0.14	0.22
Si	2.77	2.72
Al	1.23	1.27
Ti	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00
Ca	0.25	0.29
Na	0.75	0.72
K	0.01	0.01
%An	15.81	18.82
%Ab	83.58	80.21
%Or	0.61	0.97

Tabla 3.- Biotitas de la granodiorita de Monesterio.I

Ref.	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Centro*
SiO2	34.91	35.13	35.09	36.19	35.10
TiO2	3.38	3.48	3.43	1.50	3.36
Al2O3	16.55	16.52	16.64	17.77	16.44
FeO	23.14	24.00	23.73	22.12	23.65
MgO	7.06	6.91	6.72	7.36	7.04
MnO	0.39	0.41	0.37	0.31	0.39
CaO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01
Na2O	0.06	0.04	0.03	0.04	0.06
K2O	9.47	9.57	9.29	9.30	9.61
		Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.74	2.73	2.74	2.81	2.74
Alt	1.53	1.51	1.53	1.63	1.51
Al IV	1.26	1.27	1.26	1.19	1.26
Al VI	0.26	0.24	0.27	0.43	0.25
Ti	0.20	0.20	0.20	0.09	0.20
Mg	0.82	0.80	0.78	0.85	0.82
Fe	1.52	1.56	1.55	1.44	1.54
Mn	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03
Σ M	2.83	2.83	2.83	2.83	2.83
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.95	0.95	0.93	0.92	0.96
Σ A	0.95	0.95	0.93	0.93	0.96
Fe/Fe+Mg	0.65	0.66	0.67	0.63	0.65

Ref.	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*
SiO2	35.67	36.57	36.18	36.34	36.17	35.94	35.49	35.49
TiO2	3.33	1.45	2.90	2.24	1.86	2.15	2.69	2.56
Al2O3	15.78	16.57	16.66	17.07	16.83	17.27	16.36	16.48
FeO	22.82	21.22	22.70	22.26	22.55	22.57	22.74	22.75
MgO	6.90	7.67	7.07	6.99	7.42	7.18	7.33	7.19
MnO	0.38	0.32	0.34	0.35	0.37	0.43	0.35	0.33
CaO	0.01	0.07	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.04
Na2O	0.05	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.11
K2O	9.43	8.97	9.64	9.28	9.55	9.63	9.58	9.31
Si	2.80	2.88	2.80	2.83	2.82	2.79	2.78	2.79
Alt	1.46	1.54	1.52	1.56	1.54	1.58	1.51	1.53
Al IV	1.20	1.12	1.20	1.18	1.18	1.21	1.22	1.21
Al VI	0.26	0.41	0.32	0.39	0.36	0.37	0.29	0.31
Ti	0.20	0.09	0.17	0.13	0.11	0.13	0.16	0.15
Mg	0.81	0.90	0.82	0.81	0.86	0.83	0.86	0.84
Fe	1.50	1.40	1.47	1.45	1.47	1.46	1.49	1.49
Mn	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
Σ M	2.79	2.81	2.79	2.80	2.82	2.82	2.82	2.82
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
K	0.95	0.90	0.95	0.92	0.95	0.95	0.96	0.93
Σ A	0.95	0.92	0.96	0.93	0.96	0.96	0.97	0.95
Fe/Fe+Mg	0.65	0.61	0.64	0.64	0.63	0.64	0.64	0.64

Tabla 3.- Biotitas de la granodiorita de Monesterio.II

Ref.	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*
SiO2	35.03	35.52	35.81	36.45	36.24	36.40	36.15	36.32
TiO2	2.69	3.22	2.78	2.18	2.96	2.17	3.46	3.27
Al2O3	16.17	15.94	15.92	16.43	16.53	16.94	16.02	16.52
FeO	22.40	23.57	22.96	22.71	23.18	22.92	22.34	22.64
MgO	7.21	6.89	7.10	7.61	6.91	7.27	6.81	7.00
MnO	0.33	0.37	0.33	0.32	0.40	0.43	0.32	0.36
CaO	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01	0.01	0.04	0.00
Na2O	0.04	0.12	0.06	0.08	0.06	0.07	0.11	0.06
K2O	9.38	9.49	9.62	9.48	9.62	9.56	9.16	9.56
Si	2.78	2.78	2.81	2.82	2.80	2.81	2.82	2.80
Alt	1.51	1.47	1.47	1.50	1.51	1.54	1.47	1.50
Al IV	1.22	1.22	1.19	1.18	1.20	1.19	1.18	1.20
Al VI	0.30	0.25	0.28	0.32	0.31	0.35	0.30	0.30
Ti	0.16	0.19	0.16	0.13	0.17	0.13	0.20	0.19
Mg	0.85	0.80	0.83	0.88	0.80	0.84	0.79	0.80
Fe	1.49	1.54	1.51	1.47	1.50	1.48	1.46	1.46
Mn	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
Σ M	2.82	2.81	2.80	2.82	2.80	2.82	2.77	2.78
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
K	0.95	0.95	0.96	0.94	0.95	0.94	0.91	0.94
Σ A	0.96	0.97	0.97	0.95	0.96	0.95	0.93	0.95
Fe/Fe+Mg	0.64	0.66	0.65	0.63	0.65	0.64	0.65	0.65

Ref.	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*
SiO2	36.22	36.35	36.33	36.03	36.03	36.54	36.36	36.24
TiO2	3.11	2.96	3.19	2.99	3.17	3.10	3.16	3.14
Al2O3	16.51	16.42	16.64	16.60	16.53	16.50	16.29	16.44
FeO	22.98	22.92	22.90	22.86	23.03	22.95	23.28	23.03
MgO	7.17	7.17	7.15	7.22	7.16	7.34	7.25	7.02
MnO	0.39	0.38	0.36	0.37	0.40	0.37	0.34	0.34
CaO	0.01	0.01	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.02
Na2O	0.04	0.02	0.04	0.12	0.04	0.04	0.07	0.06
K2O	9.52	9.63	9.51	9.64	9.60	9.59	9.59	9.56
Si	2.79	2.81	2.79	2.78	2.78	2.80	2.80	2.80
Alt	1.50	1.49	1.51	1.51	1.50	1.49	1.48	1.50
Al IV	1.21	1.19	1.21	1.22	1.22	1.20	1.20	1.20
Al VI	0.29	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.27	0.30
Ti	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18
Mg	0.82	0.83	0.82	0.83	0.82	0.84	0.83	0.81
Fe	1.48	1.48	1.47	1.48	1.49	1.47	1.50	1.49
Mn	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.81	2.80	2.80	2.80	2.81	2.80	2.81	2.79
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.94	0.95	0.93	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94
Σ A	0.94	0.95	0.94	0.97	0.95	0.94	0.95	0.95
Fe/Fe+Mg	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.64	0.65

Tabla 3.- Biotitas de la granodiorita de Monesterio.III

Ref.	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*
SiO2	36.35	35.82	35.79	36.61	35.98	36.49	35.46	36.32
TiO2	3.51	3.37	3.41	2.80	2.89	2.81	3.55	3.29
Al2O3	16.54	16.48	15.84	16.68	16.42	16.57	15.99	16.23
FeO	23.00	23.12	23.01	22.50	23.35	22.68	23.16	22.55
MgO	6.89	6.70	7.21	7.19	7.25	7.38	7.23	7.27
MnO	0.32	0.38	0.36	0.36	0.32	0.32	0.44	0.36
CaO	0.00	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01
Na2O	0.05	0.06	0.04	0.07	0.04	0.06	0.12	0.10
K2O	9.57	9.51	9.49	9.38	9.55	9.64	9.55	9.57
Si	2.79	2.78	2.79	2.82	2.79	2.81	2.76	2.80
Alt	1.50	1.51	1.46	1.51	1.50	1.50	1.47	1.48
Al IV	1.21	1.22	1.21	1.18	1.21	1.19	1.24	1.20
Al VI	0.29	0.29	0.25	0.33	0.28	0.31	0.23	0.28
Ti	0.20	0.20	0.20	0.16	0.17	0.16	0.21	0.19
Mg	0.79	0.78	0.84	0.83	0.84	0.85	0.84	0.84
Fe	1.48	1.50	1.50	1.45	1.51	1.46	1.51	1.46
Mn	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
Σ M	2.78	2.79	2.81	2.79	2.82	2.80	2.81	2.79
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
K	0.94	0.94	0.94	0.92	0.94	0.95	0.95	0.94
Σ A	0.95	0.95	0.95	0.94	0.95	0.96	0.97	0.96
Fe/Fe+Mg	0.65	0.66	0.64	0.64	0.64	0.63	0.64	0.64

Ref.	MOK-1 *Centro*	MOK-1 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Centro*
SiO2	36.18	36.14	34.72	34.72	34.84	34.48
TiO2	2.94	3.12	3.65	3.90	3.77	3.59
Al2O3	16.44	16.61	18.22	18.29	17.75	18.32
FeO	23.33	22.93	20.61	21.16	21.69	21.47
MgO	7.12	7.18	8.43	7.82	8.09	8.13
MnO	0.33	0.35	0.28	0.26	0.27	0.27
CaO	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02	0.01
Na2O	0.08	0.05	0.15	0.08	0.07	0.09
K2O	9.67	9.64	9.35	9.68	9.65	9.65
				Fórmula estructural 11 oxígenos		
Si	2.79	2.79	2.67	2.66	2.67	2.65
Alt	1.50	1.51	1.65	1.65	1.61	1.66
Al IV	1.21	1.21	1.34	1.34	1.33	1.35
Al VI	0.29	0.30	0.31	0.32	0.28	0.31
Ti	0.17	0.18	0.21	0.23	0.22	0.21
Mg	0.82	0.82	0.96	0.89	0.93	0.93
Fe	1.51	1.48	1.32	1.36	1.39	1.38
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.81	2.80	2.83	2.81	2.83	2.84
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
K	0.95	0.95	0.92	0.95	0.95	0.95
Σ A	0.96	0.96	0.94	0.96	0.96	0.96
Fe/Fe+Mg	0.65	0.64	0.58	0.60	0.60	0.60

Tabla 3.- Biotitas de la granodiorita de Monesterio.IV

Ref.	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Centro*
SiO2	34.36	34.91	35.05	34.39	35.22	34.83
TiO2	3.85	3.84	4.08	3.44	4.30	4.30
Al2O3	18.43	18.07	16.97	18.48	18.72	18.27
FeO	21.25	20.52	21.66	21.63	19.89	21.00
MgO	8.02	7.51	7.72	7.47	7.51	7.20
MnO	0.24	0.25	0.24	0.26	0.24	0.25
CaO	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.02
Na2O	0.07	0.18	0.13	0.10	0.09	0.08
K2O	9.69	9.57	9.63	9.38	9.71	9.71
Si	2.64	2.70	2.71	2.66	2.69	2.68
Alt	1.67	1.65	1.55	1.69	1.68	1.65
Al IV	1.36	1.30	1.29	1.34	1.32	1.32
Al VI	0.31	0.34	0.26	0.35	0.37	0.33
Ti	0.22	0.22	0.24	0.20	0.25	0.25
Mg	0.92	0.86	0.89	0.86	0.85	0.82
Fe	1.36	1.33	1.40	1.40	1.27	1.35
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.83	2.77	2.80	2.83	2.75	2.77
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01
K	0.95	0.94	0.95	0.93	0.94	0.95
Σ A	0.96	0.97	0.97	0.94	0.96	0.96
Fe/Fe+Mg	0.60	0.61	0.61	0.62	0.60	0.62

Ref.	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*
SiO2	34.70	34.84	35.18	35.03	35.31	34.63	35.50	35.19
TiO2	3.14	3.10	3.47	3.37	3.83	3.33	3.15	3.56
Al2O3	17.83	17.32	18.54	18.60	17.80	18.44	18.87	18.79
FeO	21.59	22.00	21.03	20.94	21.07	20.89	19.98	20.06
MgO	8.15	8.13	7.68	7.69	8.05	7.81	7.79	7.88
MnO	0.32	0.27	0.35	0.25	0.27	0.20	0.21	0.24
CaO	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.04
Na2O	0.13	0.09	0.12	0.08	0.17	0.07	0.10	0.07
K2O	9.57	9.34	9.63	9.68	9.57	9.58	9.62	9.62
Si	2.68	2.70	2.69	2.69	2.70	2.68	2.72	2.69
Alt	1.62	1.58	1.67	1.68	1.60	1.68	1.70	1.69
Al IV	1.32	1.30	1.31	1.31	1.30	1.32	1.28	1.31
Al VI	0.31	0.29	0.36	0.37	0.30	0.36	0.42	0.38
Ti	0.18	0.18	0.20	0.19	0.22	0.19	0.18	0.21
Mg	0.94	0.94	0.87	0.88	0.92	0.90	0.89	0.90
Fe	1.40	1.43	1.34	1.34	1.35	1.35	1.28	1.28
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
Σ M	2.84	2.85	2.80	2.80	2.80	2.81	2.78	2.78
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
K	0.94	0.92	0.94	0.95	0.93	0.94	0.94	0.94
Σ A	0.96	0.94	0.96	0.96	0.96	0.96	0.95	0.95
Fe/Fe+Mg	0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.60	0.59	0.59

Tabla 3.- Biotitas de la granodiorita de Monesterio.V

Ref.	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*
SiO2	35.77	35.52	34.94	35.10	35.55	35.52	35.47	35.41
TiO2	4.26	3.70	3.59	3.28	4.21	4.49	4.12	4.43
Al2O3	16.97	17.01	17.42	17.59	18.36	18.49	18.30	18.58
FeO	21.13	21.40	21.83	21.40	20.49	20.55	20.65	20.50
MgO	8.01	8.14	7.86	8.10	7.73	7.30	7.77	7.29
MnO	0.28	0.23	0.27	0.22	0.29	0.28	0.24	0.28
CaO	0.00	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02
Na2O	0.13	0.06	0.07	0.25	0.06	0.10	0.10	0.07
K2O	9.46	9.55	9.54	9.60	9.64	9.73	9.65	9.71
Si	2.73	2.73	2.70	2.71	2.70	2.69	2.70	2.69
Alt	1.53	1.54	1.59	1.60	1.64	1.65	1.64	1.66
Al IV	1.27	1.27	1.30	1.30	1.30	1.31	1.31	1.31
Al VI	0.26	0.27	0.29	0.30	0.34	0.35	0.33	0.35
Ti	0.25	0.21	0.21	0.19	0.24	0.26	0.24	0.25
Mg	0.91	0.93	0.90	0.93	0.87	0.83	0.88	0.83
Fe	1.35	1.38	1.41	1.38	1.30	1.30	1.31	1.30
Mn	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.79	2.81	2.82	2.82	2.77	2.75	2.78	2.75
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.02	0.02	0.01
K	0.92	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94
Σ A	0.94	0.95	0.95	0.98	0.94	0.96	0.95	0.95
Fe/Fe+Mg	0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.61	0.60	0.61

Ref.	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Medio*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Medio*
SiO2	34.73	35.32	35.58	35.52	35.51	35.66	35.15	34.08	35.32
TiO2	3.36	3.31	3.46	3.71	3.68	3.59	3.49	4.09	3.65
Al2O3	17.49	18.07	18.21	18.34	18.54	18.48	18.05	17.08	17.51
FeO	18.71	20.40	20.29	20.21	20.36	20.31	21.21	21.92	21.41
MgO	8.13	8.35	8.12	7.80	8.04	8.25	8.03	7.52	8.01
MnO	0.20	0.23	0.25	0.30	0.30	0.25	0.26	0.23	0.20
CaO	0.04	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03
Na2O	0.12	0.10	0.10	0.11	0.13	0.06	0.08	0.08	0.07
K2O	9.00	9.66	9.62	9.69	9.65	9.64	9.63	9.54	9.57
Si	2.74	2.71	2.72	2.71	2.70	2.70	2.69	2.67	2.71
Alt	1.63	1.63	1.64	1.65	1.66	1.65	1.63	1.58	1.58
Al IV	1.26	1.29	1.28	1.29	1.30	1.30	1.31	1.33	1.29
Al VI	0.37	0.34	0.36	0.36	0.36	0.36	0.32	0.25	0.30
Ti	0.20	0.19	0.20	0.21	0.21	0.20	0.20	0.24	0.21
Mg	0.96	0.95	0.92	0.89	0.91	0.93	0.92	0.88	0.92
Fe	1.24	1.31	1.30	1.29	1.29	1.29	1.36	1.44	1.37
Mn	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Σ M	2.78	2.81	2.79	2.77	2.79	2.80	2.82	2.82	2.81
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.91	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.95	0.94
Σ A	0.93	0.96	0.95	0.96	0.95	0.94	0.95	0.97	0.95
Fe/Fe+Mg	0.56	0.58	0.58	0.59	0.59	0.58	0.60	0.62	0.60

Tabla 3.- Biotitas de la granodiorita de Monesterio.VI

Ref.	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde1*	MOK-2 *Borde2*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro1*	MOK-2 *Centro2*	MOK-2 *Borde1*	MOK-2 *Borde2*
SiO2	35.87	35.33	35.48	35.64	35.61	35.17	35.53	35.32	35.13
TiO2	2.54	3.16	3.47	3.30	3.50	3.50	3.36	3.86	3.60
Al2O3	18.31	17.80	17.86	18.58	17.81	17.95	18.18	17.74	18.31
FeO	19.99	20.30	20.43	20.63	20.41	21.36	20.64	21.21	21.46
MgO	8.82	8.46	8.31	8.21	8.24	8.22	8.38	7.93	8.00
MnO	0.26	0.24	0.28	0.24	0.24	0.23	0.22	0.25	0.23
CaO	0.05	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	0.01	0.01	0.02
Na2O	0.08	0.05	0.14	0.06	0.17	0.11	0.09	0.09	0.08
K2O	9.64	9.73	9.58	9.61	9.53	9.50	9.75	9.78	9.61
Si	2.74	2.72	2.72	2.71	2.72	2.69	2.71	2.70	2.68
Alt	1.65	1.61	1.61	1.66	1.61	1.62	1.63	1.60	1.64
Al IV	1.26	1.28	1.28	1.30	1.28	1.31	1.30	1.30	1.32
Al VI	0.38	0.33	0.33	0.37	0.33	0.31	0.34	0.30	0.32
Ti	0.15	0.18	0.20	0.19	0.20	0.20	0.19	0.22	0.21
Mg	1.00	0.97	0.95	0.93	0.94	0.94	0.95	0.90	0.91
Fe	1.27	1.31	1.31	1.31	1.31	1.37	1.31	1.36	1.37
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
Σ M	2.82	2.81	2.80	2.81	2.79	2.83	2.81	2.80	2.82
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
K	0.94	0.96	0.94	0,93	0.93	0.93	0.95	0.95	0.93
Σ A	0.95	0.96	0.96	0.94	0.96	0.94	0.96	0.97	0.95
Fe/Fe+Mg	0.56	0.57	0.58	0.59	0.58	0.59	0.58	0.60	0.60

Ref.	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*	MOK-2 *Centro*	MOK-2 *Borde*
SiO2	35.42	35.50	35.59	35.41
TiO2	3.56	4.06	3.41	3.25
Al2O3	17.50	17.85	17.76	18.10
FeO	21.35	21.01	20.63	20.68
MgO	8.10	7.76	8.47	8.26
MnO	0.27	0.28	0.33	0.27
CaO	0.01	0.01	0.03	0.01
Na2O	0.12	0.06	0.16	0.12
K2O	9.55	9.68	9.41	9.74
Si	2.72	2.71	2.72	2.71
Alt	1.58	1.60	1.60	1.63
Al IV	1.29	1.29	1.28	1.29
Al VI	0.30	0.31	0.32	0.34
Ti	0.21	0.23	0.20	0.19
Mg	0.93	0.88	0.96	0.94
Fe	1.37	1.34	1.32	1.32
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.81	2.78	2.81	2.81
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.01	0.02	0.02
K	0.93	0.94	0.92	0.95
Σ A	0.95	0.95	0.94	0.97
Fe/Fe+Mg	0.60	0.60	0.58	0.58

Tabla 4.- Análisis químicos del Complejo de Monesterio. I

Ref.	MOK-1	MOK-2	MOJO-2	MOJO-3	MOJO-6	MOJO-15	MOK-19
	Granodiorita						
			Elementos mayores (% wt)				
SiO2	71.16	65.77	68.67	67.40	68.99	68.61	65.66
TiO2	0.67	0.75	0.60	0.70	0.65	0.60	0.67
Al2O3	15.31	15.76	15.42	15.96	15.18	15.42	15.71
Fe2O3*	0.19	0.59	0.51	0.55	0.48	0.51	0.58
FeO*	3.20	3.56	3.50	3.94	3.21	3.12	3.29
MgO	2.68	1.73	1.43	1.67	1.39	1.58	1.19
MnO	0.06	0.07	0.07	0.10	0.07	0.07	0.06
CaO	2.70	2.84	2.55	2.97	2.82	2.39	2.80
Na2O	3.92	3.69	3.22	3.31	3.72	3.21	3.48
K2O	4.69	2.57	3.60	2.70	2.79	3.33	3.50
P2O5	0.30	0.23	0.18	0.24	0.16	0.16	0.18
L.O.I.	1.33	1.28	0.46	0.55	0.37	0.90	0.99
Suma	106.22	98.84	100.22	100.08	99.81	99.90	98.10
			Norma CIPW				
Q	18.61	24.79	26.81	27.12	27.08	28.43	23.34
Cor	0	2.35	2.02	2.78	1.3	2.59	1.58
Ort	26.44	15.56	21.31	16.04	16.57	19.87	21.3
Ab	31.63	32	27.28	28.11	31.64	27.43	30.34
An	9.83	12.89	11.5	13.21	13.02	10.92	13.07
Hy	10.44	9.48	8.73	10	8.04	8.45	7.74
Di	0.88	0	0	0	0	0	0
Mag	0.25	0.87	0.74	0.79	0.69	0.75	0.86
Ilm	1.2	1.45	1.14	1.33	1.23	1.15	1.3
Ap	0.67	0.55	0.43	0.57	0.37	0.37	0.44
%An en Pl	23.7	28.71	29.65	31.96	29.15	28.47	30.1
ITT	86.51	85.24	86.9	84.48	88.31	86.65	88.05
ISA	0.931	1.125	1.115	1.16	1.064	1.166	1.076
ICA	0.299	0.368	0.336	0.392	0.359	0.328	0.348
IA	0.753	0.562	0.596	0.524	0.602	0.576	0.606
Fe/Fe+Mg	0.414	0.57	0.608	0.599	0.595	0.56	0.643

Tabla 4.- Análisis químicos del Complejo de Monesterio. II

Ref.	MOJO-1	MOJO-10	MOJO-11	MOJO-17	MOK-23	MOK-30	MOJO-12
	Leucogranito						*Migmatita*
			Elementos mayores (% wt)				
SiO2	75.13	77.89	73.75	75.06	76.37	75.81	68.96
TiO2	0.19	0.03	0.29	0.23	0.00	0.03	0.71
Al2O3	14.04	14.13	14.32	14.34	14.60	14.23	15.17
Fe2O3*	0.29	0.08	0.36	0.23	0.10	0.16	1.06
FeO*	1.00	0.21	1.26	0.73	0.22	0.39	3.74
MgO	0.41	0.16	0.60	0.39	0.10	0.17	2.28
MnO	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04
CaO	0.92	0.40	0.60	0.67	0.37	0.44	0.52
Na2O	2.96	3.26	2.96	3.13	4.49	3.71	2.71
K2O	4.56	4.21	4.93	4.54	4.26	4.26	2.62
P2O5	0.10	0.03	0.16	0.13	0.03	0.03	0.19
L.O.I.	0.70	0.33	0.97	0.59	0.73	0.85	2.29
Suma	100.34	100.73	100.21	100.05	101.28	100.10	100.28
			Norma CIPW				
Q	37.69	41.52	35.48	37.69	32.76	36.84	37.72
Cor	2.81	3.53	3.42	3.38	1.99	2.8	7.52
Ort	27.04	24.78	29.33	26.95	25.03	25.36	15.78
Ab	25.11	27.43	25.26	26.58	37.78	31.62	23.37
An	3.92	1.78	1.93	2.52	1.63	2	1.41
Hy	2.36	0.68	3.07	1.78	0.59	0.98	10.79
Di	0	0	0	0	0	0	0
Mag	0.42	0.11	0.53	0.33	0.13	0.24	1.56
Ilm	0.36	0.04	0.55	0.42	0	0.05	1.37
Ap	0.24	0.07	0.38	0.3	0.07	0.07	0.44
%An en Pl	13.5	6.09	7.09	8.65	4.13	5.94	5.69
ITT	93.76	95.51	92	93.74	97.2	95.82	78.28
ISA	1.223	1.327	1.267	1.272	1.153	1.236	1.842
ICA	0.146	0.069	0.097	0.109	0.053	0.069	0.115
IA	0.698	0.702	0.713	0.701	0.822	0.753	0.481
Fe/Fe+Mg	0.633	0.51	0.599	0.577	0.632	0.641	0.535

Tabla 4.- Análisis químicos del Complejo de Monesterio. III

Ref.	MOJO-13	MOJO-14	MOK-22	MOK-6p	MOJO-8	MOJO-9	MOK-18
	Migmatita			*Leucosome*	*Gneis*		
			Elementos mayores (% wt)				
SiO2	69.22	75.85	67.26	72.50	71.98	68.76	69.04
TiO2	0.59	0.24	0.53	0.10	0.71	0.88	0.49
Al2O3	15.32	13.82	15.19	14.86	14.09	14.50	15.01
Fe2O3*	0.66	0.24	0.67	0.11	0.68	0.82	0.79
FeOt*	3.11	1.04	2.71	0.35	3.01	4.02	2.33
MgO	1.71	0.62	1.18	0.08	1.95	2.42	1.18
MnO	0.05	0.02	0.07	0.02	0.06	0.08	0.03
CaO	1.40	0.93	1.65	0.99	0.91	1.05	0.61
Na2O	2.73	2.45	3.02	2.34	2.73	2.69	2.56
K2O	3.68	4.91	4.19	5.65	2.42	2.29	3.94
P2O5	0.23	0.12	0.16	0.14	0.18	0.18	0.16
L.O.I.	1.04	0.74	2.00	1.00	1.77	1.88	1.00
Suma	99.74	100.99	98.61	98.13	100.51	99.57	97.13
			Norma CIPW				
Q	32.8	39.47	28.13	36.26	41.21	37.4	36.52
Cor	4.9	3.04	3.18	3.52	5.83	6.25	6.02
Ort	22.04	28.92	25.6	34.35	14.5	13.82	24.21
Ab	23.42	20.71	26.4	20.39	23.41	23.32	22.56
An	5.5	3.84	7.4	4.14	3.35	4.14	2.07
Hy	8.65	2.89	6.82	0.61	8.86	11.7	6.05
Di	0	0	0	0	0	0	0
Mag	0.97	0.35	1	0.17	0.99	1.21	1.19
Ilm	1.13	0.46	1.04	0.19	1.37	1.71	0.96
Ap	0.54	0.27	0.38	0.33	0.43	0.42	0.38
%An en Pl	19.01	15.64	21.89	16.87	12.51	15.07	8.4
ITT	83.76	92.94	87.53	95.14	82.47	78.68	85.36
ISA	1.391	1.252	1.216	1.263	1.607	1.647	1.567
ICA	0.23	0.153	0.24	0.154	0.188	0.216	0.115
IA	0.554	0.677	0.625	0.671	0.505	0.476	0.565
Fe/Fe+Mg	0.55	0.533	0.612	0.772	0.511	0.524	0.591

Tabla 4.- Análisis químicos del Complejo de Monesterio. IV

Ref.	MOK-1	MOK-2	MOJO-2	MOJO-3	MOJO-6	MOJO-15	MOK-19
	Granodiorita						
				Elementos traza (ppm)			
Li	51.0	37.6	50.1	38.3	23.1	44.1	41.7
Rb	135	115	142	118	112	113.7	119
Cs	7.79	7.88	5.98	7.84	5.19	4.21	6.75
Be	2.31	2.06	2.13	2.17	2.19	1.86	2.41
Sr	123	259	178	203	186	251	166
Ba	824	642	883	663	705	825	810
Sc	8.54	12.7	11.8	12.6	12.6	10.2	12.6
V	36.6	63.9	56.4	63.9	53.4	53.1	53.4
Cr	9.37	21.8	16.5	21.4	14.0	15.8	23.7
Co	59.3	63.6	38.9	39.7	38.9	54.3	52.0
Ni	5.46	7.04	5.75	6.94	4.42	5.85	6.72
Cu	9.69	13.6	13.1	16.8	17.3	12.5	10.6
Zn	77.0	70.4	67.3	93.4	63.8	90.6	59.5
Ga	19.0	20.5	20.1	21.5	20.5	20.2	20.5
Y	23.3	17.8	29.7	15.1	30.7	26.9	16.3
Nb	8.52	11.3	12.4	11.5	10.7	10.7	11.4
Ta	0.94	1.29	1.03	1.26	1.17	1.05	0.90
Zr	173	199	206	184	195	190	193
Hf	5.65	5.68	6.35	5.36	6.36	5.90	5.05
Mo	1.19	1.80	2.77	1.34	0.69	1.09	1.02
Sn	10.6	4.64	5.84	6.67	5.12	5.93	3.04
Tl	1.14	0.83	1.11	0.87	0.91	0.83	0.97
Pb	21.2	17.3	18.8	17.2	18.4	19.3	14.9
U	4.95	3.88	3.39	3.25	2.79	3.77	3.62
Th	11.3	6.17	9.25	3.21	11.6	7.50	5.02
La	27.3	23.1	25.3	16.0	35.8	20.9	25.6
Ce	58.6	48.8	60.5	36.9	72.1	50.0	57.2
Pr	6.96	5.64	6.68	4.26	9.00	5.30	6.42
Nd	26.8	21.0	28.2	18.0	34.0	24.5	23.9
Sm	5.70	4.18	6.41	3.61	7.12	5.68	4.72
Eu	0.56	1.00	0.70	0.85	0.86	0.67	0.98
Gd	4.90	3.85	5.97	3.17	6.28	4.69	4.37
Tb	0.71	0.59	0.91	0.44	0.95	0.77	0.63
Dy	4.16	3.31	5.44	2.41	5.78	4.83	3.66
Ho	0.88	0.67	1.12	0.51	1.17	1.01	0.66
Er	2.29	1.82	3.08	1.53	3.14	2.80	1.53
Tm	0.35	0.31	0.46	0.29	0.47	0.44	0.20
Yb	2.27	1.94	2.74	2.08	3.03	2.74	1.22
Lu	0.34	0.30	0.41	0.34	0.46	0.42	0.18
K/Rb	289.62	186.31	209.67	189.71	206.29	243.05	243.72
Cs/Rb	0.06	0.07	0.04	0.07	0.05	0.04	0.06
Tl/Rb	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Zr/Hf	30.68	35.03	32.37	34.34	30.67	32.15	38.18
Th/U	2.28	1.59	2.73	0.99	4.17	1.99	1.39
Nd/Th	2.38	3.40	3.05	5.61	2.92	3.26	4.76
Nb/Ta	9.02	8.73	12.05	9.13	9.16	10.17	12.64
SumREE	141.81	116.45	147.88	90.34	180.18	124.72	131.26

Tabla 4.- Análisis químicos del Complejo de Monesterio. V

Ref.	MOJO-1	MOJO-10	MOJO-11	MOJO-17	MOK-23	MOK-30	MOJO-12
	Leucogranito						*Migmatita*
				Elementos traza (ppm)			
Li	12.6	1.07	15.1	6.99	2.32	5.84	58.4
Rb	153	178	143	149	182	206	112
Cs	3.20	1.41	1.44	2.82	2.23	2.70	1.24
Be	2.40	1.45	0.71	1.94	1.58	2.18	2.61
Sr	113	28.1	113	68.8	54.9	48.0	81.7
Ba	684	115	981	613	250	60.1	434
Sc	3.57	3.70	4.96	4.07	8.55	11.0	10.4
V	16.5	7.09	23.2	15.3	3.62	5.12	79.7
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	3.85	3.41	64.1
Co	53.0	88.5	63.3	76.3	51.1	65.6	45.4
Ni	0.00	0.00	0.17	0.00	1.88	0.69	20.0
Cu	3.96	4.04	7.55	5.88	1.68	4.30	8.28
Zn	29.6	9.83	34.4	26.4	8.65	12.8	218
Ga	17.2	20.5	17.4	17.4	25.9	26.1	20.8
Y	13.1	11.1	17.5	15.3	10.5	15.6	15.3
Nb	7.60	4.66	8.16	8.89	7.86	7.70	12.3
Ta	1.10	0.85	1.17	1.60	1.33	1.50	1.65
Zr	121	32.8	178	113	39.1	39.8	213
Hf	4.15	2.10	5.68	3.80	2.56	2.65	6.89
Mo	0.16	0.02	0.10	0.08	0.00	0.00	0.26
Sn	6.62	8.26	9.44	9.35	4.93	7.02	7.87
Tl	0.99	0.87	0.61	0.82	0.80	1.13	0.34
Pb	20.2	12.6	14.4	16.9	9.32	12.9	24.6
U	3.93	1.33	4.01	3.84	2.10	1.32	3.45
Th	9.80	3.78	11.0	7.82	4.78	4.65	9.06
La	19.0	8.65	25.6	17.9	3.58	5.21	34.6
Ce	42.3	20.0	56.2	39.6	10.8	14.2	72.3
Pr	4.41	2.45	6.35	4.35	1.40	1.72	8.38
Nd	15.7	9.16	23.2	16.1	5.23	6.68	31.3
Sm	3.28	2.81	4.73	3.22	1.92	2.26	6.02
Eu	0.32	0.18	0.68	0.48	0.16	0.06	0.88
Gd	2.92	2.29	3.89	2.81	2.17	1.92	4.67
Tb	0.42	0.34	0.56	0.46	0.36	0.35	0.63
Dy	2.44	1.98	3.18	2.71	2.32	2.41	3.20
Ho	0.47	0.39	0.66	0.55	0.48	0.51	0.63
Er	1.31	1.07	1.80	1.49	1.34	1.50	1.64
Tm	0.21	0.16	0.29	0.23	0.19	0.24	0.25
Yb	1.32	1.03	1.86	1.46	1.13	1.60	1.53
Lu	0.21	0.16	0.28	0.24	0.17	0.26	0.23
K/Rb	247.04	196.53	286.44	252.81	194.72	171.73	193.59
Cs/Rb	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Tl/Rb	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Zr/Hf	29.05	15.63	31.27	29.77	15.27	15.01	30.95
Th/U	2.50	2.85	2.74	2.03	2.28	3.52	2.63
Nd/Th	1.61	2.42	2.11	2.06	1.09	1.44	3.46
Nb/Ta	6.92	5.46	7.00	5.57	5.90	5.14	7.42
SumREE	94.30	50.70	129.29	91.60	31.25	38.91	166.32

Tabla 4.- Análisis químicos del Complejo de Monesterio. VI

Ref.	MOJO-13	MOJO-14	MOK-22	MOK-6p	MOJO-8	MOJO-9	MOK-18
	Migmatita			*Leucosome*	*Gneis*		
			Elementos traza (ppm)				
Li	45.9	14.2	61.7	10.5	53.2	58.8	26.3
Rb	143	90.4	128	87.1	82.1	83.9	130
Cs	12.36	2.71	7.36	2.09	3.90	2.53	2.18
Be	1.83	0.18	1.33	1.74	1.71	1.71	2.44
Sr	194	190	196	316	166	160	98.0
Ba	565	1 054	1 100	1 760	608	534	888
Sc	9.95	4.03	10.6	2.51	10.6	12.2	9.75
V	70.1	18.6	55.8	3.94	77.8	91.9	48.2
Cr	51.0	1.28	43.6	3.51	59.6	70.9	33.8
Co	59.5	78.4	46.8	57.7	55.2	59.5	26.3
Ni	22.4	0.00	26.4	2.84	8.63	19.6	12.6
Cu	20.1	5.02	16.6	11.8	25.7	19.0	9.62
Zn	46.3	43.2	92.5	45.6	213	158	59.3
Ga	18.7	12.7	17.9	12.2	14.9	18.3	19.2
Y	15.3	18.1	16.0	7.29	15.3	18.0	26.9
Nb	9.51	3.58	9.58	0.64	10.5	12.4	11.2
Ta	1.36	0.47	0.95	0.25	0.92	1.04	0.93
Zr	154	134	152	31.6	213	221	178
Hf	4.76	4.50	4.39	1.59	6.30	6.64	5.29
Mo	0.62	0.22	1.09	0.24	0.60	0.45	1.06
Sn	11.1	8.38	4.75	2.91	4.36	4.43	2.56
Tl	0.80	0.48	0.90	0.43	0.44	0.43	0.51
Pb	19.6	28.7	22.5	37.1	88.1	121	11.1
U	3.35	3.33	4.65	4.07	1.91	1.95	5.86
Th	6.23	11.8	8.67	2.32	8.22	9.72	15.8
La	22.9	21.5	26.1	6.93	30.7	31.5	65.6
Ce	48.3	48.1	55.4	11.9	63.3	67.9	145
Pr	5.43	5.62	6.33	1.49	6.84	7.33	17.7
Nd	19.9	21.1	23.4	5.98	25.9	26.9	62.4
Sm	4.00	4.50	4.67	1.20	4.73	4.82	12.7
Eu	0.79	0.57	0.99	1.38	1.44	1.14	1.43
Gd	3.39	3.96	3.87	1.21	3.99	3.86	8.93
Tb	0.50	0.59	0.57	0.20	0.60	0.60	1.20
Dy	2.85	3.24	3.22	1.28	3.71	3.41	6.26
Ho	0.58	0.68	0.60	0.28	0.66	0.73	1.12
Er	1.54	1.73	1.54	0.82	1.84	2.17	2.60
Tm	0.23	0.28	0.22	0.13	0.26	0.30	0.38
Yb	1.47	1.75	1.41	0.84	1.57	1.81	2.21
Lu	0.23	0.28	0.22	0.13	0.22	0.26	0.34
K/Rb	214.10	450.58	272.26	538.19	245.14	226.04	250.81
Cs/Rb	0.09	0.03	0.06	0.02	0.05	0.03	0.02
Tl/Rb	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Zr/Hf	32.32	29.75	34.54	19.88	33.82	33.32	33.60
Th/U	1.86	3.53	1.86	0.57	4.30	4.99	2.70
Nd/Th	3.20	1.79	2.70	2.58	3.15	2.77	3.94
Nb/Ta	6.99	7.69	10.11	2.62	11.46	11.83	11.94
SumREE	112.04	113.83	128.54	33.81	145.78	152.67	328.35

Tabla 5.- Base de datos GERM- Geochemical Earth Reference Model.
Corteza continental (http://www.EarthRef.org)

Li	11	Rudnik & Fountain, 1995
Rb	58	Rudnik & Fountain, 1995
Cs	2.6	Rudnik & Fountain, 1995
Be	1.72	Gao et al., 1997
Sr	325	Rudnik & Fountain, 1995
Ba	390	Rudnik & Fountain, 1995
Sc	22	Rudnik & Fountain, 1995
V	128	Gao et al., 1997
Cr	119	Rudnik & Fountain, 1995
Co	25	Rudnik & Fountain, 1995
Ni	51	Rudnik & Fountain, 1995
Cu	24	Rudnik & Fountain, 1995
Zn	73	Rudnik & Fountain, 1995
Ga	16	Rudnik & Fountain, 1995
Y	20	Rudnik & Fountain, 1995
Nb	12	Rudnik & Fountain, 1995
Ta	1.1	Rudnik & Fountain, 1995
Zr	123	Rudnik & Fountain, 1995
Hf	3.7	Rudnik & Fountain, 1995
Mo	0.65	Gao et al., 1997
Sn	1.48	Gao et al., 1997
Tl	0.39	Gao et al., 1997
Pb	14.8	Wedepohl, 1995
U	1.42	Rudnik & Fountain, 1995
Th	5.6	Rudnik & Fountain, 1995
La	18	Rudnik & Fountain, 1995
Ce	42	Rudnik & Fountain, 1995
Pr	5	Rudnik & Fountain, 1995
Nd	20	Rudnik & Fountain, 1995
Sm	3.9	Rudnik & Fountain, 1995
Eu	1.2	Rudnik & Fountain, 1995
Gd	3.6	Rudnik & Fountain, 1995
Tb	0.56	Rudnik & Fountain, 1995
Dy	3.5	Rudnik & Fountain, 1995
Ho	0.76	Rudnik & Fountain, 1995
Er	2.2	Rudnik & Fountain, 1995
Tm	0.3	Rudnik & Fountain, 1995
Yb	2	Rudnik & Fountain, 1995
Lu	0.33	Rudnik & Fountain, 1995

Tabla 6.- Datos isotópicos Rb-Sr de la granodiorita de Monesterio

Ref.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	87Rb/86Sr	Sr/Sr	Rb87	87Sr/86Sr	e510Sr
MOK-2	114.507	258.605	1.281	0.716856	0.372919	0.707536	51.561
MOJO-2	142.446	177.966	2.316	0.72263	0.463909	0.705774	26.52
MOJO-3	118.274	202.662	1.689	0.718785	0.385188	0.706499	36.827
MOJO-15	113.73	251.142	1.311	0.716805	0.37039	0.707274	47.828

Tabla 7.- Datos isotópicos Sm-Nd de la granodiorita de Monesterio

Ref.	Sm(ppm)	Nd(ppm)	47Sm/144Nd	143Nd/144Nd	e510Nd
MOK-2	4.175	20.98	0.1203	0.511754	-4.431
MOJO-2	6.413	28.175	0.1376	0.511808	-3.373
MOJO-3	3.605	17.997	0.1211	0.511823	-3.077
MOJO-15	5.675	24.475	0.1402	0.511789	-3.756

Tabla 8.- Edad de la granodiorita de Monesterio

Ref.	ACQ	204Pb/206Pb	207Pb/206Pb	207Pb/206Pbc	ES	Edad (Ma)	Error
MOK2-6	1	0.000049	0.058021	0.057441	0.34	509	7
MOK2-6	2	0.000034	0.057904	0.057543	0.6	512	13
MOK2-1	1	0.000034	0.057851	0.057354	0.66	505	14
MOK2-1	2	0.000029	0.057819	0.057403	0.7	507	15
MOK2-10	1	0.000252	0.060885	0.057367	0.1	506	2
MOK2-10	2	0.000041	0.05788	0.057429	0.14	508	3
MOK2-10	3	0.000116	0.0592056	0.576624	0.17	517	4
MOK2-9	1	0.000448	0.064053	0.057691	0.48	518	11
MOK2-4	1	0.000239		0.057048	1.7	493	39*
MOK2-4	2	0.000163	0.078776	0.076645	0.63	1 112	12*
MOK2-4	3	0.000352	0.104181	0.103951	1.12	1 696	23*
MOK2-11	1	0.000079	0.0859	0.084993	0.35	1 315	7*

ES: error estándar de la medida de cada relación 207/206 a 2 sigma

207Pb/206Pbc- corregido

Tabla 9.- Edad de la migmatita de Monesterio

Ref.	Rb(ppm)	Sr(ppm)	87Rb/86Sr	87Sr/86Sr	87Sr/86Sr(510)
SOK6-pl	88.5	341	0.75	0.714623	0.701617
SOK6-fk	92.3	305	0.876	0.715382	0.709013
SOK6-ms	157	45.7	10.034	0.772519	0.699817
SOK6-rt	75.4	339	0.644	0.713836	0.709156
Mob-1 rt	79.5	325	0.708	0.714355	0.709208
Mob-2 rt	136	301	1.308	0.718613	0.709101
Mob-3 rt	112	298	1.084	0.717189	0.709278

SOK6-pl, SOK6-fk, SOK6-ms son concentrados de plagioclasa, feldespato potásico y moscovita respectivamente, aunque el último no se usa para la isocrona.

SOK6-rt y Mob 1,2,3 rt son muestras de roca total

Tabla 10.- Feldespato potásico del garnito de Calera de León.I

Ref.	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13
Facies	*Común*				
Caracteres	*Sin macla*	*Sin macla*	*Sin macla*	*Pertita*	*Pertita*
	Centro	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*
SiO2	65.89	64.23	64.01	64.20	65.37
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Al2O3	18.89	18.35	18.22	18.23	18.75
FeO	0.05	0.05	0.02	0.03	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00
CaO	0.14	0.04	0.00	0.04	0.08
Na2O	4.86	2.90	0.37	1.08	4.38
K2O	10.33	13.54	16.29	15.31	10.45
		Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.98	2.98	2.99	3.00	2.99
Al	1.01	1.00	1.00	1.00	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.43	0.26	0.03	0.10	0.39
K	0.60	0.80	0.97	0.91	0.61
%An	0.68	0.19	0.02	0.20	0.40
%Ab	41.42	24.46	3.28	9.61	38.76
%Or	57.91	75.35	96.70	90.19	60.84

Ref.	MOK-13	MOK-13	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-14
Facies	*Común*		*Común*			
Caracteres	*Pertita*		*Sin macla*	*Sin macla*	*Sin macla*	*Sin macla*
	Centro	*Medio*				
SiO2	63.50	65.20	65.30	66.04	64.36	63.89
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	18.06	18.67	18.70	18.78	18.15	18.16
FeO	0.10	0.09	0.06	0.04	0.05	0.07
MgO	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
CaO	0.05	0.07	0.13	0.06	0.04	0.01
Na2O	0.48	3.58	5.41	5.63	0.66	0.43
K2O	16.15	12.20	10.22	8.94	15.99	15.91
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.99	2.98	2.97	2.99	3.00	3.00
Al	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Na	0.04	0.32	0.48	0.50	0.06	0.04
K	0.97	0.71	0.59	0.52	0.95	0.95
%An	0.20	0.29	0.65	0.30	0.20	0.04
%Ab	4.33	30.72	44.25	48.77	5.84	3.93
%Or	95.47	68.99	55.10	50.94	93.97	96.02

Tabla 10.- Feldespato potásico del garnito de Calera de León.II

Ref.	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-14
Facies	*Común*					
Caracteres	*Sin macla*	*Sin macla*		*Sin macla*	*Sin macla*	*Sin macla*
		Borde	*Medio*			
SiO2	63.84	64.14	64.17	64.19	64.47	64.23
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01
Al2O3	18.20	18.22	18.20	18.20	18.52	18.22
FeO	0.05	0.07	0.04	0.02	0.13	0.04
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.03	0.03	0.00	0.02	0.02	0.00
CaO	0.01	0.07	0.02	0.00	0.02	0.01
Na2O	0.57	0.75	0.71	0.84	1.58	0.60
K2O	16.18	15.79	15.61	15.77	14.88	15.84
		Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.99	2.99	3.00	3.00	2.98	3.00
Al	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.05	0.07	0.06	0.08	0.14	0.05
K	0.97	0.94	0.93	0.94	0.88	0.94
%An	0.05	0.30	0.10	0.01	0.08	0.07
%Ab	5.11	6.73	6.43	7.50	13.83	5.41
%Or	94.85	92.97	93.47	92.50	86.09	94.52

Ref.	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-16	MOK-16	MOK-16
Facies	*Común*					
Caracteres	*Sin macla*		*Sin macla*	*Sin macla*		*Sin macla*
	Medio	*Medio*		*Centro*	*Centro*	
SiO2	62.67	65.70	64.49	63.83	64.56	63.32
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Al2O3	18.10	18.93	18.36	18.22	18.46	18.23
FeO	4.18	0.20	0.02	0.02	0.05	0.15
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
CaO	0.03	0.08	0.02	0.08	0.10	1.92
Na2O	4.11	6.17	0.50	2.23	3.24	3.32
K2O	10.68	8.54	16.24	14.07	12.48	12.00
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.92	2.98	2.99	2.98	2.99	2.95
Al	0.99	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.16	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.10
Na	0.37	0.54	0.05	0.20	0.29	0.30
K	0.64	0.49	0.96	0.84	0.74	0.71
%An	0.10	0.39	0.09	0.38	0.49	8.66
%Ab	36.84	52.12	4.47	19.33	28.13	27.08
%Or	63.06	47.50	95.44	80.29	71.39	64.26

Tabla 10.- Feldespato potásico del garnito de Calera de León.III

Ref.	MOK-16	MOK-16	MOK-16	MOK-16	E11
Facies	*Común*				*Común*
Caracteres	*Sin macla*	*Sin macla*	*Sin macla*	*Sin macla*	*Sin macla*
SiO2	65.79	65.11	64.25	64.33	64.17
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	18.89	18.55	18.33	18.37	18.31
FeO	0.02	0.04	0.14	0.02	0.03
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	0.17	0.07	0.06	0.02	0.02
Na2O	4.44	2.56	1.89	0.62	2.32
K2O	10.60	13.32	14.21	16.12	14.09
		Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.99	2.99	2.99	2.99	2.99
Al	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.39	0.23	0.17	0.06	0.21
K	0.61	0.78	0.84	0.96	0.84
%An	0.79	0.40	0.30	0.10	0.09
%Ab	38.54	22.51	16.73	5.44	19.98
%Or	60.67	77.10	82.97	94.47	79.93

Ref.	E11	E11	E11	E11	E11	E11	E11
Facies	*Común*						
Caracteres	*Feldespato K-Plag*			*Sin macla*	*Cristal maclado*		*Sin macla*
	Borde	*Centro*	*Medio*		*Borde*	*Centro*	
SiO2	63.98	66.25	64.04	63.78	64.61	65.20	66.01
TiO2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Al2O3	18.36	18.95	18.21	18.12	18.29	18.54	18.91
FeO	0.01	0.06	0.04	0.08	0.01	0.04	0.01
MgO	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.03	0.18	0.01	0.02	0.05	0.05	0.06
Na2O	1.16	6.28	1.33	0.80	2.29	2.61	6.46
K2O	13.59	6.88	15.00	15.87	12.82	12.85	8.11
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	3.01	3.00	2.99	2.99	3.01	3.00	2.98
Al	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.11	0.55	0.12	0.07	0.21	0.23	0.57
K	0.81	0.40	0.89	0.95	0.76	0.75	0.47
%An	0.11	0.94	0.06	0.10	0.31	0.20	0.29
%Ab	11.41	57.58	11.83	7.05	21.26	23.51	54.63
%Or	88.48	41.48	88.11	92.86	78.43	76.29	45.08

Tabla 10.- Feldespato potásico del garnito de Calera de León.IV

Ref.	E11	E11	E12	E12	E12	E12
Facies	*Común*					
Caracteres	*Sin macla*	*Sin macla*	*Pertita*		*Pertita*	*Sin macla*
			Centro	*Borde*		
SiO2	64.51	64.47	64.34	64.17	64.55	64.79
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
Al2O3	18.40	18.37	18.45	18.10	18.49	18.74
FeO	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04	0.77
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03
CaO	0.05	0.03	0.10	0.03	0.13	0.15
Na2O	1.94	1.39	2.00	0.64	3.30	4.12
K2O	13.88	14.57	14.18	15.61	12.25	11.53
		Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.99	3.00	2.99	3.00	2.99	2.96
Al	1.01	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
Na	0.17	0.13	0.18	0.06	0.30	0.37
K	0.82	0.86	0.84	0.93	0.72	0.67
%An	0.30	0.10	0.49	0.10	0.59	0.67
%Ab	17.42	12.63	17.58	5.85	28.88	34.96
%Or	82.28	87.27	81.93	94.05	70.54	64.37

Ref.	E12	E12
Facies	*Común*	
Caracteres	*Sin macla*	*Pertita*
SiO2	64.22	64.37
TiO2	0.00	0.00
Al2O3	18.23	18.19
FeO	0.06	0.03
MgO	0.00	0.00
MnO	0.01	0.02
CaO	0.00	0.00
Na2O	1.01	0.38
K2O	15.58	16.42
Fórmula estructural 8 oxígenos		
Si	2.99	3.00
Al	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00
Na	0.09	0.04
K	0.93	0.98
%An	0.00	0.00
%Ab	9.04	3.47
%Or	90.96	96.54

Tabla 11.- Plagioclasas del granito de Calera de León.I

Ref.	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13
Facies	*Común*				
Caracteres	*Todos los cristales están maclados si no hay otra indicación*				
SiO2	70.47	66.58	68.92	68.91	66.62
TiO2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
Al2O3	20.98	20.59	21.58	20.87	20.34
FeO	0.09	0.15	0.06	0.03	0.87
MgO	0.00	0.15	0.00	0.00	0.05
MnO	0.03	0.00	0.00	0.01	0.02
CaO	0.40	0.71	0.94	0.51	0.43
Na2O	11.36	7.41	11.03	11.47	10.92
K2O	0.08	3.32	0.07	0.11	0.35
		Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.97	2.96	2.94	2.96	2.94
Al	1.04	1.08	1.08	1.06	1.06
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02
Na	0.93	0.64	0.91	0.95	0.93
K	0.00	0.19	0.00	0.01	0.02
%An	1.89	3.95	4.49	2.34	2.05
%Ab	97.69	74.19	95.09	97.05	95.89
%Or	0.42	21.86	0.42	0.61	2.05

Ref.	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13
Facies	*Común*						
Caracteres	*Diferentes puntos*						
SiO2	67.19	64.29	70.45	70.49	67.25	67.78	67.37
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al2O3	21.54	18.49	22.63	22.65	21.23	19.76	20.07
FeO	0.02	0.12	0.11	0.12	0.07	0.01	0.09
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	1.21	0.02	1.51	1.46	1.26	0.31	0.70
Na2O	10.42	0.34	10.81	10.76	10.98	10.78	11.31
K2O	0.22	16.10	0.10	0.10	0.13	1.54	0.11
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.92	2.99	2.92	2.92	2.92	2.98	2.96
Al	1.10	1.01	1.10	1.11	1.09	1.02	1.04
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.06	0.00	0.07	0.07	0.06	0.01	0.03
Na	0.88	0.03	0.87	0.86	0.92	0.92	0.96
K	0.01	0.96	0.01	0.01	0.01	0.09	0.01
%An	5.92	0.10	7.13	6.97	5.87	1.38	3.29
%Ab	92.81	3.14	92.34	92.50	93.43	90.17	96.11
%Or	1.27	96.76	0.53	0.54	0.71	8.46	0.60

Tabla 11.- Plagioclasas del granito de Calera de León.II

Ref.	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13
Facies	*Común*						
Caracteres							
			Borde	*Centro*	*Medio*	*Medio*	*Medio*
SiO2	67.04	67.14	66.47	65.68	65.77	67.05	67.51
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	20.93	20.41	20.52	21.14	21.04	20.82	19.91
FeO	0.05	0.06	0.07	0.11	0.03	0.10	0.09
MgO	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01
MnO	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
CaO	1.25	1.12	1.28	1.81	1.90	1.36	0.49
Na2O	10.86	11.11	10.88	10.50	10.58	10.96	11.44
K2O	0.12	0.09	0.07	0.17	0.12	0.08	0.13
		Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.93	2.94	2.93	2.90	2.91	2.93	2.97
Al	1.08	1.06	1.07	1.10	1.10	1.07	1.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.06	0.05	0.06	0.09	0.09	0.06	0.02
Na	0.92	0.94	0.93	0.90	0.91	0.93	0.97
K	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	5.98	5.20	6.13	8.66	8.98	6.42	2.29
%Ab	93.31	94.31	93.47	90.43	90.32	93.08	97.01
%Or	0.71	0.50	0.40	0.91	0.70	0.50	0.70

Ref.	MOK-13	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-14
Facies	*Común*	*Común*				
Caracteres						
				Medio	*Medio*	
SiO2	65.96	67.13	67.74	66.99	66.92	66.62
TiO2	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Al2O3	21.54	20.33	20.00	20.78	20.60	20.51
FeO	0.10	0.21	0.05	0.11	0.07	0.24
MgO	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.00	0.00	0.03	0.01	0.02	0.00
CaO	2.20	0.53	0.53	1.40	1.32	0.75
Na2O	10.11	11.19	11.36	11.05	10.90	10.89
K2O	0.36	0.38	0.18	0.11	0.08	0.48
		Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.89	2.95	2.97	2.93	2.94	2.94
Al	1.11	1.05	1.03	1.07	1.07	1.07
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.10	0.03	0.03	0.07	0.06	0.04
Na	0.86	0.95	0.96	0.94	0.93	0.93
K	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.03
%An	10.49	2.51	2.50	6.46	6.24	3.53
%Ab	87.48	95.39	96.50	92.94	93.35	93.76
%Or	2.04	2.10	1.00	0.60	0.40	2.72

Tabla 11.- Plagioclasas del granito de Calera de León.III

Ref.	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-14
Facies	*Común*					
Caracteres					*Mesopertita*	
					Medio	*Medio*
SiO2	66.84	64.56	67.57	68.44	68.11	65.30
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Al2O3	20.49	22.19	19.91	19.86	19.54	18.63
FeO	0.08	0.58	0.05	0.09	0.04	0.05
MgO	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02
CaO	0.90	0.39	0.46	0.22	0.16	0.05
Na2O	11.07	9.96	11.36	11.61	10.17	3.31
K2O	0.21	1.80	0.10	0.10	1.82	12.81
		Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.94	2.87	2.97	2.98	2.99	2.99
Al	1.06	1.16	1.03	1.02	1.01	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00
Na	0.94	0.86	0.97	0.98	0.87	0.29
K	0.01	0.10	0.01	0.01	0.10	0.75
%An	4.21	1.94	2.21	1.00	0.82	0.19
%Ab	94.59	87.64	97.29	98.49	88.74	28.12
%Or	1.20	10.42	0.50	0.50	10.44	71.69

Ref.	MOK-16	MOK-16	MOK-16	MOK-16	MOK-16	MOK-16
Facies	*Común*					
Caracteres	*Mesopertita*					
	Medio	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Borde*
SiO2	68.18	63.98	67.13	67.83	62.46	67.79
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Al2O3	19.84	18.27	19.69	20.08	18.91	19.68
FeO	0.04	0.03	0.07	0.06	0.58	0.04
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
MnO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
CaO	0.50	0.03	0.59	0.63	0.58	0.46
Na2O	11.56	0.41	9.87	11.43	9.83	11.48
K2O	0.07	16.20	2.48	0.08	0.91	0.08
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.98	2.99	2.97	2.97	2.95	2.98
Al	1.02	1.01	1.03	1.03	1.05	1.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.02	0.00	0.03	0.03	0.03	0.02
Na	0.98	0.04	0.85	0.97	0.90	0.98
K	0.00	0.97	0.14	0.01	0.06	0.01
%An	2.29	0.10	2.76	2.99	2.95	2.19
%Ab	97.31	3.69	83.43	96.51	91.46	97.31
%Or	0.40	96.22	13.81	0.50	5.60	0.50

Tabla 11.- Plagioclasas del granito de Calera de León.IV

Ref.	E11	E11	E11	E11	E11	E11	E11
Facies	*Común*						
Caracteres					*Mesopertita*		
	Borde	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	
SiO2	67.26	67.22	66.33	66.98	65.83	63.67	68.11
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al2O3	19.90	19.84	20.02	20.05	19.30	18.09	19.67
FeO	0.00	0.01	0.03	0.05	0.59	0.04	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00
MnO	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
CaO	0.56	0.51	0.87	0.76	0.26	0.02	0.34
Na2O	11.39	11.43	11.12	11.23	8.12	0.39	11.50
K2O	0.08	0.10	0.10	0.10	4.46	16.27	0.08
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.97	2.97	2.95	2.96	2.97	2.99	2.99
Al	1.03	1.03	1.05	1.04	1.02	1.00	1.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.03	0.02	0.04	0.04	0.01	0.00	0.02
Na	0.97	0.98	0.96	0.96	0.71	0.04	0.98
K	0.00	0.01	0.01	0.01	0.26	0.98	0.00
%An	2.59	2.38	4.08	3.59	1.23	0.09	1.61
%Ab	97.01	97.12	95.33	95.81	72.57	3.46	97.99
%Or	0.40	0.50	0.60	0.60	26.20	96.45	0.40

Ref.	E11	E11	E11	E11	E11	E11	E11
Facies	*Común*						
Caracteres			*Mesopertita*				
	Borde	*Medio*	*Borde*	*FK Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	66.58	68.15	67.97	64.01	68.16	67.94	68.16
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al2O3	19.01	19.60	19.59	18.16	19.65	19.55	19.74
FeO	0.07	0.01	0.02	0.02	0.05	0.02	0.03
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00
CaO	0.17	0.20	0.24	0.00	0.32	0.27	0.31
Na2O	11.33	11.38	11.78	0.60	11.52	11.52	11.58
K2O	0.12	0.40	0.07	16.00	0.08	0.09	0.07
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.99	2.99	2.98	3.00	2.99	2.99	2.98
Al	1.01	1.01	1.01	1.00	1.01	1.01	1.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01
Na	0.99	0.97	1.00	0.05	0.98	0.98	0.98
K	0.01	0.02	0.00	0.96	0.01	0.01	0.00
%An	0.80	0.90	1.08	0.02	1.51	1.30	1.40
%Ab	98.50	96.89	98.52	5.35	97.99	98.20	98.20
%Or	0.70	2.21	0.39	94.63	0.50	0.50	0.40

Tabla 11.- Plagioclasas del granito de Calera de León.V

Ref.	E12	E12	E12	E12	E12	E12
Facies	*Común*					
Caracteres			*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	66.17	66.62	66.44	58.32	66.82	66.47
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Al2O3	20.58	20.41	20.38	24.82	19.93	19.75
FeO	0.09	0.02	0.13	1.69	0.07	0.05
MgO	0.00	0.00	0.02	0.35	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	1.37	1.35	0.88	0.25	0.89	0.75
Na2O	10.72	10.89	10.95	3.30	11.12	8.97
K2O	0.36	0.08	0.35	10.09	0.14	2.79
		Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.93	2.94	2.94	2.71	2.96	2.97
Al	1.07	1.06	1.06	1.36	1.04	1.04
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.01	0.07	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.07	0.06	0.04	0.01	0.04	0.04
Na	0.92	0.93	0.94	0.30	0.95	0.78
K	0.02	0.00	0.02	0.60	0.01	0.16
%An	6.48	6.41	4.10	1.33	4.19	3.71
%Ab	91.53	93.19	93.89	32.71	95.02	79.92
%Or	1.99	0.40	2.00	65.97	0.80	16.38

Ref.	E12	E12	E12	E12	E12	E12
Facies	*Común*					
Caracteres				*Mesopertita*		
				Borde	*Centro*	*Centro*
SiO2	66.41	66.53	67.35	66.68	64.05	66.48
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Al2O3	20.42	19.41	19.74	19.44	18.19	20.45
FeO	0.03	0.21	0.11	0.04	0.05	0.11
MgO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
CaO	1.32	0.39	0.54	0.21	0.02	1.35
Na2O	10.90	11.17	10.32	9.54	0.46	10.87
K2O	0.09	0.23	1.74	3.55	16.16	0.10
		Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.94	2.98	2.97	2.97	3.00	2.94
Al	1.06	1.02	1.03	1.02	1.00	1.06
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.06	0.02	0.03	0.01	0.00	0.06
Na	0.93	0.97	0.88	0.82	0.04	0.93
K	0.01	0.01	0.10	0.20	0.96	0.01
%An	6.29	1.80	2.49	0.97	0.10	6.40
%Ab	93.21	96.90	87.76	79.52	4.08	93.00
%Or	0.50	1.30	9.75	19.52	95.82	0.60

Tabla 11.- Plagioclasas del granito de Calera de León.VI

Ref.	MOK-10	MOK-10	MOK-10	MOK-10	MOK-10	MOK-10
Facies	*Leucotonalítica*					
Caracteres					*Cristal zonado*	*C.zonado*
	Borde	*Borde*				
SiO2	67.87	68.50	67.99	68.10	68.96	67.98
TiO2	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	20.30	19.83	19.56	19.76	20.10	20.18
FeO	0.01	0.00	0.08	0.01	0.01	0.04
MgO	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
MnO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
CaO	0.13	0.18	0.10	0.27	0.13	0.34
Na2O	11.33	11.76	11.79	11.79	11.68	11.36
K2O	0.38	0.06	0.06	0.07	0.07	0.13
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.97	2.98	2.99	2.98	2.98	2.97
Al	1.05	1.02	1.01	1.02	1.02	1.04
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02
Na	0.96	0.99	1.00	1.00	0.98	0.96
K	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
%An	0.61	0.90	0.40	1.18	0.61	1.62
%Ab	97.26	98.81	99.31	98.42	98.99	97.67
%Or	2.13	0.30	0.30	0.39	0.41	0.71

Ref.	MOK-10	MOK-10	MOK-10	MOK-10	MOK-10	MOK-10
Facies	*Leucotonalítica*					
Caracteres					*Centro*	*Borde*
	Medio	*Medio*				
SiO2	68.82	68.24	68.19	68.08	68.52	68.04
TiO2	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Al2O3	19.94	19.76	19.95	20.05	19.64	19.69
FeO	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
CaO	0.23	0.25	0.22	0.38	0.06	0.19
Na2O	11.62	11.55	11.66	11.59	11.74	11.71
K2O	0.06	0.07	0.05	0.07	0.06	0.05
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.99	2.98	2.98	2.97	2.99	2.98
Al	1.02	1.02	1.03	1.03	1.01	1.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01
Na	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	1.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
%An	1.11	1.21	1.00	1.80	0.30	0.89
%Ab	98.49	98.39	98.70	97.80	99.40	98.81
%Or	0.40	0.40	0.30	0.40	0.30	0.30

Tabla 11.- Plagioclasas del granito de Calera de León.VII

Ref.	MOK-10	MOK-15	MOK-15	MOK-15	MOK-15	MOK-15
Facies	*Leucotonalítica*	*Leucotonalítica*				
Caracteres		*Macla Ab+pericl.*				
		Borde	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Borde*
SiO2	68.16	67.95	68.01	68.37	70.50	67.77
TiO2	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	19.76	19.52	19.54	19.84	17.78	20.05
FeO	0.00	0.02	0.05	0.00	0.00	0.03
MgO	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	0.07
MnO	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	0.19	0.22	0.10	0.17	0.14	0.21
Na2O	11.72	11.49	11.47	11.56	10.68	11.16
K2O	0.06	0.05	0.16	0.18	0.06	0.36
		Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.98	2.99	2.99	2.98	3.08	2.97
Al	1.02	1.01	1.01	1.02	0.92	1.04
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Na	0.99	0.98	0.98	0.98	0.91	0.95
K	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02
%An	0.90	1.01	0.51	0.80	0.77	1.02
%Ab	98.71	98.69	98.59	98.19	98.91	96.94
%Or	0.40	0.30	0.91	1.00	0.33	2.04

Ref.	MOK-15	MOK-15	MOK-15	MOK-15	MOK-15	MOK-15	MOK-15
Facies	*Leucotonalítica*						
Caracteres							
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*		*Borde*	*Medio*
SiO2	68.11	68.32	68.24	68.21	66.48	68.04	68.01
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Al2O3	19.70	19.60	19.60	19.70	20.93	19.56	19.63
FeO	0.00	0.01	0.00	0.02	0.09	0.02	0.02
MgO	0.01	0.00	0.01	0.01	0.23	0.00	0.07
MnO	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
CaO	0.12	0.07	0.15	0.14	0.16	0.16	0.28
Na2O	11.66	11.73	11.67	11.68	10.50	11.54	11.38
K2O	0.16	0.05	0.11	0.21	1.20	0.06	0.07
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.98	2.99	2.99	2.98	2.93	2.99	2.99
Al	1.02	1.01	1.01	1.01	1.09	1.01	1.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Na	0.99	1.00	0.99	0.99	0.90	0.98	0.97
K	0.01	0.00	0.01	0.01	0.07	0.00	0.00
%An	0.60	0.30	0.70	0.60	0.82	0.71	1.32
%Ab	98.51	99.40	98.71	98.21	92.19	98.99	98.27
%Or	0.90	0.30	0.60	1.19	6.99	0.30	0.41

Tabla 12.- Biotitas del granito de Calera de León.I

Ref.	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13
Facies	*Común*					
	Centro	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*
SiO2	35.11	35.09	35.92	35.39	36.31	35.09
TiO2	1.58	1.39	1.54	1.51	1.42	1.32
Al2O3	16.18	16.26	16.07	16.18	15.85	15.93
FeO	26.98	27.89	27.99	27.99	27.51	28.83
MgO	4.49	4.14	4.51	4.15	4.39	4.00
MnO	0.10	0.11	0.12	0.10	0.12	0.11
CaO	0.01	0.06	0.03	0.02	0.07	0.03
Na2O	0.04	0.03	0.10	0.04	0.04	0.02
K2O	9.14	8.81	9.35	9.37	9.11	9.24
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.83	2.83	2.85	2.83	2.89	2.83
Alt	1.54	1.55	1.50	1.53	1.49	1.51
Al IV	1.17	1.17	1.16	1.17	1.11	1.17
Al VI	0.37	0.38	0.35	0.36	0.37	0.34
Ti	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08
Mg	0.54	0.50	0.53	0.50	0.52	0.48
Fe	1.82	1.88	1.85	1.87	1.83	1.94
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.83	2.85	2.83	2.83	2.81	2.86
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Na	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00
K	0.94	0.91	0.95	0.96	0.92	0.95
Σ A	0.95	0.92	0.96	0.97	0.94	0.96
Fe/Fe+Mg	0.77	0.79	0.78	0.79	0.78	0.80

Ref.	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-13	MOK-14	MOK-14	MOK-14
Facies	*Común*						
	Borde	*Borde*	*Medio*	*Borde*	*Borde*	*Medio*	*Centro*
SiO2	34.92	35.41	35.04	35.14	34.28	33.69	32.63
TiO2	1.36	1.56	1.44	2.01	2.46	2.32	2.35
Al2O3	16.46	16.08	16.43	16.07	15.82	15.88	16.02
FeO	28.27	27.68	28.55	28.37	31.59	32.50	32.68
MgO	3.79	3.96	3.53	3.67	1.43	1.42	1.41
MnO	0.09	0.10	0.06	0.09	0.16	0.19	0.15
CaO	0.05	0.03	0.06	0.04	0.06	0.04	0.04
Na2O	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.11	0.03
K2O	8.58	9.10	9.01	9.27	8.95	8.89	8.36
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.83	2.85	2.83	2.82	2.80	2.76	2.72
Alt	1.57	1.53	1.56	1.52	1.52	1.53	1.57
Al IV	1.17	1.15	1.17	1.18	1.20	1.24	1.28
Al VI	0.40	0.38	0.39	0.34	0.32	0.30	0.29
Ti	0.08	0.09	0.09	0.12	0.15	0.14	0.15
Mg	0.46	0.48	0.42	0.44	0.17	0.17	0.18
Fe	1.91	1.86	1.93	1.91	2.16	2.23	2.28
Mn	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.86	2.82	2.83	2.81	2.81	2.85	2.90
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
K	0.89	0.94	0.93	0.95	0.93	0.93	0.89
Σ A	0.90	0.94	0.94	0.96	0.95	0.95	0.90
Fe/Fe+Mg	0.81	0.80	0.82	0.81	0.93	0.93	0.93

Tabla 12.- Biotitas del granito de Calera de León.II

Ref.	MOK-14	MOK-14	MOK-14	MOK-14	E12	E12
Facies	*Común Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Borde*
SiO2	46.51	34.17	34.00	33.43	36.10	37.25
TiO2	0.39	2.51	2.46	2.02	1.72	1.63
Al2O3	30.78	16.62	16.85	17.56	15.97	15.96
FeO	6.70	31.43	31.00	31.44	24.90	24.87
MgO	0.54	1.54	1.43	1.46	6.26	6.18
MnO	0.01	0.19	0.12	0.14	0.12	0.10
CaO	0.03	0.02	0.06	0.04	0.03	0.01
Na2O	0.14	0.05	0.06	0.08	0.06	0.06
K2O	10.83	8.61	8.66	8.88	9.47	9.23
		Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	3.17	2.77	2.77	2.72	2.85	2.90
Alt	2.47	1.59	1.62	1.68	1.49	1.47
Al IV	0.83	1.23	1.24	1.28	1.15	1.10
Al VI	1.64	0.35	0.38	0.40	0.33	0.37
Ti	0.02	0.15	0.15	0.12	0.10	0.10
Mg	0.06	0.19	0.17	0.18	0.74	0.72
Fe	0.38	2.13	2.11	2.14	1.64	1.62
Mn	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.09	2.84	2.82	2.85	2.82	2.81
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.94	0.89	0.90	0.92	0.95	0.92
Σ A	0.96	0.90	0.91	0.94	0.96	0.93
Fe/Fe+Mg	0.87	0.92	0.92	0.92	0.69	0.69

Ref.	E12	E12	E12	E12	E12	E12
Facies	*Común Medio*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*
SiO2	35.90	36.04	58.63	35.78	36.14	35.16
TiO2	1.65	1.66	0.46	1.59	1.41	1.61
Al2O3	16.29	16.34	19.04	16.10	16.00	16.01
FeO	25.14	25.48	7.51	26.34	25.26	25.73
MgO	6.27	6.44	1.47	6.30	6.50	6.59
MnO	0.13	0.12	0.04	0.13	0.09	0.11
CaO	0.03	0.02	0.13	0.02	0.01	0.02
Na2O	0.05	0.05	3.52	0.08	0.11	0.05
K2O	9.63	9.32	10.64	9.21	9.44	8.70
		Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.83	2.82	3.78	2.81	2.85	2.80
Alt	1.51	1.51	1.45	1.49	1.49	1.50
Al IV	1.17	1.18	0.22	1.19	1.15	1.20
Al VI	0.34	0.33	1.23	0.31	0.33	0.30
Ti	0.10	0.10	0.02	0.09	0.08	0.10
Mg	0.74	0.75	0.14	0.74	0.76	0.78
Fe	1.65	1.67	0.41	1.73	1.66	1.71
Mn	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.83	2.86	1.80	2.88	2.85	2.91
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.44	0.01	0.02	0.01
K	0.97	0.93	0.88	0.92	0.95	0.88
Σ A	0.98	0.94	1.32	0.94	0.97	0.89
Fe/Fe+Mg	0.69	0.69	0.74	0.70	0.69	0.69

Tabla 12.- Biotitas del granito de Calera de León.III

Ref.	E12	E12	E12	E12
Facies	*Común Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*
SiO2	36.95	34.39	36.02	37.17
TiO2	1.48	1.45	1.63	1.34
Al2O3	16.06	16.47	15.90	17.77
FeO	24.52	26.73	25.18	23.29
MgO	6.56	5.88	6.28	6.91
MnO	0.10	0.12	0.10	0.13
CaO	0.03	0.00	0.00	0.05
Na2O	0.07	0.07	0.06	0.06
K2O	9.53	9.54	9.62	7.74
	Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.88	2.75	2.85	2.87
Alt	1.48	1.55	1.48	1.61
Al IV	1.12	1.25	1.16	1.13
Al VI	0.36	0.31	0.32	0.48
Ti	0.09	0.09	0.10	0.08
Mg	0.76	0.70	0.74	0.79
Fe	1.60	1.79	1.66	1.50
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.81	2.89	2.83	2.86
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.95	0.97	0.97	0.76
Σ A	0.96	0.98	0.98	0.77
Fe/Fe+Mg	0.68	0.72	0.69	0.65

Tabla 13.- Epidotas del granito de Calera de León

Ref.	MOK-16 Ep1	MOK-16 Ep2	MOK-16 Ep3
SiO2	37.89	37.90	37.64
TiO2	0.02	0.04	0.02
Al2O3	24.69	25.45	23.16
Fe2O3	10.94	10.48	13.50
MnO	0.08	0.06	0.01
MgO	0.11	0.01	0.00
CaO	21.52	23.00	22.72
Na2O	0.01	0.00	0.00
K2O	0.38	0.01	0.01
	Fórmula estructural 25 oxígenos		
Si	3.07	3.03	3.05
Ti	0.00	0.00	0.00
Al	2.36	2.40	2.21
Fe3+	0.66	0.63	0.82
Mn	0.01	0.00	0.00
Mg	0.01	0.00	0.00
Ca	1.87	1.97	1.97
Na	0.00	0.00	0.00
K	0.04	0.00	0.00
Suma total	8.03	8.04	8.05
suma*	5.17	5.24	5.19
factor	4.83	4.77	4.82
sumaa	6.07	6.03	6.03
sumab	1.90	1.96	1.95
ps	0.22	0.21	0.27

UNIVERSIDAD DE GRANADA
29 NOV. 2001
COMISION DE DOCTORADO

Tabla 14.- Granito de Calera de León. I

Ref.	MOK-12	MOK-13	MOK-14	MOK-16	MOK-24	MOK-29	MOK-31
	Facies común						
	Elementos mayores (%wt)						
SiO2	75.05	73.86	76.14	73.52	75.21	79.79	74.71
TiO2	0.16	0.22	0.09	0.27	0.21	0.05	0.26
Al2O3	12.80	12.78	12.00	12.91	12.69	12.59	12.83
Fe2O3*	0.17	0.40	0.26	0.20	0.29	0.10	0.40
FeO*	0.48	1.03	0.66	0.70	0.92	0.26	1.25
MgO	0.01	0.05	0.00	0.04	0.18	0.16	0.15
MnO	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01
CaO	0.25	0.37	0.42	0.64	0.69	0.29	0.52
Na2O	3.53	3.57	3.47	3.22	5.91	5.63	3.85
K2O	5.18	4.67	4.48	5.67	4.82	2.28	4.80
P2O5	0.03	0.04	0.01	0.05	0.03	0.00	0.03
L.O.I	0.33	0.97	0.00	0.74	0.54	0.58	0.61
Suma	98.00	97.96	97.52	97.97	101.50	101.76	99.42
	Norma CIPW						
Q	34.81	34.98	38.5	32.4	26.85	36.85	32.51
Cor	1.01	1.32	0.71	0.45	0	0.32	0.43
Ort	31.36	28.46	27.12	34.47	28.21	13.31	28.64
Ab	30.53	31.11	30.11	27.99	38.07	47.08	32.9
An	1.09	1.59	2.07	2.89	0	1.42	2.4
Hy	0.53	1.38	0.89	0.82	0.38	0.76	1.94
Di	0	0	0	0	2.74	0	0
Ac	0	0	0	0	0.82	0	0
Na-ms	0	0	0	0	2.44	0	0
Mag	0.25	0.59	0.38	0.3	0	0.13	0.58
Hem	0	0	0	0	0	0	0
Ilm	0.31	0.42	0.16	0.52	0.39	0.09	0.49
Ap	0.06	0.1	0.02	0.12	0.07	0	0.07
%An en Pl	3.44	4.86	6.43	9.35	0	2.92	6.79
ITT	97.79	96.14	97.8	97.75	93.13	98.66	96.45
ISA	1.08	1.10	1.06	1.03	0.78	1.03	1.03
ICA	0.038	0.058	0.067	0.092	0.077	0.043	0.076
IA	0.89	0.86	0.88	0.89	1.18	0.93	0.90
Fe/Fe+Mg	0.97	0.94	1.00	0.92	0.79	0.55	0.86

Nota:

*Se han calculado los valores de Fe2O3 y FeOteóricos a partir del valor analítico de hierro total expresado como Fe2O3, aplicando el siguiente factor de conversión, calculado a partir de 223 muestras de granitos anatécticos con SiO2›65%, con Fe2O3/FeO determinado por vía húmeda.

El factor es:

Ratio=1.2675-0.0108*SiO2-0.16418*TiO2-0.039*MgO-0.0539*CaO-0.0327*K2O.

Así Fe2O3 teórico = Fe2O3total * Ratio y FeOteórico = (Fe2O3total-Fe2O3teótrico) * 0.8991.

Para muestras con SiO2›65% se usa este Ratio, siempre que no sea mayor de 0.25 y si es así se utiliza este valor de 0.25. Para muestras con SiO2‹65% se utiliza el valor medio del Ratio de todas las muestras que es 0.15.

Tabla 14.- Granito de Calera de León. II

Ref.	MOK-10	MOK-15
	Facies leucocrática	
Elementos mayores (%wt)		
SiO2	77.74	76.74
TiO2	0.25	0.28
Al2O3	13.27	12.70
Fe2O3*	0.16	0.09
FeO*	0.43	0.24
MgO	1.72	0.66
MnO	0.01	0.02
CaO	0.24	0.20
Na2O	4.99	5.93
K2O	0.43	0.50
P2O5	0.05	0.04
L.O.I	1.07	2.29
Suma	100.36	99.69
Norma CIPW		
Q	44.33	40.1
Cor	4.31	2.19
Ort	2.55	3.01
Ab	42.51	51.49
An	0.87	0.74
Hy	4.58	1.69
Di	0	0
Ac	0	0
Na-ms	0	0
Mag	0.23	0.03
Hem	0	0.06
Ilm	0.47	0.54
Ap	0.11	0.09
%An en Pl	2	1.41
ITT	90.26	95.34
ISA	1.46	1.19
ICA	0.048	0.034
IA	0.65	0.81
Fe/Fe+Mg	0.16	0.22

Tabla 14.- Granito de Calera de León. III

Ref.	MOK-12	MOK-13	MOK-14	MOK-16	MOK-24	MOK-29	MOK-31
	Facies común						
	Elementos traza (ppm)						
Li	4.25	5.73	4.21	3.71	6.29	3.56	7.24
Rb	153	115	235	114	127	48.6	167
Cs	1.76	2.19	3.45	0.97	1.84	0.46	4.31
Be	3.86	5.06	6.56	4.13	3.78	5.82	4.09
Sr	44.8	36.7	10.8	81.0	51.8	74.6	48.1
Ba	278	296	30.7	599	310	147	325
Sc	5.85	5.07	5.08	6.24	4.33	3.22	4.84
V	6.23	7.12	1.10	8.36	11.2	5.61	13.7
Cr	2.34	2.23	1.00	4.27	5.47	5.40	6.77
Co	71.0	77.3	90.8	78.9	65.9	73.1	73.0
Ni	1.88	0.91	0.48	3.24	1.56	3.75	2.65
Cu	4.16	2.21	0.90	2.33	1.88	7.20	2.77
Zn	15.8	12.1	16.0	22.9	12.8	48.6	18.8
Ga	22.9	23.0	24.3	23.4	23.8	24.8	25.7
Y	41.2	37.4	80.6	47.2	47.4	48.3	47.0
Nb	8.69	9.47	8.15	8.51	8.72	9.24	8.33
Ta	1.05	1.09	1.31	0.97	0.97	1.59	0.95
Zr	212	276	106	277	282	116	242
Hf	8.37	10.1	5.91	9.06	9.82	6.56	8.47
Mo	0.84	2.89	1.07	0.62	0.50	0.34	0.20
Sn	19.6	6.87	11.2	18.5	3.83	3.16	6.80
Tl	0.54	0.52	1.11	0.45	0.46	0.14	0.76
Pb	12.8	6.37	12.1	9.47	5.73	17.7	8.26
U	4.78	4.49	8.07	4.87	6.46	7.85	5.69
Th	14.9	13.3	25.2	15.1	17.7	24.2	17.1
La	24.3	30.6	20.7	20.3	35.0	13.9	31.3
Ce	64.8	81.4	55.6	71.5	72.0	45.5	83.8
Pr	7.38	8.26	7.37	5.98	9.65	4.96	8.40
Nd	32.3	30.3	30.0	22.8	31.9	20.1	28.8
Sm	8.15	6.42	8.64	5.32	7.12	6.12	6.42
Eu	0.46	0.50	0.08	0.53	0.53	0.21	0.53
Gd	7.09	6.36	10.5	5.71	7.20	6.35	6.50
Tb	1.13	1.12	1.88	1.10	1.26	1.26	1.18
Dy	7.29	7.00	12.9	7.63	8.56	8.89	7.90
Ho	1.70	1.52	2.91	1.73	1.86	1.94	1.78
Er	4.79	4.41	8.16	5.11	5.49	5.86	5.18
Tm	0.78	0.74	1.29	0.81	0.92	0.90	0.87
Yb	4.99	4.65	8.01	5.32	5.77	6.02	5.88
Lu	0.79	0.72	1.21	0.82	0.85	0.87	0.85
K/Rb	281.65	336.25	157.91	413.83	315.02	389.08	238.42
Cs/Rb	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
Tl/Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr/Hf	25.38	27.41	18.01	30.58	28.67	17.67	28.56
Th/U	3.11	2.97	3.13	3.10	2.75	3.07	3.00
Nd/Th	2.17	2.28	1.19	1.51	1.80	0.83	1.69
Nb/Ta	8.31	8.67	6.22	8.81	9.03	5.83	8.79
SumREE	165.95	184.02	169.24	154.68	188.13	122.83	189.45

Tabla 14.- Granito de Calera de León. IV

Ref.	MOK-10	MOK-15
	Facies leucocrática	
Elementos traza (ppm)		
Li	9.30	5.70
Rb	13.2	19.5
Cs	0.00	0.32
Be	2.07	2.10
Sr	35.5	15.1
Ba	31.2	13.7
Sc	3.59	6.62
V	14.9	5.55
Cr	0.00	2.86
Co	65.3	56.2
Ni	0.00	1.85
Cu	3.66	2.04
Zn	0.00	6.61
Ga	21.2	16.6
Y	24.7	16.9
Nb	9.38	8.11
Ta	1.23	1.03
Zr	270	230
Hf	10.7	8.29
Mo	0.16	0.35
Sn	2.12	0.97
Tl	0.04	0.05
Pb	3.28	4.92
U	4.57	1.55
Th	12.5	6.46
La	2.11	1.22
Ce	5.58	2.71
Pr	0.69	0.34
Nd	3.15	1.43
Sm	1.13	0.63
Eu	0.16	0.05
Gd	2.14	1.29
Tb	0.50	0.31
Dy	3.94	2.30
Ho	0.91	0.60
Er	3.00	1.79
Tm	0.50	0.29
Yb	3.27	1.89
Lu	0.51	0.29
K/Rb	271.19	211.31
Cs/Rb	0.00	0.02
Tl/Rb	0.00	0.00
Zr/Hf	25.25	27.67
Th/U	2.73	4.16
Nd/Th	0.25	0.22
Nb/Ta	7.60	7.90
SumREE	27.59	15.14

Tabla 15.- Datos isotópicos Rb-Sr del granito de Calera de León

Ref.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	87Rb/86Sr	Sr/Sr	Rb87	87Sr/86Sr	e524Sr
MOK-12	152.79	44.76	9.85	0.774988	0.497606	0.700737	-44.797
MOK-24	127.01	51.83	7.09	0.753908	0.413634	0.700716	-45.095
MOK-31	167.12	48.15	10.05	0.776295	0.544274	0.700785	-44.118

Tabla 16.- Datos isotópicos Sm-Nd del granito de Calera de León

Ref.	Sm (ppm)	Nd (ppm)	147Sm/144Nd	43Nd/144Nd	e524Nd
MOK-12	8.15	32.31	0.1524	0.512006	0.838
MOK-24	7.12	31.94	0.1348	0.512006	0.844
MOK-31	6.42	28.80	0.1348	0.512013	0.982

Tabla 17.- Edad del granito de Calera de León

Ref.	ACQ	204Pb/206Pb	207Pb/206Pb	ES	207Pb/206Pbc	Edad(Ma)	Error
MOK-10	(2)-1	0.000016246	0.057978877	0.54	0.05788288	525	12
MOK-10	(2)-2	0.000010486	0.057966179	0.27	0.05795404	528	6
MOK-10	(2)-3	0.000019369	0.058384978	0.37	0.05824462	539	8
MOK-16	(2)-1	0.00002439	0.058073689	0.22	0.05785933	524	5
MOK-16	(2)-2	0.00001649	0.057832033	0.43	0.05773208	520	9
MOK-16	(1)-1	0.000028122	0.058349098	0.65	0.05808118	533	14
MOK-16	(1)-2	0.000047086	0.058372641	0.25	0.05782851	523	5
MOK-13	(1)-1	0.000041241	0.058018958	0.12	0.05755887	513	2
MOK-13	(1)-2	0.000033863	0.058056873	0.18	0.05770444	519	4
MOK-13	(1)-3	0.000053107	0.058354746	0.15	0.0577228	519	4
MOK-13	(2)-1	0.000030331	0.057984111	0.23	0.05768293	518	5
MOK-13	(2)-2	0.000036341	0.058345817	0.3	0.05795777	528	6
MOK-13	(2)-3	0.000047097	0.058481665	0.27	0.05793773	527	6

ES: error estándar de la medida de cada relación 207/206 a 2 sigma
207Pb/206Pbc-corregido

Tabla 18.- Plagioclasas de la tonalita del Culebrín.I

Ref.	MOK-3	MOK-3	MOK-3	MOK-3	MOK-3	MOK-3	MOK-3	MOK-7
Caracteres	*Cristal zonado*			*Cristal zonado*				*Cristal zonado*
	Borde	*Medio*	*Centro*	*Borde*	*Medio*	*Medio*	*Centro*	*Borde*
SiO2	55.63	57.56	57.35	57.86	56.57	56.33	57.81	56.70
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	27.87	26.80	26.80	27.00	27.74	28.04	27.22	27.23
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
CaO	9.83	8.51	8.55	8.63	9.53	9.77	8.77	9.23
Na2O	6.05	6.81	6.88	6.87	6.21	6.10	6.64	6.17
K2O	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06	0.06	0.10
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.52	2.58	2.58	2.58	2.54	2.52	2.58	2.55
Al	1.49	1.42	1.42	1.42	1.47	1.48	1.43	1.45
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.48	0.41	0.41	0.41	0.46	0.47	0.42	0.45
Na	0.53	0.59	0.60	0.59	0.54	0.53	0.57	0.54
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
%An	47.18	40.70	40.57	40.83	45.71	46.85	42.05	45.00
%Ab	52.53	59.01	59.13	58.77	53.89	52.85	57.65	54.40
%Or	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.30	0.30	0.61

Ref.	MOK-7	MOK-7	MOK-7	MOK-7	MOK-7	MOK-7
Caracteres	*Cristal zonado y ligero maclado*			*Cristal zonado*	*Cristal maclado*	*C.maclado*
	Borde	*Centro*	*Borde*			
SiO2	56.70	56.66	60.36	56.03	56.76	59.06
TiO2	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00
Al2O3	27.19	27.26	25.08	27.52	26.83	25.10
FeO	0.11	0.11	0.07	0.06	0.06	0.04
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	9.46	9.35	6.59	9.53	9.09	7.06
Na2O	6.16	6.36	7.89	6.18	6.50	7.68
K2O	0.06	0.07	0.05	0.05	0.06	0.07
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.55	2.55	2.69	2.53	2.56	2.66
Al	1.44	1.45	1.32	1.47	1.43	1.33
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.46	0.45	0.31	0.46	0.44	0.34
Na	0.54	0.55	0.68	0.54	0.57	0.67
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
%An	45.78	44.64	31.49	45.87	43.48	33.53
%Ab	53.92	54.96	68.21	53.83	56.23	66.08
%Or	0.30	0.40	0.30	0.30	0.30	0.39

Tabla 18.- Plagioclasas de la tonalita del Culebrín.II

Ref.	MOK-7	MOK-7	MOK-7	MOK-7	MOK-7	SOK-15	SOK-15	SOK-15
Caracteres	*Cristal zonado*		*Cristal zonado*			*Cristal zonado*		*Cristal macla*
	Centro	*Borde*	*Borde*	*Medio*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	
SiO2	55.93	56.94	59.72	55.84	54.68	59.87	58.25	57.16
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	27.30	27.81	25.58	27.89	28.64	24.96	26.42	27.58
FeO	0.02	0.11	0.03	0.05	0.01	0.18	0.11	0.14
MgO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	9.59	9.66	7.25	10.01	11.03	6.65	8.22	9.25
Na2O	5.99	5.94	7.56	5.85	5.25	7.79	6.95	6.19
K2O	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.12	0.11	0.09
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.54	2.54	2.66	2.52	2.47	2.68	2.61	2.55
Al	1.46	1.46	1.34	1.48	1.53	1.32	1.39	1.45
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.47	0.46	0.35	0.48	0.53	0.32	0.39	0.44
Na	0.53	0.51	0.65	0.51	0.46	0.68	0.60	0.54
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
%An	46.79	47.14	34.50	48.40	53.51	31.87	39.32	44.96
%Ab	52.91	52.45	65.10	51.20	46.09	67.43	60.08	54.53
%Or	0.30	0.41	0.40	0.40	0.40	0.70	0.60	0.51

Ref.	SOK-15	SOK-15	SOK-15	SOK-15	SOK-15	SOK-15	SOK-15
Caracteres	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal zonado*			
				Borde a centro			
SiO2	64.54	64.13	61.04	56.28	55.54	58.57	62.27
TiO2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Al2O3	22.86	23.23	24.82	27.73	27.57	26.28	24.29
FeO	0.03	0.03	0.15	0.14	0.14	0.11	0.16
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.01
CaO	3.83	4.23	6.23	9.60	9.51	8.00	5.47
Na2O	9.42	9.29	8.07	6.08	6.08	7.12	8.45
K2O	0.07	0.08	0.13	0.07	0.08	0.09	0.14
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.83	2.80	2.70	2.53	2.52	2.61	2.74
Al	1.18	1.20	1.30	1.47	1.48	1.38	1.26
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.18	0.20	0.30	0.46	0.46	0.38	0.26
Na	0.80	0.79	0.69	0.53	0.54	0.62	0.72
K	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
%An	18.23	20.00	29.75	46.43	46.21	38.09	26.14
%Ab	81.36	79.50	69.55	53.17	53.39	61.42	73.05
%Or	0.41	0.51	0.70	0.40	0.40	0.50	0.81

Tabla 18.- Plagioclasas de la tonalita del Culebrín.III

Ref.	SOK-15	SOK-15	SOK-15	SOK-38	SOK-38	SOK-38
Caracteres	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal m*
SiO2	59.18	57.81	57.04	62.19	63.23	62.25
TiO2	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03
Al2O3	25.95	26.73	27.52	23.60	23.13	24.62
FeO	0.07	0.13	0.15	0.10	0.13	0.04
MgO	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	7.67	8.30	9.21	5.18	4.52	5.64
Na2O	7.36	6.85	6.30	8.78	9.29	8.31
K2O	0.09	0.09	0.13	0.09	0.09	0.08
		Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.64	2.59	2.55	2.76	2.79	2.73
Al	1.36	1.41	1.45	1.23	1.20	1.27
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.37	0.40	0.44	0.25	0.21	0.27
Na	0.64	0.60	0.55	0.76	0.79	0.71
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
%An	36.38	39.88	44.32	24.45	21.13	27.15
%Ab	63.12	59.62	54.87	75.05	78.38	72.44
%Or	0.50	0.50	0.80	0.50	0.49	0.41

Ref.	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38
Caracteres	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*			*Cristal zonado*	*C.zonado*
		Borde	*Borde*	*Centro*		*Centro*
SiO2	61.16	58.57	61.10	59.43	60.31	53.90
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Al2O3	24.27	25.77	24.33	25.55	24.82	29.37
FeO	0.05	0.11	0.12	0.05	0.13	0.06
MgO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
CaO	5.77	7.48	6.01	7.07	6.30	11.61
Na2O	8.42	7.37	8.16	7.67	8.07	5.15
K2O	0.07	0.10	0.10	0.08	0.11	0.04
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.72	2.63	2.72	2.65	2.69	2.43
Al	1.27	1.37	1.28	1.34	1.31	1.56
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.28	0.36	0.29	0.34	0.30	0.56
Na	0.73	0.64	0.70	0.66	0.70	0.45
K	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
%An	27.36	35.75	28.82	33.60	29.95	55.38
%Ab	72.24	63.65	70.58	65.91	69.45	44.42
%Or	0.40	0.60	0.60	0.50	0.60	0.20

SOK-38

Tabla 18.- Plagioclasas de la tonalita del Culebrín.IV

Ref.	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-39	SOK-39	SOK-39
Caracteres	*Cristal zonado*				*Cristal zonado*		*Cristal maclado y zonado*		
	Centro	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Centro*
SiO2	56.89	56.59	56.52	57.19	55.31	56.73	55.09	55.02	56.40
TiO2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
Al2O3	26.97	27.02	27.71	27.09	27.97	27.16	27.77	28.34	27.19
FeO	0.13	0.15	0.09	0.14	0.14	0.14	0.20	0.15	0.17
MgO	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
MnO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00
CaO	8.97	9.26	9.67	9.10	10.01	9.06	10.27	10.58	9.45
Na2O	6.48	6.34	6.16	6.45	5.82	6.29	5.80	5.60	6.10
K2O	0.14	0.07	0.09	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06
			Fórmula estructural 8 oxígenos						
Si	2.56	2.56	2.53	2.56	2.51	2.56	2.50	2.49	2.55
Al	1.43	1.44	1.46	1.43	1.49	1.44	1.49	1.51	1.45
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.43	0.45	0.46	0.44	0.49	0.44	0.50	0.51	0.46
Na	0.57	0.56	0.54	0.56	0.51	0.55	0.51	0.49	0.53
K	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
%An	43.00	44.49	46.22	43.66	48.50	44.14	49.31	50.90	45.93
%Ab	56.21	55.11	53.29	55.94	51.00	55.46	50.30	48.71	53.67
%Or	0.79	0.40	0.50	0.40	0.50	0.40	0.39	0.40	0.40

Ref.	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39
Caracteres	*Cristal macla-zonado*		*Cristal zonado*	*Cristal zonado*		*Cristal maclado*
	Borde	*Medio*		*Borde*	*Centro*	
SiO2	57.52	56.97	61.44	57.35	55.56	60.30
TiO2	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02
Al2O3	26.93	27.29	24.21	26.64	27.98	22.79
FeO	0.09	0.13	0.08	0.08	0.14	0.10
MgO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	0.00
MnO	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.04
CaO	8.96	9.30	5.53	8.66	10.13	4.85
Na2O	6.45	6.20	8.44	6.77	5.79	8.29
K2O	0.08	0.06	0.09	0.08	0.11	0.23
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.58	2.56	2.73	2.58	2.51	2.77
Al	1.42	1.44	1.27	1.41	1.49	1.23
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.43	0.45	0.26	0.42	0.49	0.24
Na	0.56	0.54	0.73	0.59	0.51	0.74
K	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
%An	43.22	45.20	26.43	41.25	48.80	24.07
%Ab	56.28	54.50	73.07	58.36	50.50	74.52
%Or	0.50	0.30	0.50	0.40	0.70	1.42

Tabla 18.- Plagioclasas de la tonalita del Culebrín.V

Ref.	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39
Caracteres	*Cristal maclado*				*C.maclado*		
	Borde	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Medio*	*Borde*
SiO2	58.91	59.06	58.26	61.57	55.83	59.38	64.26
TiO2	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00
Al2O3	25.53	25.61	25.96	24.02	27.84	25.52	18.93
FeO	0.13	0.07	0.06	0.05	0.07	0.04	0.06
MgO	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
MnO	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
CaO	7.45	6.81	7.81	5.23	9.84	7.28	0.93
Na2O	7.40	7.56	7.06	8.56	6.02	7.46	11.23
K2O	0.06	0.42	0.15	0.09	0.07	0.13	0.46
	Fórmula estructural 8 oxígenos						
Si	2.64	2.65	2.62	2.74	2.52	2.65	2.95
Al	1.35	1.35	1.38	1.26	1.48	1.34	1.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.36	0.33	0.38	0.25	0.48	0.35	0.05
Na	0.64	0.66	0.62	0.74	0.53	0.65	1.00
K	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03
%An	35.62	32.44	37.60	25.10	47.26	34.83	4.29
%Ab	63.98	65.18	61.50	74.40	52.34	64.47	93.19
%Or	0.40	2.38	0.90	0.50	0.40	0.70	2.52

Ref.	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39	SOK-39	E3	E3
Caracteres	*Cristal maclado y zonado*			*Cristal maclado*				*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Borde*
SiO2	61.18	58.33	56.67	61.56	57.47	57.57	60.62	59.53	60.60
TiO2	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01
Al2O3	24.59	26.21	27.05	24.51	27.08	26.78	24.93	26.18	25.59
FeO	0.14	0.05	0.09	0.04	0.02	0.11	0.05	0.07	0.08
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01
CaO	6.08	8.03	9.08	5.72	8.81	8.65	6.39	7.58	6.78
Na2O	8.19	6.96	6.41	8.43	6.58	6.44	7.86	7.37	7.81
K2O	0.09	0.09	0.09	0.07	0.06	0.08	0.09	0.09	0.09
	Fórmula estructural 8 oxígenos								
Si	2.71	2.62	2.56	2.72	2.57	2.59	2.70	2.64	2.67
Al	1.29	1.38	1.44	1.28	1.43	1.42	1.31	1.37	1.33
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.29	0.39	0.44	0.27	0.42	0.42	0.30	0.36	0.32
Na	0.70	0.61	0.56	0.72	0.57	0.56	0.68	0.63	0.67
K	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
%An	28.99	38.69	43.68	27.18	42.37	42.45	30.83	36.04	32.26
%Ab	70.51	60.80	55.82	72.42	57.33	57.14	68.66	63.45	67.24
%Or	0.50	0.50	0.50	0.40	0.30	0.41	0.51	0.50	0.50

Tabla 18.- Plagioclasas de la tonalita del Culebrín.VI

Ref.	E3e*	E3e*	E3e*	E3e*	E3e*	E3e*	E3e*	E3e*	E3e*
Caracteres	*Cristal maclado*			*Cristal zonado*					
	Borede	*Medio*	*Centro*	*Borde a centro*					
SiO2	56.87	56.49	56.91	57.96	56.84	56.61	56.76	56.65	59.28
TiO2	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Al2O3	27.83	28.42	27.82	27.23	28.00	28.03	27.92	28.14	26.34
FeO	0.14	0.14	0.10	0.18	0.11	0.17	0.14	0.08	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00
CaO	9.67	10.15	9.69	8.87	9.82	10.01	9.82	9.92	7.85
Na2O	6.11	5.94	6.21	6.65	6.05	5.95	6.03	5.96	7.21
K2O	0.07	0.07	0.07	0.06	0.04	0.10	0.07	0.06	0.07
			Fórmula estructural 8 oxígenos						
Si	2.54	2.51	2.54	2.57	2.53	2.52	2.53	2.52	2.63
Al	1.46	1.49	1.46	1.42	1.47	1.47	1.47	1.48	1.38
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.46	0.48	0.46	0.42	0.47	0.48	0.47	0.47	0.37
Na	0.53	0.51	0.54	0.57	0.52	0.51	0.52	0.52	0.62
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
%An	46.48	48.40	46.06	42.33	47.18	47.90	47.18	47.73	37.39
%Ab	53.12	51.20	53.54	57.37	52.62	51.50	52.41	51.97	62.21
%Or	0.40	0.40	0.40	0.30	0.20	0.60	0.40	0.30	0.40

E3e*- enclave en muestra E3

Tabla 19.- Biotitas de la tonalita del Culebrín.I

Ref.	MOK-3 *Centro*	MOK-3 *Centro*	MOK-3 *Centro*	MOK-3 *Centro*	MOK-3 *Centro*
SiO2	36.65	36.18	37.49	37.39	37.52
TiO2	1.69	1.77	1.92	1.81	2.11
Al2O3	16.52	15.96	16.46	16.35	16.05
FeO	16.58	16.85	16.74	16.60	16.76
MgO	13.43	12.87	13.27	13.30	13.21
MnO	0.26	0.24	0.29	0.25	0.26
CaO	0.00	0.04	0.01	0.02	0.00
Na2O	0.09	0.10	0.11	0.15	0.11
K2O	9.44	9.25	9.46	9.36	9.22
			Fórmula estructural 11 oxígenos		
Si	2.78	2.79	2.80	2.81	2.82
Alt	1.47	1.45	1.45	1.45	1.42
Al IV	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18
Al VI	0.25	0.24	0.25	0.26	0.24
Ti	0.10	0.10	0.11	0.10	0.12
Mg	1.52	1.48	1.48	1.49	1.48
Fe	1.05	1.09	1.05	1.04	1.05
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.93	2.92	2.91	2.90	2.90
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
K	0.91	0.91	0.90	0.90	0.88
Σ A	0.93	0.93	0.92	0.92	0.90
Fe/Fe+Mg	0.41	0.42	0.42	0.41	0.42

Ref.	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Centro*
SiO2	37.16	36.85	37.23	37.27	37.14	37.24
TiO2	1.52	1.78	1.95	1.87	2.19	2.04
Al2O3	16.51	16.10	15.78	15.94	16.10	16.12
FeO	17.10	17.33	17.30	16.99	16.78	17.06
MgO	13.39	13.04	12.81	13.19	12.92	12.78
MnO	0.27	0.26	0.25	0.23	0.28	0.23
CaO	0.02	0.01	0.00	0.03	0.00	0.02
Na2O	0.09	0.10	0.15	0.14	0.09	0.07
K2O	9.13	9.00	9.35	9.30	9.41	9.35
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.80	2.80	2.82	2.81	2.81	2.81
Alt	1.46	1.44	1.41	1.42	1.43	1.44
Al IV	1.20	1.20	1.18	1.19	1.20	1.19
Al VI	0.26	0.24	0.23	0.23	0.24	0.25
Ti	0.09	0.10	0.11	0.11	0.13	0.12
Mg	1.50	1.48	1.45	1.48	1.45	1.44
Fe	1.08	1.10	1.10	1.07	1.06	1.08
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.94	2.94	2.90	2.91	2.89	2.90
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
K	0.88	0.87	0.90	0.90	0.91	0.90
Σ A	0.89	0.89	0.93	0.92	0.92	0.91
Fe/Fe+Mg	0.42	0.43	0.43	0.42	0.42	0.43

Tabla 19.- Biotitas de la tonalita del Culebrín.II

Ref.	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Centro*
SiO2	37.29	37.16	37.36	38.12	36.81	36.96
TiO2	1.89	1.89	2.25	1.80	2.10	1.70
Al2O3	16.21	16.06	15.89	16.23	16.29	16.10
FeO	17.10	16.86	16.60	16.67	16.56	17.65
MgO	13.11	13.01	13.05	13.39	12.98	13.29
MnO	0.29	0.27	0.24	0.25	0.29	0.29
CaO	0.09	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02
Na2O	0.09	0.12	0.11	0.16	0.11	0.10
K2O	9.04	9.25	9.40	8.81	9.44	8.88
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.81	2.81	2.82	2.84	2.79	2.79
Alt	1.44	1.43	1.41	1.43	1.46	1.43
Al IV	1.19	1.19	1.18	1.16	1.21	1.21
Al VI	0.25	0.25	0.23	0.27	0.25	0.23
Ti	0.11	0.11	0.13	0.10	0.12	0.10
Mg	1.47	1.47	1.47	1.49	1.47	1.50
Fe	1.08	1.07	1.05	1.04	1.05	1.12
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.92	2.91	2.89	2.91	2.90	2.96
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
K	0.87	0.89	0.90	0.84	0.91	0.86
Σ A	0.89	0.91	0.92	0.86	0.93	0.87
Fe/Fe+Mg	0.42	0.42	0.42	0.41	0.42	0.43

Ref.	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*
SiO2	37.90	37.57	38.02	37.45	37.83	37.56
TiO2	1.73	1.67	2.01	2.33	2.27	2.15
Al2O3	16.66	16.39	16.24	15.85	16.18	15.99
FeO	16.23	16.21	16.37	16.17	16.29	16.58
MgO	13.26	13.49	13.33	13.21	13.40	13.02
MnO	0.37	0.39	0.35	0.34	0.37	0.38
CaO	0.02	0.00	0.03	0.06	0.03	0.00
Na2O	0.11	0.09	0.12	0.10	0.13	0.05
K2O	9.59	9.61	9.35	9.47	9.50	9.49
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.82	2.82	2.83	2.82	2.82	2.83
Alt	1.46	1.45	1.43	1.41	1.42	1.42
Al IV	1.18	1.19	1.17	1.18	1.18	1.18
Al VI	0.28	0.26	0.26	0.23	0.24	0.24
Ti	0.10	0.09	0.11	0.13	0.13	0.12
Mg	1.47	1.51	1.48	1.48	1.49	1.46
Fe	1.01	1.02	1.02	1.02	1.01	1.04
Mn	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.89	2.90	2.89	2.88	2.89	2.89
Ca	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Na	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
K	0.91	0.92	0.89	0.91	0.90	0.91
Σ A	0.93	0.93	0.91	0.93	0.92	0.92
Fe/Fe+Mg	0.41	0.40	0.41	0.41	0.41	0.42

Tabla 19.- Biotitas de la tonalita del Culebrín.III

Ref.	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Centro*
SiO2	37.66	37.73	37.71	37.78	37.78	37.82
TiO2	1.64	2.49	1.63	2.27	1.68	2.19
Al2O3	16.39	16.05	16.44	16.43	16.50	16.18
FeO	16.72	16.77	15.74	16.29	16.33	16.32
MgO	13.18	12.77	13.49	13.13	13.22	13.11
MnO	0.37	0.35	0.37	0.36	0.38	0.39
CaO	0.04	0.02	0.00	0.05	0.01	0.00
Na2O	0.06	0.11	0.08	0.11	0.06	0.07
K2O	9.56	9.58	9.48	9.42	9.57	9.47
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.82	2.82	2.83	2.81	2.83	2.83
Alt	1.45	1.41	1.45	1.44	1.45	1.43
Al IV	1.18	1.18	1.17	1.19	1.18	1.17
Al VI	0.27	0.23	0.28	0.26	0.28	0.25
Ti	0.09	0.14	0.09	0.13	0.10	0.12
Mg	1.47	1.42	1.51	1.46	1.47	1.46
Fe	1.05	1.05	0.99	1.01	1.02	1.02
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
Σ M	2.90	2.87	2.89	2.88	2.89	2.88
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01
K	0.91	0.91	0.91	0.89	0.91	0.90
Σ A	0.93	0.93	0.92	0.91	0.92	0.91
Fe/Fe+Mg	0.42	0.42	0.40	0.41	0.41	0.41

Ref.	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Centro*
SiO2	37.85	37.69	37.74	37.60	38.01	37.96	38.34
TiO2	1.66	1.95	1.62	1.78	1.71	1.60	1.61
Al2O3	16.28	16.35	16.39	16.28	16.32	16.35	16.62
FeO	16.04	16.58	16.68	16.30	16.27	15.98	15.71
MgO	13.26	13.03	13.24	13.27	13.50	13.45	13.37
MnO	0.31	0.39	0.32	0.36	0.36	0.35	0.33
CaO	0.05	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.09
Na2O	0.09	0.04	0.06	0.09	0.09	0.08	0.14
K2O	9.42	9.49	9.55	9.61	9.64	9.44	9.02
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.84	2.82	2.82	2.82	2.83	2.84	2.85
Alt	1.44	1.44	1.45	1.44	1.43	1.44	1.46
Al IV	1.16	1.18	1.18	1.18	1.17	1.16	1.15
Al VI	0.28	0.27	0.27	0.26	0.26	0.28	0.31
Ti	0.09	0.11	0.09	0.10	0.10	0.09	0.09
Mg	1.48	1.45	1.48	1.48	1.50	1.50	1.48
Fe	1.01	1.04	1.04	1.02	1.01	1.00	0.98
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.89	2.89	2.90	2.89	2.89	2.89	2.88
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
K	0.90	0.91	0.91	0.92	0.92	0.90	0.86
Σ A	0.92	0.91	0.92	0.93	0.93	0.91	0.88
Fe/Fe+Mg	0.40	0.42	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40

Tabla 19.- Biotitas de la tonalita del Culebrín.IV

Ref.	SOK-15	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38
	Centro	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	37.98	37.17	37.19	37.24	37.45	36.79
TiO2	2.36	2.11	2.89	2.08	2.84	1.70
Al2O3	16.01	15.86	15.51	15.70	15.45	15.64
FeO	16.39	17.12	17.14	17.26	17.12	17.25
MgO	13.13	12.88	12.56	12.89	12.63	13.64
MnO	0.37	0.31	0.25	0.26	0.26	0.28
CaO	0.02	0.05	0.00	0.02	0.00	0.55
Na2O	0.07	0.08	0.13	0.11	0.13	0.09
K2O	9.60	8.97	9.47	9.35	9.43	7.94
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.83	2.82	2.81	2.82	2.82	2.80
Alt	1.41	1.42	1.38	1.40	1.37	1.40
Al IV	1.17	1.18	1.19	1.18	1.18	1.20
Al VI	0.24	0.23	0.19	0.22	0.19	0.20
Ti	0.13	0.12	0.16	0.12	0.16	0.10
Mg	1.46	1.45	1.41	1.45	1.42	1.55
Fe	1.02	1.09	1.08	1.09	1.08	1.10
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.87	2.91	2.87	2.90	2.87	2.96
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
Na	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
K	0.91	0.87	0.91	0.90	0.91	0.77
Σ A	0.92	0.88	0.93	0.92	0.93	0.83
Fe/Fe+Mg	0.41	0.43	0.43	0.43	0.43	0.42

Ref.	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38	SOK-38
	Borde	*Medio*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Borde*
SiO2	37.10	36.93	37.34	37.59	37.64	36.76	36.82
TiO2	1.98	2.11	1.87	2.17	2.37	1.90	1.68
Al2O3	15.93	16.20	16.15	16.21	16.02	15.65	16.06
FeO	17.05	17.50	17.15	17.20	17.13	17.19	17.14
MgO	12.99	12.53	12.69	12.78	12.56	12.68	12.87
MnO	0.24	0.29	0.27	0.31	0.27	0.27	0.27
CaO	0.06	0.01	0.04	0.04	0.03	0.05	0.05
Na2O	0.07	0.10	0.09	0.17	0.13	0.12	0.10
K2O	8.69	9.44	9.13	8.99	9.32	9.07	8.93
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.82	2.80	2.82	2.82	2.83	2.82	2.81
Alt	1.43	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.44
Al IV	1.18	1.21	1.18	1.18	1.17	1.18	1.19
Al VI	0.24	0.24	0.26	0.25	0.24	0.23	0.26
Ti	0.11	0.12	0.11	0.12	0.13	0.11	0.10
Mg	1.47	1.41	1.43	1.43	1.40	1.45	1.46
Fe	1.08	1.11	1.08	1.08	1.08	1.10	1.09
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.93	2.90	2.90	2.90	2.87	2.91	2.93
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01
K	0.84	0.91	0.88	0.86	0.89	0.89	0.87
Σ A	0.86	0.93	0.90	0.89	0.91	0.91	0.89
Fe/Fe+Mg	0.42	0.44	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43

Tabla 19.- Biotitas de la tonalita del Culebrín.V

Ref.	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Medio*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Centro*
SiO2	36.20	37.65	37.30	37.56	37.53	37.62
TiO2	2.71	2.59	2.57	2.61	1.66	1.91
Al2O3	15.20	15.67	15.64	15.55	15.91	15.93
FeO	16.89	17.11	16.95	17.65	16.84	16.93
MgO	12.11	12.59	12.55	12.50	13.24	12.98
MnO	0.26	0.29	0.28	0.28	0.26	0.31
CaO	0.11	0.01	0.01	0.01	0.04	0.02
Na2O	0.13	0.09	0.13	0.10	0.09	0.11
K2O	8.80	9.21	9.47	9.20	9.07	9.27
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.81	2.83	2.82	2.83	2.84	2.83
Alt	1.39	1.39	1.39	1.38	1.42	1.41
Al IV	1.19	1.17	1.18	1.17	1.17	1.17
Al VI	0.20	0.22	0.22	0.21	0.25	0.25
Ti	0.16	0.15	0.15	0.15	0.09	0.11
Mg	1.40	1.41	1.42	1.40	1.49	1.46
Fe	1.10	1.08	1.07	1.11	1.06	1.07
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.88	2.88	2.87	2.89	2.92	2.90
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02
K	0.87	0.88	0.91	0.88	0.87	0.89
Σ A	0.90	0.90	0.93	0.90	0.89	0.91
Fe/Fe+Mg	0.44	0.43	0.43	0.44	0.42	0.42

Ref.	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*
SiO2	36.97	37.06	37.48	37.30	37.33	37.73	37.19	36.96
TiO2	2.25	2.23	1.77	2.05	2.15	1.94	1.89	1.85
Al2O3	15.97	15.90	16.09	16.20	15.82	16.00	16.21	16.37
FeO	16.46	16.91	16.28	16.48	17.20	17.22	16.77	16.57
MgO	13.00	12.79	13.14	13.11	12.68	12.55	12.94	12.82
MnO	0.30	0.34	0.28	0.30	0.26	0.26	0.31	0.30
CaO	0.03	0.04	0.03	0.05	0.00	0.00	0.02	0.03
Na2O	0.13	0.13	0.13	0.16	0.11	0.11	0.09	0.16
K2O	9.12	9.36	9.27	9.31	9.37	9.42	9.20	9.50
				Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.81	2.81	2.83	2.81	2.82	2.84	2.81	2.80
Alt	1.43	1.42	1.43	1.44	1.41	1.42	1.45	1.46
Al IV	1.19	1.19	1.17	1.19	1.18	1.16	1.19	1.20
Al VI	0.24	0.23	0.27	0.25	0.23	0.26	0.26	0.27
Ti	0.13	0.13	0.10	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11
Mg	1.47	1.44	1.48	1.47	1.43	1.41	1.46	1.45
Fe	1.05	1.07	1.03	1.04	1.09	1.08	1.06	1.05
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.90	2.89	2.89	2.89	2.89	2.88	2.90	2.89
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
K	0.88	0.91	0.89	0.90	0.90	0.91	0.89	0.92
Σ A	0.90	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.90	0.95
Fe/Fe+Mg	0.42	0.43	0.41	0.41	0.43	0.44	0.42	0.42

Tabla 19.- Biotitas de la tonalita del Culebrín.VI

Ref.	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Clorita*	SOK-39 *Borde*	SOK-39 *Centro*
SiO2	37.38	37.03	37.35	36.90	37.10	42.41	37.29	36.55
TiO2	2.06	1.99	2.23	2.25	2.18	0.01	1.66	1.67
Al2O3	15.99	16.22	15.93	15.94	15.66	20.51	16.10	17.06
FeO	16.68	16.90	16.98	16.64	16.96	5.39	15.93	16.21
MgO	13.19	12.96	12.82	13.00	12.98	0.15	12.65	12.55
MnO	0.25	0.25	0.28	0.28	0.28	0.02	0.14	0.21
CaO	0.02	0.08	0.01	0.04	0.02	25.63	0.08	0.00
Na2O	0.13	0.11	0.12	0.12	0.11	0.07	0.08	0.12
K2O	9.31	8.39	9.37	9.07	9.27	0.03	9.00	9.57
			Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.82	2.81	2.82	2.80	2.82	3.04	2.86	2.78
Alt	1.42	1.45	1.42	1.43	1.40	1.73	1.45	1.53
Al IV	1.18	1.19	1.18	1.20	1.18	0.96	1.15	1.22
Al VI	0.24	0.26	0.23	0.23	0.22	0.78	0.31	0.32
Ti	0.12	0.11	0.13	0.13	0.12	0.00	0.10	0.10
Mg	1.48	1.47	1.44	1.47	1.47	0.02	1.44	1.42
Fe	1.05	1.07	1.07	1.06	1.08	0.32	1.02	1.03
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01
Σ M	2.90	2.93	2.89	2.90	2.90	1.12	2.87	2.88
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.97	0.01	0.00
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
K	0.90	0.81	0.90	0.88	0.90	0.00	0.88	0.93
Σ A	0.91	0.83	0.92	0.90	0.92	1.98	0.90	0.95
Fe/Fe+Mg	0.42	0.42	0.43	0.42	0.42	0.95	0.41	0.42

Ref.	SOK-39 *Centro*	SOK-39 *Borde*	SOK-39 *Centro*	SOK-39 *Borde*	SOK-39 *Centro*	SOK-39 *Borde*
SiO2	37.66	37.78	37.65	36.28	37.71	36.66
TiO2	1.75	1.98	1.24	1.59	1.97	1.57
Al2O3	16.82	16.69	16.20	17.03	16.31	16.60
FeO	15.91	15.71	17.00	17.52	17.25	17.25
MgO	12.51	12.31	12.58	13.13	12.31	12.73
MnO	0.15	0.19	0.20	0.18	0.17	0.19
CaO	0.01	0.02	0.06	0.02	0.00	0.03
Na2O	0.05	0.07	0.05	0.04	0.12	0.03
K2O	9.52	9.54	9.27	8.29	9.57	9.06
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.84	2.85	2.86	2.76	2.84	2.79
Alt	1.50	1.48	1.45	1.53	1.45	1.49
Al IV	1.16	1.15	1.14	1.24	1.17	1.21
Al VI	0.34	0.33	0.31	0.28	0.28	0.28
Ti	0.10	0.11	0.07	0.09	0.11	0.09
Mg	1.41	1.38	1.42	1.49	1.38	1.45
Fe	1.00	0.99	1.08	1.11	1.08	1.10
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.85	2.83	2.89	2.98	2.86	2.93
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00
K	0.92	0.92	0.90	0.80	0.92	0.88
Σ A	0.92	0.93	0.91	0.81	0.93	0.89
Fe/Fe+Mg	0.42	0.42	0.43	0.43	0.44	0.43

Tabla 19.- Biotitas de la tonalita del Culebrín.VII

Ref.	SOK-39 *Borde*	SOK-39 *Centro*	SOK-39 *Borde*	SOK-39 *Borde*	SOK-39 *Centro*	SOK-39 *Borde*
SiO2	37.65	37.53	36.72	37.63	38.56	38.09
TiO2	1.80	1.88	1.68	1.56	1.56	1.48
Al2O3	16.87	16.50	16.64	16.35	16.47	16.08
FeO	16.15	16.49	16.92	16.78	16.14	15.58
MgO	12.15	12.55	12.69	12.32	12.96	12.68
MnO	0.13	0.19	0.17	0.17	0.17	0.16
CaO	0.06	0.01	0.00	0.07	0.02	0.08
Na2O	0.08	0.13	0.08	0.09	0.10	0.09
K2O	9.15	9.37	9.08	9.36	9.54	9.04
	Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.85	2.83	2.80	2.85	2.87	2.89
Alt	1.50	1.47	1.49	1.46	1.45	1.44
Al IV	1.15	1.17	1.20	1.15	1.13	1.11
Al VI	0.35	0.30	0.29	0.31	0.32	0.33
Ti	0.10	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09
Mg	1.37	1.41	1.44	1.39	1.44	1.44
Fe	1.02	1.04	1.08	1.06	1.00	0.99
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.85	2.87	2.91	2.87	2.86	2.85
Ca	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Na	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
K	0.88	0.90	0.88	0.90	0.91	0.88
Σ A	0.90	0.92	0.89	0.92	0.92	0.90
Fe/Fe+Mg	0.43	0.42	0.43	0.43	0.41	0.41

Ref.	E3 To* *Centro*	E3 To *Borde*	E3 To *Borde*	E3 To *Centro*	E3 To *Borde*
SiO2	37.38	37.70	38.13	38.27	37.88
TiO2	1.87	2.14	1.84	2.17	2.01
Al2O3	16.36	16.27	16.21	16.22	16.62
FeO	16.74	16.55	16.29	16.63	16.07
MgO	13.26	12.78	13.03	12.91	12.93
MnO	0.25	0.31	0.26	0.27	0.27
CaO	0.00	0.01	0.02	0.04	0.02
Na2O	0.13	0.13	0.19	0.16	0.17
K2O	9.21	9.34	9.57	9.43	9.35
	Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.81	2.83	2.85	2.84	2.83
Alt	1.45	1.44	1.43	1.42	1.46
Al IV	1.19	1.17	1.15	1.16	1.17
Al VI	0.26	0.27	0.28	0.26	0.29
Ti	0.11	0.12	0.10	0.12	0.11
Mg	1.48	1.43	1.45	1.43	1.44
Fe	1.05	1.04	1.02	1.03	1.00
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.91	2.87	2.86	2.86	2.87
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03
K	0.88	0.89	0.91	0.89	0.89
Σ A	0.90	0.91	0.94	0.92	0.92
Fe/Fe+Mg	0.42	0.42	0.41	0.42	0.41

E3e*- enclave en muestra E3

E3 To*- Tonalita

Tabla 19.- Biotitas de la tonalita del Culebrín.VIII

Ref.	E3e* *Centro*	E3e* *Borde*	E3e* *Centro*	E3e* *Borde*	E3e* *Centro*	E3e* *Borde*	E3e* *Centro*
SiO2	37.84	37.98	37.34	37.06	37.88	37.78	37.77
TiO2	2.06	2.04	1.96	1.95	1.84	2.06	1.89
Al2O3	16.73	16.60	16.48	16.58	16.65	16.43	16.60
FeO	15.95	16.18	15.91	16.12	15.97	16.26	16.05
MgO	13.13	13.22	13.38	13.28	13.37	13.32	13.34
MnO	0.29	0.26	0.28	0.30	0.31	0.27	0.26
CaO	0.02	0.04	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
Na2O	0.13	0.13	0.13	0.13	0.21	0.12	0.15
K2O	9.16	8.99	9.38	9.45	9.45	9.47	9.50
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.82	2.83	2.81	2.79	2.82	2.82	2.82
Alt	1.47	1.46	1.46	1.47	1.46	1.44	1.46
Al IV	1.18	1.17	1.19	1.21	1.18	1.18	1.18
Al VI	0.29	0.29	0.27	0.26	0.28	0.26	0.28
Ti	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10	0.12	0.11
Mg	1.46	1.47	1.50	1.49	1.48	1.48	1.48
Fe	0.99	1.01	1.00	1.01	1.00	1.01	1.00
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.88	2.89	2.89	2.90	2.88	2.89	2.88
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
K	0.87	0.85	0.90	0.91	0.90	0.90	0.90
Σ A	0.89	0.88	0.92	0.93	0.93	0.92	0.93
Fe/Fe+Mg	0.41	0.41	0.40	0.41	0.40	0.41	0.40

Ref.	E3e* *Borde*	E3e* *Centro*	E3e* *Borde*	E3e* *Centro*	E3e* *Centro*	E3e* *Borde*	E3e* *Centro*
SiO2	37.68	37.43	37.38	37.90	37.89	37.88	37.69
TiO2	1.99	1.74	2.13	1.59	2.29	2.15	2.01
Al2O3	16.48	16.77	16.58	16.83	16.33	16.47	16.26
FeO	16.12	16.11	16.59	15.79	16.24	16.13	16.47
MgO	13.10	13.28	13.43	13.31	13.05	13.25	13.23
MnO	0.28	0.32	0.29	0.26	0.28	0.28	0.29
CaO	0.04	0.02	0.03	0.01	0.00	0.02	0.01
Na2O	0.15	0.13	0.14	0.17	0.13	0.13	0.11
K2O	8.97	9.15	8.66	9.43	9.31	9.31	9.32
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.83	2.81	2.80	2.83	2.83	2.82	2.82
Alt	1.46	1.48	1.46	1.48	1.44	1.45	1.43
Al IV	1.17	1.19	1.20	1.17	1.17	1.18	1.18
Al VI	0.28	0.29	0.26	0.31	0.26	0.27	0.26
Ti	0.11	0.10	0.12	0.09	0.13	0.12	0.11
Mg	1.46	1.48	1.50	1.48	1.45	1.47	1.48
Fe	1.01	1.01	1.04	0.99	1.01	1.00	1.03
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.89	2.90	2.93	2.88	2.87	2.88	2.89
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.86	0.88	0.83	0.90	0.89	0.88	0.89
Σ A	0.88	0.90	0.85	0.92	0.91	0.90	0.91
Fe/Fe+Mg	0.41	0.41	0.41	0.40	0.41	0.41	0.41

E3e*- enclave en muestra E3

E3 To*- Tonalita

Tabla 19.- Biotitas de la tonalita del Culebrín.IX

Ref.	E3e*	E3e*	E3e*	E3e*	E3borde To	E3borde To
	Borde	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*
SiO2	37.67	37.64	37.48	37.84	37.10	38.04
TiO2	2.06	1.91	1.81	1.95	2.24	1.86
Al2O3	16.26	16.62	16.49	16.40	15.36	16.51
FeO	16.38	16.15	16.34	16.17	16.27	16.43
MgO	13.14	13.37	13.27	13.22	13.46	13.11
MnO	0.27	0.31	0.31	0.30	0.28	0.29
CaO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
Na2O	0.09	0.14	0.12	0.10	0.15	0.11
K2O	9.48	9.25	9.40	9.44	9.31	9.50
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.82	2.81	2.81	2.83	2.82	2.83
Alt	1.44	1.46	1.46	1.45	1.38	1.45
Al IV	1.18	1.19	1.19	1.17	1.18	1.17
Al VI	0.26	0.28	0.27	0.27	0.20	0.28
Ti	0.12	0.11	0.10	0.11	0.13	0.10
Mg	1.47	1.49	1.48	1.47	1.52	1.45
Fe	1.03	1.01	1.02	1.01	1.03	1.02
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.88	2.90	2.90	2.88	2.90	2.88
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
K	0.91	0.88	0.90	0.90	0.90	0.90
Σ A	0.92	0.90	0.92	0.91	0.93	0.92
Fe/Fe+Mg	0.41	0.40	0.41	0.41	0.40	0.41

E3e*- enclave en muestra E3

E3 To*- Tonalita

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	MOK-3 *Centro*	MOK-3 *Borde*	MOK-3 *Borde*	MOK-3 *Centro*	MOK-3 *Centro*	MOK-7 *Centro*
SiO2	47.32	47.15	47.16	48.67	47.76	47.78
TiO2	0.59	0.83	0.52	0.53	0.69	0.62
Al2O3	7.60	8.39	7.76	7.07	7.80	7.31
FeOt	14.66	14.61	15.64	14.55	14.68	14.31
MgO	13.21	12.99	12.74	13.26	13.43	13.36
MnO	0.51	0.66	0.51	0.51	0.61	0.69
CaO	11.56	11.14	11.57	11.85	11.25	10.98
Na2O	0.89	1.10	0.95	0.81	1.11	1.01
K2O	0.36	0.35	0.48	0.36	0.35	0.25
Total	96.71	97.22	97.32	97.60	97.67	96.30
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	6.94	6.88	6.90	7.07	6.93	7.02
Al IV	1.06	1.12	1.10	0.93	1.07	0.98
Al VI	0.25	0.33	0.24	0.28	0.26	0.29
Alt	1.31	1.44	1.34	1.21	1.33	1.27
Ti	0.07	0.09	0.06	0.06	0.08	0.07
Fe3+	0.61	0.54	0.65	0.46	0.59	0.50
Fe2+	1.19	1.24	1.26	1.31	1.19	1.26
Mg	2.88	2.82	2.78	2.87	2.90	2.93
Mn	0.06	0.08	0.06	0.06	0.08	0.09
Σ O	5.06	5.10	5.06	5.04	5.10	5.13
Ca	1.81	1.74	1.81	1.84	1.75	1.73
Na(M4)	0.06	0.08	0.07	0.06	0.08	0.07
B	1.88	1.82	1.88	1.90	1.83	1.80
K	0.07	0.07	0.09	0.07	0.06	0.05
Na(A)	0.13	0.16	0.14	0.11	0.16	0.15
A	0.20	0.22	0.22	0.18	0.22	0.19
Mg/Mg+Fe	0.71	0.69	0.69	0.69	0.71	0.70
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	2.67	3.33	2.80	2.16	2.78	2.44
Hollister	2.65	3.38	2.79	2.07	2.77	2.38
Jonhson	2.08	2.64	2.19	1.65	2.17	1.88
Schmidt	3.24	3.86	3.36	2.76	3.34	3.02

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Centro*
SiO2	49.07	47.47	47.59	47.66	47.53	48.32	47.17
TiO2	0.45	0.82	0.65	0.72	0.77	0.53	0.76
Al2O3	6.31	8.46	7.85	7.85	8.47	7.07	8.55
FeOt	14.49	14.82	15.34	14.97	14.87	14.89	14.35
MgO	13.60	12.88	12.79	12.94	13.19	13.37	13.21
MnO	0.61	0.66	0.64	0.61	0.75	0.66	0.66
CaO	11.29	11.22	11.20	11.39	10.70	11.33	11.09
Na2O	0.76	1.15	1.02	0.97	1.16	0.88	1.22
K2O	0.37	0.35	0.33	0.38	0.29	0.41	0.31
Total	96.96	97.82	97.42	97.47	97.73	97.46	97.32
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	7.18	6.89	6.95	6.95	6.90	7.04	6.86
Al IV	0.82	1.11	1.05	1.05	1.10	0.96	1.14
Al VI	0.27	0.34	0.30	0.30	0.35	0.25	0.33
Alt	1.09	1.45	1.35	1.35	1.45	1.21	1.47
Ti	0.05	0.09	0.07	0.08	0.08	0.06	0.08
Fe3+	0.39	0.52	0.54	0.52	0.53	0.51	0.58
Fe2+	1.38	1.28	1.33	1.30	1.27	1.30	1.17
Mg	2.96	2.79	2.78	2.81	2.85	2.90	2.86
Mn	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08
Σ O	5.12	5.09	5.11	5.09	5.18	5.11	5.10
Ca	1.77	1.75	1.75	1.78	1.66	1.77	1.73
Na(M4)	0.05	0.08	0.07	0.07	0.08	0.06	0.09
B	1.82	1.83	1.82	1.85	1.74	1.83	1.81
K	0.07	0.06	0.06	0.07	0.05	0.08	0.06
Na(A)	0.11	0.16	0.15	0.14	0.16	0.13	0.17
A	0.18	0.23	0.21	0.21	0.22	0.20	0.23
Mg/Mg+Fe	0.68	0.69	0.68	0.68	0.69	0.69	0.71
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	1.54	3.34	2.86	2.85	3.35	2.17	3.44
Hollister	1.38	3.40	2.86	2.85	3.41	2.08	3.51
Jonhson	1.12	2.65	2.24	2.23	2.66	1.65	2.74
Schmidt	2.17	3.88	3.42	3.41	3.89	2.77	3.97

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Centro-zonado*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Borde*
SiO2	48.90	49.70	44.57	47.32	46.81	46.83
TiO2	0.51	0.52	1.42	0.51	0.74	0.70
Al2O3	6.79	6.14	12.45	7.47	8.21	7.82
FeOt	14.31	13.73	9.52	15.23	14.88	15.25
MgO	13.90	14.21	15.01	12.58	12.90	12.78
MnO	0.64	0.57	0.16	0.49	0.74	0.63
CaO	11.36	11.42	11.11	11.67	10.99	11.29
Na2O	0.92	0.71	1.84	0.79	1.09	1.00
K2O	0.32	0.45	0.30	0.37	0.28	0.31
Total	97.64	97.45	96.38	96.41	96.64	96.60
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	7.09	7.21	6.42	6.98	6.87	6.89
Al IV	0.92	0.79	1.58	1.02	1.13	1.11
Al VI	0.24	0.26	0.54	0.28	0.30	0.25
Alt	1.16	1.05	2.11	1.30	1.42	1.36
Ti	0.06	0.06	0.15	0.06	0.08	0.08
Fe3+	0.50	0.33	0.58	0.55	0.61	0.65
Fe2+	1.23	1.34	0.57	1.33	1.22	1.23
Mg	3.00	3.07	3.22	2.77	2.82	2.80
Mn	0.08	0.07	0.02	0.06	0.09	0.08
Σ O	5.11	5.13	5.08	5.04	5.12	5.08
Ca	1.76	1.77	1.72	1.84	1.73	1.78
Na(M4)	0.06	0.05	0.10	0.06	0.08	0.07
B	1.83	1.82	1.82	1.90	1.81	1.85
K	0.06	0.08	0.06	0.07	0.05	0.06
Na(A)	0.13	0.10	0.31	0.11	0.16	0.14
A	0.19	0.18	0.36	0.18	0.21	0.20
Mg/Mg+Fe	0.71	0.70	0.85	0.68	0.70	0.69
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	1.90	1.35	6.69	2.60	3.21	2.88
Hollister	1.78	1.16	7.16	2.56	3.25	2.88
Jonhson	1.42	0.95	5.50	2.02	2.54	2.26
Schmidt	2.51	1.99	7.05	3.17	3.75	3.44

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Borde*	MOK-7 *Centro*
SiO2	46.89	48.20	50.36	48.99	47.06	46.22
TiO2	0.85	0.59	0.37	0.57	0.80	0.78
Al2O3	7.89	6.81	5.57	6.79	8.55	9.03
FeOt	15.26	14.36	13.66	14.15	15.19	15.03
MgO	12.76	13.71	14.40	14.04	12.77	12.62
MnO	0.59	0.67	0.61	0.65	0.79	0.78
CaO	11.13	11.13	11.41	11.03	10.82	10.62
Na2O	1.07	0.99	0.75	0.95	1.35	1.23
K2O	0.44	0.32	0.32	0.31	0.30	0.28
Total	96.89	96.78	97.44	97.48	97.63	96.58
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	6.89	7.05	7.30	7.11	6.85	6.80
Al IV	1.11	0.95	0.70	0.90	1.15	1.20
Al VI	0.26	0.23	0.25	0.26	0.32	0.36
Alt	1.37	1.17	0.95	1.16	1.47	1.56
Ti	0.09	0.07	0.04	0.06	0.09	0.09
Fe3+	0.57	0.53	0.32	0.45	0.59	0.62
Fe2+	1.30	1.22	1.34	1.27	1.26	1.23
Mg	2.80	2.99	3.11	3.03	2.77	2.76
Mn	0.07	0.08	0.08	0.08	0.10	0.10
Σ O	5.10	5.12	5.13	5.16	5.13	5.15
Ca	1.75	1.74	1.77	1.71	1.69	1.67
Na(M4)	0.08	0.07	0.05	0.07	0.09	0.09
B	1.83	1.81	1.82	1.78	1.78	1.76
K	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05
Na(A)	0.15	0.14	0.11	0.14	0.19	0.18
A	0.24	0.20	0.16	0.19	0.25	0.23
Mg/Mg+Fe	0.68	0.71	0.70	0.71	0.69	0.69
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	2.94	1.97	0.85	1.90	3.44	3.93
Hollister	2.95	1.86	0.60	1.78	3.51	4.06
Jonhson	2.31	1.49	0.53	1.42	2.74	3.16
Schmidt	3.50	2.58	1.52	2.51	3.97	4.44

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	MOK-7 *Centro*	MOK-7 *Centro*	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*
SiO2	47.47	48.89	49.92	49.18	49.00	49.30
TiO2	0.77	0.61	0.40	0.48	0.55	0.43
Al2O3	8.19	6.85	5.43	6.31	6.20	5.94
FeOt	14.53	14.31	14.66	14.49	14.59	14.44
MgO	13.35	13.72	14.22	13.98	13.54	13.82
MnO	0.62	0.64	0.73	0.75	0.70	0.65
CaO	10.63	11.19	11.32	10.98	11.67	11.78
Na2O	1.12	0.90	0.74	0.95	0.75	0.71
K2O	0.29	0.33	0.36	0.34	0.37	0.38
Total	96.96	97.43	97.80	97.45	97.35	97.46
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	6.93	7.11	7.23	7.15	7.14	7.17
Al IV	1.07	0.89	0.77	0.85	0.86	0.83
Al VI	0.34	0.28	0.16	0.23	0.21	0.19
Alt	1.41	1.17	0.93	1.08	1.07	1.02
Ti	0.08	0.07	0.04	0.05	0.06	0.05
Fe3+	0.50	0.42	0.45	0.45	0.46	0.47
Fe2+	1.27	1.32	1.33	1.31	1.32	1.28
Mg	2.91	2.97	3.07	3.03	2.94	2.99
Mn	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.08
Σ O	5.18	5.13	5.14	5.16	5.07	5.07
Ca	1.66	1.74	1.76	1.71	1.82	1.84
Na(M4)	0.08	0.06	0.05	0.07	0.05	0.05
B	1.74	1.80	1.81	1.78	1.88	1.89
K	0.05	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07
Na(A)	0.16	0.13	0.11	0.13	0.11	0.10
A	0.21	0.19	0.17	0.20	0.18	0.17
Mg/Mg+Fe	0.70	0.69	0.70	0.70	0.69	0.70
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	3.15	1.97	0.74	1.51	1.43	1.19
Hollister	3.19	1.86	0.47	1.34	1.25	0.99
Jonhson	2.49	1.48	0.43	1.09	1.02	0.82
Schmidt	3.70	2.57	1.40	2.13	2.06	1.84

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Borde*
SiO2	49.02	51.27	50.40	49.51	50.17	49.99	49.66
TiO2	0.54	0.28	0.35	0.74	0.39	0.41	0.39
Al2O3	6.62	4.90	5.54	6.50	5.44	5.66	5.83
FeOt	14.36	13.03	13.71	14.30	14.14	13.96	14.01
MgO	13.81	14.93	14.16	13.42	14.24	14.23	13.81
MnO	0.70	0.68	0.62	0.73	0.71	0.68	0.64
CaO	11.49	11.80	12.13	11.48	11.56	11.49	11.77
Na2O	0.90	0.55	0.59	0.86	0.78	0.79	0.60
K2O	0.35	0.34	0.36	0.35	0.40	0.36	0.33
Total	97.78	97.78	97.86	97.87	97.84	97.56	97.03
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	7.10	7.39	7.28	7.18	7.26	7.25	7.24
Al IV	0.90	0.61	0.72	0.82	0.74	0.75	0.76
Al VI	0.23	0.22	0.22	0.29	0.19	0.21	0.25
Alt	1.13	0.83	0.94	1.11	0.93	0.97	1.00
Ti	0.06	0.03	0.04	0.08	0.04	0.05	0.04
Fe3+	0.49	0.27	0.35	0.33	0.39	0.38	0.36
Fe2+	1.25	1.30	1.31	1.40	1.32	1.31	1.35
Mg	2.98	3.20	3.05	2.90	3.07	3.07	3.00
Mn	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.08
Σ O	5.09	5.10	5.04	5.09	5.10	5.11	5.08
Ca	1.78	1.82	1.88	1.78	1.79	1.78	1.84
Na(M4)	0.06	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.04
B	1.85	1.86	1.92	1.85	1.85	1.84	1.88
K	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07	0.06
Na(A)	0.13	0.08	0.08	0.11	0.11	0.11	0.09
A	0.19	0.14	0.15	0.17	0.19	0.18	0.15
Mg/Mg+Fe	0.70	0.71	0.70	0.67	0.70	0.70	0.69
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	1.75	0.25	0.81	1.65	0.74	0.93	1.11
Hollister	1.61	-0.07	0.56	1.50	0.48	0.69	0.90
Jonhson	1.30	0.02	0.49	1.21	0.43	0.60	0.75
Schmidt	2.37	0.95	1.48	2.27	1.41	1.59	1.76

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	SOK-15 *Centro*	SOK-15 *Borde*	SOK-15 *Centro*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Borde*
SiO2	49.41	48.56	51.10	48.83	46.53	47.09
TiO2	0.49	0.55	0.35	0.48	0.76	0.81
Al2O3	6.06	6.65	5.08	6.65	8.20	8.26
FeOt	14.61	14.15	13.37	14.60	15.26	15.01
MgO	13.53	13.50	14.53	13.28	12.36	12.71
MnO	0.71	0.76	0.66	0.45	0.49	0.66
CaO	11.62	11.63	11.91	11.91	11.71	11.06
Na2O	0.81	0.82	0.58	0.74	0.92	1.27
K2O	0.42	0.32	0.38	0.48	0.39	0.35
Total	97.65	96.93	97.95	97.42	96.63	97.21
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	7.19	7.10	7.37	7.12	6.86	6.89
Al IV	0.81	0.90	0.63	0.88	1.14	1.11
Al VI	0.23	0.24	0.23	0.26	0.28	0.31
Alt	1.04	1.15	0.86	1.14	1.42	1.42
Ti	0.05	0.06	0.04	0.05	0.08	0.09
Fe3+	0.40	0.48	0.26	0.42	0.62	0.55
Fe2+	1.38	1.25	1.35	1.36	1.26	1.28
Mg	2.93	2.94	3.12	2.88	2.71	2.77
Mn	0.09	0.09	0.08	0.06	0.06	0.08
Σ O	5.08	5.07	5.08	5.04	5.02	5.09
Ca	1.81	1.82	1.84	1.86	1.85	1.73
Na(M4)	0.06	0.06	0.04	0.05	0.07	0.09
B	1.87	1.88	1.88	1.91	1.91	1.82
K	0.08	0.06	0.07	0.09	0.07	0.07
Na(A)	0.11	0.12	0.08	0.11	0.13	0.18
A	0.19	0.18	0.15	0.20	0.21	0.25
Mg/Mg+Fe	0.68	0.70	0.70	0.68	0.68	0.68
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	1.30	1.83	0.41	1.81	3.23	3.23
Hollister	1.10	1.70	0.11	1.68	3.27	3.27
Jonhson	0.91	1.36	0.15	1.35	2.56	2.55
Schmidt	1.94	2.44	1.10	2.43	3.77	3.77

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Borde*
SiO2	46.67	46.60	47.30	48.11	46.96	47.47	48.57
TiO2	0.79	0.82	0.55	0.53	0.81	0.67	0.59
Al2O3	8.51	8.78	7.35	6.83	8.46	7.73	6.48
FeOt	14.67	14.80	15.27	15.27	15.33	14.59	15.33
MgO	13.03	12.80	12.83	13.22	12.40	13.19	12.90
MnO	0.60	0.58	0.56	0.56	0.62	0.58	0.60
CaO	11.30	11.50	11.40	11.16	11.20	11.35	11.17
Na2O	1.19	1.11	0.99	0.95	1.12	1.11	0.98
K2O	0.40	0.43	0.48	0.44	0.33	0.43	0.32
Total	97.16	97.41	96.71	97.06	97.22	97.11	96.94
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.82	6.80	6.96	7.05	6.88	6.94	7.14
Al IV	1.19	1.21	1.04	0.95	1.12	1.06	0.87
Al VI	0.28	0.30	0.24	0.23	0.34	0.27	0.26
Alt	1.46	1.51	1.27	1.18	1.46	1.33	1.12
Ti	0.09	0.09	0.06	0.06	0.09	0.07	0.07
Fe3+	0.65	0.64	0.58	0.52	0.54	0.56	0.42
Fe2+	1.14	1.16	1.30	1.35	1.34	1.22	1.46
Mg	2.83	2.78	2.81	2.89	2.71	2.87	2.82
Mn	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07
Σ O	5.07	5.05	5.06	5.12	5.09	5.07	5.10
Ca	1.77	1.80	1.80	1.75	1.76	1.78	1.76
Na(M4)	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07
B	1.85	1.87	1.87	1.82	1.84	1.85	1.83
K	0.08	0.08	0.09	0.08	0.06	0.08	0.06
Na(A)	0.17	0.16	0.14	0.14	0.16	0.16	0.14
A	0.25	0.24	0.23	0.22	0.22	0.24	0.20
Mg/Mg+Fe	0.71	0.70	0.68	0.68	0.67	0.70	0.66
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	3.43	3.65	2.48	2.00	3.41	2.76	1.71
Hollister	3.50	3.75	2.43	1.89	3.47	2.75	1.57
Jonhson	2.73	2.92	1.92	1.51	2.71	2.15	1.26
Schmidt	3.96	4.17	3.06	2.60	3.94	3.32	2.33

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	SOK-38 *Centro-macla*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Centro*
SiO2	46.52	46.35	47.45	47.02	47.28	46.55	46.10
TiO2	0.78	0.84	0.72	0.80	0.62	0.82	0.73
Al2O3	8.39	8.52	8.05	8.81	8.04	8.41	9.14
FeOt	14.37	14.81	14.90	14.01	15.36	15.91	15.90
MgO	13.26	12.76	12.79	13.02	12.35	12.21	11.67
MnO	0.62	0.72	0.52	0.64	0.45	0.71	0.64
CaO	10.86	10.94	11.72	10.98	11.69	11.08	10.92
Na2O	1.24	1.21	0.94	1.33	0.91	1.24	1.33
K2O	0.32	0.30	0.38	0.34	0.35	0.32	0.25
Total	96.36	96.44	97.45	96.95	97.05	97.24	96.67
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.83	6.82	6.92	6.86	6.94	6.83	6.81
Al IV	1.17	1.18	1.08	1.14	1.06	1.17	1.19
Al VI	0.29	0.30	0.30	0.38	0.33	0.29	0.40
Alt	1.45	1.48	1.38	1.52	1.39	1.45	1.59
Ti	0.09	0.09	0.08	0.09	0.07	0.09	0.08
Fe3+	0.64	0.63	0.55	0.54	0.53	0.64	0.58
Fe2+	1.12	1.20	1.27	1.17	1.35	1.31	1.38
Mg	2.90	2.80	2.78	2.83	2.70	2.67	2.57
Mn	0.08	0.09	0.06	0.08	0.06	0.09	0.08
Σ O	5.12	5.11	5.04	5.09	5.04	5.08	5.09
Ca	1.71	1.72	1.83	1.72	1.84	1.74	1.73
Na(M4)	0.09	0.09	0.07	0.10	0.06	0.09	0.09
B	1.80	1.81	1.90	1.82	1.90	1.83	1.82
K	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.05
Na(A)	0.18	0.18	0.13	0.18	0.13	0.18	0.19
A	0.24	0.23	0.20	0.24	0.20	0.24	0.24
Mg/Mg+Fe	0.72	0.70	0.69	0.71	0.67	0.67	0.65
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	3.37	3.50	3.02	3.69	3.06	3.38	4.06
Hollister	3.43	3.58	3.04	3.79	3.08	3.44	4.21
Jonhson	2.67	2.79	2.38	2.95	2.41	2.68	3.26
Schmidt	3.90	4.03	3.57	4.20	3.61	3.91	4.56

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Borde*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Borde*
SiO2	46.69	47.17	46.66	46.83	46.56	47.19	47.01
TiO2	0.71	0.71	0.75	0.77	0.81	0.69	0.70
Al2O3	8.28	7.82	8.12	8.52	8.72	7.84	8.23
FeOt	16.34	15.32	15.54	15.10	15.39	14.82	15.05
MgO	11.89	12.54	12.50	12.39	12.10	12.54	12.29
MnO	0.73	0.57	0.57	0.48	0.77	0.52	0.46
CaO	10.96	11.31	11.29	11.64	10.84	11.72	11.72
Na2O	1.18	1.06	1.18	0.91	1.31	0.91	0.92
K2O	0.23	0.47	0.33	0.37	0.26	0.42	0.33
Total	97.01	96.97	96.92	97.02	96.75	96.64	96.73
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.88	6.94	6.86	6.87	6.86	6.95	6.92
Al IV	1.12	1.06	1.14	1.13	1.14	1.05	1.08
Al VI	0.32	0.29	0.26	0.34	0.37	0.31	0.34
Alt	1.44	1.35	1.41	1.47	1.51	1.36	1.43
Ti	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.08
Fe3+	0.60	0.52	0.65	0.55	0.55	0.51	0.52
Fe2+	1.41	1.36	1.26	1.30	1.34	1.32	1.33
Mg	2.61	2.75	2.74	2.71	2.65	2.75	2.69
Mn	0.09	0.07	0.07	0.06	0.10	0.06	0.06
Σ O	5.11	5.07	5.06	5.04	5.10	5.03	5.02
Ca	1.73	1.78	1.78	1.83	1.71	1.85	1.85
Na(M4)	0.08	0.08	0.08	0.06	0.09	0.06	0.07
B	1.81	1.86	1.86	1.89	1.80	1.91	1.91
K	0.04	0.09	0.06	0.07	0.05	0.08	0.06
Na(A)	0.17	0.15	0.17	0.13	0.19	0.13	0.13
A	0.21	0.24	0.23	0.20	0.23	0.21	0.20
Mg/Mg+Fe	0.65	0.67	0.69	0.68	0.66	0.68	0.67
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	3.30	2.88	3.13	3.47	3.67	2.91	3.24
Hollister	3.35	2.88	3.16	3.54	3.77	2.91	3.29
Jonhson	2.61	2.26	2.47	2.76	2.93	2.28	2.57
Schmidt	3.83	3.44	3.68	4.00	4.19	3.46	3.78

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	SOK-38 *Centro*	SOK-38 *Centro*	E3To* *Centro*	E3To *Borde*	E3To *Borde*	E3To *Centro*	E3To *Borde*
SiO2	45.52	46.73	49.79	47.74	48.90	47.72	47.39
TiO2	0.75	0.79	0.43	0.72	0.62	0.75	0.83
Al2O3	9.08	9.27	6.09	7.94	6.93	8.20	8.41
FeOt	16.77	15.34	13.92	14.83	14.02	14.36	14.21
MgO	11.20	12.13	14.29	12.91	13.83	13.19	13.41
MnO	0.65	0.84	0.66	0.68	0.69	0.74	0.64
CaO	11.13	10.49	11.44	11.33	11.39	11.08	10.90
Na2O	1.25	1.45	0.84	1.08	0.90	1.26	1.13
K2O	0.32	0.25	0.34	0.32	0.36	0.29	0.31
Total	96.67	97.29	97.79	97.56	97.63	97.59	97.22
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.75	6.83	7.19	6.95	7.09	6.93	6.90
Al IV	1.25	1.17	0.81	1.05	0.91	1.07	1.10
Al VI	0.34	0.43	0.23	0.31	0.27	0.33	0.34
Alt	1.59	1.60	1.04	1.36	1.18	1.40	1.44
Ti	0.08	0.09	0.05	0.08	0.07	0.08	0.09
Fe3+	0.68	0.56	0.42	0.51	0.44	0.53	0.52
Fe2+	1.40	1.31	1.26	1.29	1.26	1.22	1.21
Mg	2.48	2.64	3.08	2.80	2.99	2.85	2.91
Mn	0.08	0.10	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08
Σ O	5.06	5.13	5.11	5.08	5.10	5.10	5.15
Ca	1.77	1.64	1.77	1.77	1.77	1.72	1.70
Na(M4)	0.09	0.11	0.06	0.08	0.06	0.09	0.08
B	1.86	1.75	1.83	1.84	1.83	1.81	1.78
K	0.06	0.05	0.06	0.06	0.07	0.05	0.06
Na(A)	0.18	0.19	0.12	0.15	0.13	0.18	0.16
A	0.24	0.23	0.18	0.21	0.19	0.23	0.22
Mg/Mg+Fe	0.64	0.67	0.71	0.68	0.70	0.70	0.71
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	4.05	4.09	1.29	2.92	2.02	3.12	3.32
Hollister	4.19	4.24	1.09	2.92	1.91	3.15	3.37
Jonhson	3.25	3.29	0.90	2.29	1.52	2.46	2.63
Schmidt	4.54	4.59	1.93	3.47	2.62	3.67	3.86

E3e*- enclave en la tonalita

E3To*- tonalita

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	E3To *Borde*	E3To *Centro*	E3To *Centro*	E3To *Centro*	E3To *Borde*	E3e* *Centro*	E3e* *Borde*
SiO2	47.70	47.44	47.75	47.83	48.38	46.80	46.10
TiO2	0.78	0.85	0.74	0.78	0.70	0.86	0.83
Al2O3	7.94	8.61	8.01	8.65	7.68	9.54	9.64
FeOt	14.89	14.30	14.32	13.85	14.33	14.39	14.31
MgO	13.09	13.15	13.37	13.27	13.33	13.14	13.49
MnO	0.67	0.71	0.67	0.70	0.70	0.58	0.58
CaO	11.45	11.00	11.12	11.11	11.09	10.58	10.30
Na2O	1.00	1.20	1.14	1.13	1.04	1.30	1.38
K2O	0.32	0.29	0.32	0.29	0.28	0.27	0.26
Total	97.83	97.55	97.43	97.60	97.52	97.46	96.87
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.92	6.89	6.94	6.93	7.03	6.79	6.72
Al IV	1.08	1.11	1.06	1.07	0.97	1.21	1.29
Al VI	0.28	0.36	0.31	0.40	0.34	0.42	0.37
Alt	1.36	1.47	1.37	1.48	1.31	1.63	1.66
Ti	0.09	0.09	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09
Fe3+	0.57	0.51	0.52	0.46	0.43	0.55	0.68
Fe2+	1.24	1.23	1.22	1.22	1.31	1.20	1.06
Mg	2.83	2.84	2.90	2.86	2.88	2.84	2.93
Mn	0.08	0.09	0.08	0.09	0.09	0.07	0.07
Σ O	5.08	5.12	5.11	5.11	5.13	5.17	5.20
Ca	1.78	1.71	1.73	1.72	1.73	1.64	1.61
Na(M4)	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10
B	1.85	1.80	1.81	1.81	1.80	1.74	1.70
K	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05
Na(A)	0.14	0.17	0.16	0.15	0.14	0.18	0.20
A	0.20	0.22	0.22	0.21	0.20	0.23	0.24
Mg/Mg+Fe	0.70	0.70	0.70	0.70	0.69	0.70	0.73
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	2.89	3.47	2.96	3.49	2.68	4.27	4.39
Hollister	2.90	3.55	2.97	3.57	2.65	4.44	4.58
Jonhson	2.27	2.76	2.33	2.78	2.09	3.44	3.54
Schmidt	3.45	4.00	3.52	4.02	3.25	4.75	4.87

E3e*- enclave en la tonalita

E3To*- tonalita

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	E3e* *Centro*	E3e* *Centro*	E3e* *Centro*	E3e* *Borde*	E3e* *Centro*	E3e* *Borde-zonado*	E3e* *Centro*
SiO2	47.08	43.36	46.73	46.41	48.34	45.11	47.29
TiO2	0.90	1.57	0.87	0.92	0.77	1.16	0.90
Al2O3	8.86	11.69	8.94	9.29	7.61	10.32	8.51
FeOt	14.82	16.47	14.86	15.56	15.15	14.89	14.16
MgO	12.92	10.81	12.64	11.95	13.76	12.13	13.80
MnO	0.82	0.72	0.77	0.87	1.02	0.64	0.72
CaO	10.69	11.13	10.87	10.67	9.66	11.18	10.32
Na2O	1.20	1.56	1.25	1.36	1.03	1.35	1.18
K2O	0.28	0.43	0.28	0.29	0.23	0.42	0.26
Total	97.56	97.73	97.22	97.32	97.57	97.20	97.13
	Fórmula estructural 23 oxígenos						
Si	6.85	6.38	6.83	6.80	7.02	6.61	6.88
Al IV	1.15	1.62	1.17	1.20	0.98	1.39	1.13
Al VI	0.37	0.41	0.37	0.40	0.32	0.39	0.33
Alt	1.52	2.03	1.54	1.60	1.30	1.78	1.46
Ti	0.10	0.17	0.10	0.10	0.08	0.13	0.10
Fe3+	0.53	0.71	0.56	0.56	0.44	0.66	0.54
Fe2+	1.27	1.32	1.26	1.35	1.40	1.16	1.18
Mg	2.80	2.37	2.75	2.61	2.98	2.65	2.99
Mn	0.10	0.09	0.10	0.11	0.13	0.08	0.09
Σ O	5.17	5.06	5.12	5.13	5.35	5.06	5.23
Ca	1.67	1.75	1.70	1.68	1.50	1.75	1.61
Na(M4)	0.08	0.09	0.09	0.10	0.07	0.09	0.08
B	1.75	1.85	1.79	1.78	1.58	1.85	1.69
K	0.05	0.08	0.05	0.06	0.04	0.08	0.05
Na(A)	0.17	0.26	0.18	0.19	0.15	0.20	0.17
A	0.22	0.34	0.23	0.24	0.19	0.28	0.22
Mg/Mg+Fe	0.69	0.64	0.69	0.66	0.68	0.69	0.72
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	3.71	6.26	3.81	4.13	2.62	5.02	3.40
Hollister	3.81	6.67	3.92	4.29	2.59	5.28	3.47
Jonhson	2.96	5.14	3.05	3.33	2.04	4.08	2.70
Schmidt	4.22	6.64	4.32	4.63	3.19	5.47	3.93

E3e*- enclave en la tonalita

E3To*- tonalita

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	E3e* *Centro*	E3e* *Centro*	E3e* *Centro*	E3e* *Centro*	E3e* *Centro*	E3e* *Centro*
SiO2	46.77	45.62	47.48	47.51	47.47	47.29
TiO2	0.83	1.11	0.90	0.89	0.88	0.92
Al2O3	8.94	10.15	8.62	8.68	8.60	8.97
FeOt	14.49	15.27	14.40	14.64	14.61	13.54
MgO	12.55	11.59	13.28	12.91	13.00	13.53
MnO	0.58	0.71	0.82	0.86	0.80	0.55
CaO	11.68	11.24	10.65	10.71	10.86	11.12
Na2O	1.04	1.36	1.24	1.26	1.14	1.13
K2O	0.38	0.35	0.25	0.24	0.28	0.32
Total	97.23	97.41	97.63	97.71	97.63	97.38
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	6.83	6.69	6.89	6.90	6.90	6.85
Al IV	1.17	1.31	1.12	1.11	1.10	1.15
Al VI	0.37	0.44	0.36	0.38	0.37	0.39
Alt	1.54	1.75	1.47	1.48	1.47	1.53
Ti	0.09	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10
Fe3+	0.55	0.54	0.52	0.51	0.49	0.50
Fe2+	1.22	1.33	1.23	1.27	1.29	1.15
Mg	2.73	2.53	2.87	2.79	2.81	2.92
Mn	0.07	0.09	0.10	0.11	0.10	0.07
Σ O	5.03	5.05	5.17	5.15	5.15	5.12
Ca	1.83	1.76	1.65	1.66	1.69	1.73
Na(M4)	0.07	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08
B	1.90	1.86	1.74	1.76	1.77	1.81
K	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05	0.06
Na(A)	0.15	0.21	0.17	0.17	0.16	0.16
A	0.22	0.27	0.22	0.21	0.21	0.22
Mg/Mg+Fe	0.69	0.65	0.70	0.69	0.69	0.72
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	3.80	4.88	3.47	3.53	3.47	3.77
Hollister	3.91	5.13	3.54	3.61	3.54	3.88
Jonhson	3.04	3.97	2.76	2.81	2.76	3.02
Schmidt	4.31	5.34	4.00	4.05	4.00	4.28

E3e*- enclave en la tonalita

E3To*- tonalita

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	E3e* *Centro*	E3e* *Borde*	E3e* *Borde*	E3e* *Centro*	E3e* *Borde*	E3e* *Borde*	E3e* *Centro*
SiO2	46.87	47.60	48.07	47.19	47.25	46.74	47.64
TiO2	0.91	0.78	0.85	0.72	0.93	0.80	0.73
Al2O3	9.40	8.57	8.94	8.70	8.90	8.63	8.08
FeOt	14.13	13.96	13.87	14.31	14.56	14.98	14.52
MgO	13.23	13.45	13.15	13.17	13.34	12.66	13.37
MnO	0.55	0.72	0.68	0.72	0.70	0.57	0.72
CaO	10.44	11.07	11.16	10.87	10.42	11.54	11.28
Na2O	1.49	1.17	1.04	1.30	1.21	1.04	1.05
K2O	0.28	0.30	0.28	0.29	0.30	0.36	0.34
Total	97.31	97.61	98.04	97.26	97.60	97.32	97.71
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.80	6.89	6.93	6.87	6.86	6.83	6.91
Al IV	1.20	1.11	1.07	1.13	1.15	1.18	1.09
Al VI	0.41	0.36	0.45	0.36	0.38	0.31	0.29
Alt	1.61	1.46	1.52	1.49	1.52	1.48	1.38
Ti	0.10	0.09	0.09	0.08	0.10	0.09	0.08
Fe3+	0.57	0.52	0.41	0.56	0.51	0.62	0.58
Fe2+	1.14	1.17	1.27	1.18	1.26	1.21	1.18
Mg	2.86	2.90	2.82	2.86	2.88	2.75	2.89
Mn	0.07	0.09	0.08	0.09	0.09	0.07	0.09
Σ O	5.15	5.12	5.12	5.12	5.21	5.05	5.10
Ca	1.62	1.72	1.72	1.70	1.62	1.80	1.75
Na(M4)	0.11	0.08	0.08	0.09	0.08	0.07	0.07
B	1.74	1.80	1.80	1.79	1.70	1.88	1.82
K	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.06
Na(A)	0.19	0.17	0.14	0.19	0.17	0.15	0.15
A	0.24	0.22	0.19	0.24	0.23	0.22	0.21
Mg/Mg+Fe	0.72	0.71	0.69	0.71	0.70	0.70	0.71
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	4.15	3.42	3.71	3.57	3.72	3.53	3.01
Hollister	4.31	3.49	3.81	3.66	3.83	3.61	3.02
Jonhson	3.34	2.72	2.96	2.85	2.98	2.81	2.37
Schmidt	4.64	3.95	4.22	4.10	4.24	4.06	3.56

E3e*- enclave en la tonalita

E3To*- tonalita

Tabla 20.- Anfíboles de la tonalita del Culebrín

Ref.	E3e*	E3 borede entre enclave y tonalita				
	Centro	*Borde*	*Medio*	*Centro*	*Borde*	*Medio*
SiO2	47.18	48.10	45.78	46.75	48.14	49.26
TiO2	0.91	0.82	1.10	0.55	0.69	1.22
Al2O3	8.70	8.45	10.14	9.80	7.74	6.62
FeOt	14.91	14.07	15.04	14.78	14.07	13.45
MgO	13.08	13.28	12.39	12.29	13.65	14.08
MnO	0.81	0.72	0.74	0.63	0.66	0.59
CaO	10.61	10.97	10.76	11.20	11.26	11.52
Na2O	1.14	1.15	1.42	1.25	0.95	0.89
K2O	0.27	0.32	0.31	0.24	0.34	0.30
Total	97.62	97.88	97.69	97.49	97.51	97.93
		Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.86	6.95	6.66	6.80	6.98	7.11
Al IV	1.14	1.05	1.34	1.20	1.02	0.89
Al VI	0.35	0.39	0.40	0.48	0.31	0.23
Alt	1.49	1.44	1.74	1.68	1.32	1.13
Ti	0.10	0.09	0.12	0.06	0.08	0.13
Fe3+	0.54	0.45	0.64	0.55	0.49	0.35
Fe2+	1.27	1.26	1.19	1.25	1.21	1.27
Mg	2.83	2.86	2.68	2.66	2.95	3.03
Mn	0.10	0.09	0.09	0.08	0.08	0.07
Σ O	5.19	5.13	5.13	5.08	5.12	5.09
Ca	1.65	1.70	1.68	1.75	1.75	1.78
Na(M4)	0.08	0.09	0.10	0.09	0.07	0.07
B	1.73	1.79	1.78	1.83	1.82	1.85
K	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
Na(A)	0.16	0.15	0.20	0.18	0.14	0.12
A	0.21	0.21	0.26	0.22	0.20	0.17
Mg/Mg+Fe	0.69	0.69	0.69	0.68	0.71	0.70
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	3.56	3.31	4.81	4.52	2.72	1.73
Hollister	3.64	3.36	5.05	4.72	2.70	1.59
Jonhson	2.83	2.62	3.90	3.65	2.12	1.28
Schmidt	4.08	3.84	5.27	4.99	3.29	2.35

E3e*- enclave en la tonalita

E3To*- tonalita

Tabla 21.- Tonalita del Culebrín. I

Ref.	MOK-3	MOK-7	SOK-15	SOK-16	SOK-23	SOK-25	SOK-26	SOK-38
	Tonalitas							
	Elementos mayores (%wt)							
SiO2	60.85	62.00	65.07	62.25	63.42	65.65	59.01	60.23
TiO2	0.62	0.55	0.43	0.52	0.52	0.34	0.57	0.54
Al2O3	17.81	17.65	17.28	18.05	17.08	17.40	18.48	17.41
Fe2O3*	0.75	0.76	0.27	0.70	0.70	0.58	0.79	0.69
FeO*	3.85	3.87	3.35	3.58	3.57	2.37	4.02	3.52
MgO	3.18	3.02	2.49	2.87	2.46	2.03	3.18	2.64
MnO	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.07	0.09	0.09
CaO	6.02	5.91	4.88	6.20	4.92	3.37	6.17	5.60
Na2O	3.20	3.18	3.21	3.54	3.15	3.59	3.10	3.50
K2O	1.50	1.53	2.03	1.45	1.96	1.87	1.52	1.66
P2O5	0.15	0.15	0.13	0.16	0.15	0.12	0.17	0.14
L.O.I	1.10	0.92	1.06	0.83	1.15	2.08	2.00	1.20
Suma	99.14	99.64	100.30	100.25	99.16	99.46	99.11	97.21
	Norma CIPW							
Q	17.03	18.49	22.51	16.79	21.84	26.83	15.39	16.3
Cor	0.33	0.37	1.24	0	1.21	3.71	0.94	0
Ort	9.04	9.15	12.09	8.62	11.82	11.32	9.26	10.21
Ab	27.65	27.28	27.4	30.14	27.16	31.2	27.02	30.8
An	29.46	28.7	23.51	29.22	23.89	16.38	30.36	27.99
Hy	13.79	13.44	11.68	12.26	11.65	8.71	14.28	12.2
Di	0	0	0	0.53	0	0	0	0
Ol	0	0	0	0	0	0	0	0
Mag	1.11	1.11	0.39	1.02	1.03	0.86	1.17	1.04
Ilm	1.2	1.05	0.81	0.99	1	0.67	1.11	1.07
Ap	0.36	0.35	0.31	0.37	0.36	0.29	0.42	0.33
%An en Pl	51.58	51.26	46.17	49.22	46.79	34.42	52.91	47.61
ITT	83.18	83.62	85.51	84.77	84.71	85.73	82.03	85.3
ISA	1.00	1.00	1.06	0.97	1.05	1.24	1.03	0.98
ICA	0.61	0.61	0.54	0.60	0.55	0.44	0.62	0.57
IA	0.39	0.39	0.43	0.41	0.43	0.46	0.37	0.43
Fe/Fe+Mg	0.44	0.46	0.45	0.45	0.49	0.44	0.46	0.47

Tabla 21.- Tonalita del Culebrín. II

Ref.	SOK-39	SOK-40	E5	E7	E1	E2	E4	E14
	Tonalitas		*Segregados*		*Enclaves*			
			Elementos mayores (%wt)					
SiO2	61.86	66.10	61.93	78.02	55.69	50.27	50.44	50.53
TiO2	0.47	0.37	0.21	0.01	0.60	0.60	0.60	0.68
Al2O3	17.05	16.38	20.96	13.85	19.85	19.56	19.55	16.60
Fe2O3*	0.76	0.49	0.33	0.08	1.12	1.22	1.23	1.52
FeO*	3.85	2.46	1.69	0.22	5.71	6.24	6.29	7.73
MgO	2.99	1.79	1.22	0.00	3.90	5.56	5.50	6.81
MnO	0.09	0.05	0.05	0.01	0.22	0.23	0.23	0.31
CaO	4.27	4.22	7.15	0.96	7.78	8.18	8.26	8.64
Na2O	3.55	3.76	4.06	4.04	3.54	3.03	3.03	2.49
K2O	1.24	1.32	0.69	4.05	0.87	1.43	1.42	1.20
P2O5	0.14	0.13	0.07	0.00	0.15	0.15	0.15	0.16
L.O.I	2.01	1.44	1.20	0.36	1.00	1.93	2.16	1.80
Suma	98.28	98.50	99.56	101.60	100.43	98.41	98.86	98.47
			Norma CIPW					
Q	21.41	26.96	17.85	36.36	6.06	0	0	0.02
Cor	2.53	1.42	0.71	1.06	0	0	0	0
Ort	7.59	8.03	4.14	23.63	5.16	8.75	8.67	7.33
Ab	31.17	32.76	34.92	33.76	30.11	26.57	26.5	21.79
An	21.06	20.73	35.59	4.7	35.9	36.84	36.75	31.62
Hy	13.79	8.3	5.7	0.33	18.01	15.82	16.21	25.7
Di	0	0	0	0	1.58	3.43	3.76	9.52
Ol	0	0	0	0	0	5.18	4.68	0
Mag	1.13	0.73	0.48	0.1	1.63	1.83	1.84	2.27
Ilm	0.93	0.71	0.4	0.01	1.14	1.18	1.17	1.33
Ap	0.33	0.31	0.16	0	0.35	0.36	0.36	0.39
%An en Pl	40.32	38.75	50.47	12.22	54.38	58.09	58.1	59.2
ITT	81.23	88.48	92.5	98.45	77.23	72.16	71.92	60.76
ISA	1.14	1.07	1.03	1.09	0.95	0.91	0.91	0.79
ICA	0.52	0.50	0.64	0.14	0.68	0.70	0.70	0.74
IA	0.42	0.47	0.35	0.80	0.34	0.33	0.33	0.33
Fe/Fe+Mg	0.46	0.48	0.48	1.00	0.49	0.43	0.43	0.43

Tabla 21.- Tonalita del Culebrín. III

Ref.	E15	E16	MOK-8	SOK-17
	Enclaves		*Diques*	
	Elementos mayores (%wt)			
SiO2	54.39	53.25	47.60	46.61
TiO2	0.63	0.80	2.44	1.47
Al2O3	19.55	18.75	15.66	16.43
Fe2O3*	1.13	1.20	1.70	1.55
FeO*	5.74	6.12	8.68	7.93
MgO	3.86	5.02	7.28	9.44
MnO	0.21	0.22	0.21	0.18
CaO	7.67	7.66	10.80	9.44
Na2O	2.98	3.04	2.66	1.95
K2O	0.96	1.49	0.53	0.37
P2O5	0.15	0.17	0.33	0.16
L.O.I	0.98	1.28	1.32	1.98
Suma	98.24	99.00	99.21	97.52
	Norma CIPW			
Q	7.75	3.08	0	0
Cor	0.02	0	0	0
Ort	5.83	9	3.19	2.25
Ab	25.92	26.31	22.96	16.9
An	38.1	33.88	29.86	35.94
Hy	19.08	20.79	8.98	10.2
Di	0	3.16	18.44	16.45
Ol	0	0	8.49	12.66
Mag	1.67	1.78	2.52	2.31
Ilm	1.23	1.55	4.73	2.86
Ap	0.36	0.41	0.79	0.39
%An en Pl	59.51	56.28	56.53	68.01
ITT	77.6	72.27	56.01	55.09
ISA	0.98	0.91	0.64	0.68
ICA	0.70	0.68	0.80	0.85
IA	0.30	0.35	0.32	0.22
Fe/Fe+Mg	0.50	0.45	0.44	0.36

Tabla 21.- Tonalita del Culebrín. IV

Ref.	MOK-3	MOK-7	SOK-15	SOK-16	SOK-23	SOK-25	SOK-26	SOK-38
	Tonalitas							
	Elementos traza (ppm)							
Li	20.8	18.1	22.5	17.8	10.9	17.2	15.9	27.1
Rb	34.2	17.7	62.6	41.7	51.5	43.6	44.4	47.7
Cs	2.02	1.67	1.40	1.50	1.67	1.04	1.37	2.21
Be	1.32	1.43	1.38	1.38	1.56	2.30	1.00	1.66
Sr	481	420	470	490	421	429	564	509
Ba	490	502	572	440	520	193	388	451
Sc	14.6	13.7	10.1	12.8	13.7	10.8	18.9	12.9
V	117	115	80.0	103	94.3	77.1	122	105
Cr	37.3	33.9	29.2	31.4	33.4	27.2	43.0	37.1
Co	58.3	54.1	63.3	54.1	67.9	61.2	52.2	76.7
Ni	9.26	11.1	11.8	6.21	11.8	7.30	14.8	11.0
Cu	11.5	10.5	12.2	11.4	8.55	2.54	7.66	9.63
Zn	64.2	65.5	68.2	59.2	53.8	31.2	48.3	56.9
Ga	19.9	19.0	17.9	18.5	19.7	17.6	20.6	18.7
Y	16.7	15.6	12.5	14.5	13.1	16.9	16.0	15.3
Nb	5.05	5.53	6.14	4.71	5.29	5.64	4.18	4.78
Ta	0.47	0.45	0.59	0.40	0.48	0.53	0.27	0.52
Zr	109	98.7	97.3	101	107	89.3	115	96.7
Hf	4.02	3.62	3.35	3.43	3.12	3.22	3.21	3.61
Mo	0.14	0.29	0.15	0.22	0.00	0.33	0.03	0.00
Sn	2.38	2.21	5.68	4.11	0.30	1.73	0.00	0.81
Tl	0.28	0.28	0.36	0.26	0.32	0.16	0.26	0.30
Pb	9.72	8.54	10.1	8.67	7.15	8.56	8.10	9.70
U	2.10	1.36	1.95	1.66	0.94	2.17	1.01	1.42
Th	19.1	4.27	4.80	2.76	3.38	3.50	2.88	3.39
La	35.8	17.4	17.7	12.1	13.3	10.9	16.0	15.1
Ce	75.9	36.8	34.1	26.0	26.7	21.8	33.8	30.1
Pr	9.35	4.16	3.94	3.25	3.16	2.79	4.08	3.85
Nd	18.7	13.5	14.2	13.7	12.4	11.7	15.6	14.9
Sm	3.43	2.82	2.61	2.98	2.59	2.77	3.29	3.06
Eu	0.90	0.84	0.68	0.83	0.74	0.87	0.88	0.89
Gd	4.87	2.86	2.51	2.61	2.36	2.57	3.04	2.69
Tb	0.62	0.42	0.37	0.42	0.36	0.44	0.44	0.43
Dy	2.91	2.67	2.06	2.53	2.10	2.67	2.47	2.52
Ho	0.58	0.56	0.44	0.52	0.43	0.55	0.54	0.53
Er	1.58	1.48	1.18	1.45	1.24	1.50	1.40	1.33
Tm	0.24	0.23	0.20	0.22	0.20	0.23	0.22	0.23
Yb	1.46	1.45	1.29	1.34	1.18	1.43	1.34	1.38
Lu	0.22	0.23	0.20	0.21	0.18	0.22	0.21	0.22
K/Rb	363.61	718.56	269.46	288.87	316.23	355.22	284.92	288.77
Cs/Rb	0.06	0.09	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.05
Tl/Rb	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Zr/Hf	27.12	27.29	29.05	29.46	34.18	27.77	35.94	26.77
Th/U	9.11	3.15	2.46	1.66	3.59	1.61	2.84	2.38
Nd/Th	0.98	3.17	2.97	4.99	3.67	3.36	5.40	4.41
Nb/Ta	10.64	12.34	10.40	11.74	10.99	10.74	15.49	9.24
SumREE	156.49	85.44	81.48	68.24	66.92	60.46	83.29	77.27

Tabla 21.- Tonalita del Culebrín. V

Ref.	SOK-39	SOK-40	E5	E7	E1	E2	E4	E14
	Tonalitas		*Segregados*		*Enclaves*			
			Elementos traza (ppm)					
Li	20.2	21.0	10.8	0.71	15.1	22.7	20.1	22.6
Rb	35.6	34.4	23.4	62.2	24.9	38.3	31.8	37.7
Cs	1.01	1.13	0.60	0.94	1.50	1.20	0.99	1.64
Be	1.79	1.80	1.84	2.66	1.85	1.12	1.45	1.43
Sr	490	448	698	107	485	454	518	383
Ba	311	494	223	1 086	241	482	320	341
Sc	12.6	7.40	7.65	2.76	27.6	31.2	31.1	46.5
V	101	59.3	51.7	6.04	127	170	186	221
Cr	35.6	17.8	18.3	3.47	14.0	69.4	130	206
Co	56.2	84.6	69.0	99.2	45.9	45.4	40.5	42.8
Ni	11.0	7.46	5.52	1.64	9.39	37.4	20.4	17.3
Cu	4.40	8.38	7.48	4.33	18.2	13.4	12.1	20.8
Zn	37.8	30.8	35.6	6.93	70.6	83.4	77.5	113
Ga	17.9	16.1	19.1	14.5	20.8	21.0	21.6	21.0
Y	14.2	9.10	8.06	19.1	33.7	29.7	30.1	47.5
Nb	4.68	4.92	1.84	9.68	7.26	4.77	4.19	6.04
Ta	0.49	0.49	0.23	1.94	0.75	0.32	0.30	0.50
Zr	111	94.0	44.2	39.8	101	97.7	59.9	71.3
Hf	3.82	3.06	1.44	3.44	4.12	3.59	2.41	3.25
Mo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
Sn	0.48	0.54	0.00	0.00	0.20	0.36	0.40	3.69
Tl	0.16	0.18	0.12	0.28	0.16	0.24	0.21	0.27
Pb	5.85	9.15	10.5	37.8	9.44	9.24	7.61	10.4
U	1.44	1.55	0.54	9.49	2.06	0.72	0.83	3.30
Th	4.99	4.34	0.30	6.42	3.17	0.32	0.89	2.26
La	19.6	18.3	8.26	2.58	16.0	10.8	13.3	14.3
Ce	38.0	33.8	16.2	7.33	39.0	31.1	36.9	44.1
Pr	4.52	4.01	2.01	1.12	5.82	4.96	5.56	7.29
Nd	16.3	14.3	8.20	5.44	24.9	23.6	25.4	35.4
Sm	3.04	2.36	1.76	1.82	6.23	5.46	5.97	8.95
Eu	0.84	0.73	0.79	0.69	1.35	1.52	1.57	1.97
Gd	2.81	1.84	1.53	2.41	5.56	5.02	5.37	7.63
Tb	0.42	0.26	0.24	0.46	0.92	0.82	0.86	1.26
Dy	2.35	1.43	1.36	3.15	5.47	5.01	4.96	7.97
Ho	0.50	0.30	0.28	0.69	1.17	1.07	1.06	1.68
Er	1.27	0.84	0.74	2.12	3.24	2.91	3.03	4.69
Tm	0.20	0.13	0.12	0.37	0.51	0.45	0.46	0.73
Yb	1.26	0.90	0.75	2.46	3.22	3.03	2.96	4.59
Lu	0.19	0.14	0.11	0.39	0.49	0.48	0.45	0.74
K/Rb	288.86	318.67	244.34	540.37	289.65	310.09	370.18	264.38
Cs/Rb	0.03	0.03	0.03	0.02	0.06	0.03	0.03	0.04
Tl/Rb	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Zr/Hf	29.12	30.73	30.67	11.56	24.58	27.24	24.85	21.91
Th/U	3.47	2.80	0.55	0.68	1.54	0.45	1.07	0.69
Nd/Th	3.28	3.28	27.42	0.85	7.87	73.60	28.75	15.63
Nb/Ta	9.64	10.06	7.88	4.98	9.69	15.03	13.98	12.00
SumREE	91.39	79.34	42.35	31.03	113.89	96.17	107.90	141.24

Tabla 21.- Tonalita del Culebrín. VI

Ref.	E15	E16	MOK-8	SOK-17
	Enclaves		*Diques*	
	Elementos traza (ppm)			
Li	16.0	20.8	10.2	8.66
Rb	28.1	38.9	12.3	16.3
Cs	1.67	2.07	0.19	0.00
Be	1.66	1.34	1.23	0.73
Sr	530	483	422	321
Ba	287	478	88	453
Sc	24.5	29.4	39.4	37.1
V	128	187	322	240
Cr	33.4	71.8	73.5	479
Co	46.3	32.9	73.2	67.4
Ni	11.2	11.9	40.4	160
Cu	17.4	16.0	25.1	46.4
Zn	69.2	86.8	80.9	77.0
Ga	21.5	21.4	21.1	16.8
Y	34.1	31.7	29.9	22.2
Nb	7.60	7.85	13.5	4.37
Ta	0.78	0.70	1.13	0.32
Zr	99.5	128	183	105
Hf	3.86	4.26	5.24	3.04
Mo	0.04	0.00	1.38	0.14
Sn	2.88	2.84	3.29	4.54
Tl	0.19	0.28	0.08	0.05
Pb	10.5	10.2	2.69	2.80
U	3.24	2.12	0.54	0.35
Th	2.48	3.85	1.38	0.86
La	11.7	16.2	14.7	5.34
Ce	32.2	42.3	36.9	15.0
Pr	5.09	6.30	5.15	2.29
Nd	23.9	28.1	22.8	11.4
Sm	6.10	6.70	5.85	3.25
Eu	1.47	1.69	2.20	1.21
Gd	5.45	5.83	5.92	4.01
Tb	0.87	0.87	0.94	0.70
Dy	5.66	5.24	5.57	4.05
Ho	1.23	1.14	1.14	0.87
Er	3.48	3.07	2.97	2.33
Tm	0.54	0.46	0.42	0.35
Yb	3.37	3.00	2.53	2.04
Lu	0.52	0.46	0.34	0.30
K/Rb	283.52	317.68	358.03	189.21
Cs/Rb	0.06	0.05	0.02	0.00
Tl/Rb	0.01	0.01	0.01	0.00
Zr/Hf	25.77	30.03	34.94	34.67
Th/U	0.77	1.82	2.58	2.44
Nd/Th	9.64	7.31	16.53	13.36
Nb/Ta	9.79	11.20	11.99	13.65
SumREE	101.56	121.40	107.43	53.16

Tabla 22.- Datos isotópicos Rb-Sr de la tonalita del Culebrín

Ref.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	87Rb/86Sr	Sr/Sr	Rb87	87Sr/86Sr	e532Sr
MOK-3	34.244	480.624	0.206	0.705504	0.111525	0.703941	0.851
MOK-7	17.675	420.232	0.122	0.705513	0.05762	0.70459	10.076

Tabla 23.- Datos isotópicos Sm-Nd de la tonalita del Culebrín

Ref.	Sm(ppm)	Nd(ppm)	147Sm/144Nd	143Nd/144Nd	e532Nd
MOK-3	3.433	18.714	0.1109	0.511865	-1.701
MOK-7	2.82	13.539	0.1259	0.511887	-1.279

Tabla 24.- Edad de la tonalita del Culebrín

Ref.	ACQ	204Pb/206Pb	207Pb/206Pb	ES	207Pb/206Pbc	Edad(Ma)	Error
MOK-7	(4)-1	0.000123878	0.059657801	0.99	0.05799897	530	21
MOK-7	(4)-2	0.000020076	0.058191321	0.25	0.05804013	531	5
MOK-7	(4)-3	0.000014032	0.058261909	0.28	0.05819892	537	6
MOK-7	(4)-4	0.000008428	0.058135387	0.28	0.05815364	536	6
MOK-7	(5)-1	0.000052175	0.058498056	0.4	0.05788017	525	9
MOK-7	(5)-2	0.000043204	0.058238509	0.34	0.05775052	520	7
MOK-7	(5)-3	0.000043724	0.058817756	0.3	0.05832406	542	6
MOK-7	(5)-4	0.000040583	0.058791155	0.26	0.05834312	543	6
SOK-26	(2)-1	0.000020242	0.058201581	0.64	0.058048	532	13
SOK-26	(2)-2	0.000021051	0.058209934	0.22	0.0580446	531	4
SOK-26	(2)-3	0.000023207	0.05807165	0.12	0.05787452	525	3
SOK-26	(2)-4	0.000022418	0.058037634	0.18	0.0578519	524	4
SOK-26	(2)-5	0.000048244	0.058792355	0.29	0.05823274	538	7

Tabla 25a.- Composiciones de los materiales iniciales.I Rapp y Watson (1995).

Roca	N1	N2	N3	N4
SiO2	51.19	48.6	48.3	47.6
TiO2	1.18	2.06	0.72	1.19
Al2O3	16.62	17.03	15.3	14.18
FeO	11.32	10.69	10.7	13.77
MnO	0.23	0.21	0.19	0.19
MgO	6.59	6.07	8.4	6.86
CaO	5.49	9.66	12.6	10.99
Na2O	4.33	3.3	2.27	2.56
K2O	0.82	0.21	0.08	0.19

N1- Basalto alcalino
N2- Basalto con alto Al y bajo K
N3- Basalto con bajo K
N4- basalto "greenstone" arcaico con bajo K

Tabla 25b. Composiciones de los fundidos, Rapp y Watson (1995).

Roca	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1	N1
Temperatura	1 000	1 050	1 075	1 000	1 025	1 050	1 100	1 025	1 050	1 075
Presión	8	8	8	16	16	16	16	22	22	22
SiO2	71.14	60.38	58.21	69.76	63.05	60.31	58.22	63.36	64.85	56.37
TiO2	0.18	0.82	1.34	0.85	1.23	1.34	1.58	1	1.12	1.46
Al2O3	17.67	18.48	20.01	15.59	18.1	18.92	18.6	18.46	18.24	19.11
FeO	2.05	6.9	4.1	3.57	4.47	4.99	6.66	3.39	3.17	7.51
MnO	0.08	0	0.25	0.03	0.05	0.04	0.15	0.1	0.04	0.1
MgO	0.48	1.85	2.89	0.7	1.21	1.5	2.08	0.7	0.61	2.57
CaO	1.24	3.43	3.19	3.16	2.62	2.45	3.38	1.36	1.07	4.41
Na2O	5.04	5.97	6.78	4.5	7.35	8.59	7.85	8.9	8.74	7.13
K2O	2.12	2.16	1.17	1.81	1.62	1.68	1.49	2.58	2.15	1.32
A/CNK	1.37	1	1.1	1.03	0.93	0.93	0.9	0.93	0.98	0.9
Residuos	anf	anf	anf	anf	anf	-	-	anf	-	-
	plg	plg	plg	plg	plg	plg	-	plg	-	-
	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx
	opx	opx	-	-	opx	-	-	-	-	-
	-	-	-	grte	grte	grte	grte	grte	grte	grte
	-	-	oliv	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	rutilo	-	rutilo	-	-	-	-

Tabla 25b. Composiciones de los fundidos, Rapp y Watson (1995).II

Roca	**N1**	**N1**	**N1**	**N2**	**N2**	**N2**	**N2**	**N2**	**N2**	**N2**
Temperatura	1 100	1 100	1 100	1 000	1 050	1 075	1 000	1 050	1 100	1 125
Presión	22	27	32	8	8	8	16	16	16	16
SiO2	54.13	54.55	65.93	63.43	58.99	55.02	77.31	61.41	56.71	53.47
TiO2	1.5	1.47	1.31	0.36	1.08	2.3	0.03	1.95	2.37	2.57
Al2O3	18.3	18.72	17.55	19.71	16.52	16.04	13.62	18.13	18.12	18.22
FeO	9.95	9.61	3.15	3.69	9.51	11.24	0.9	6.05	8.81	9.92
MnO	0.2	0.16	0.12	0.15	0.16	0.21	0.02	0.01	0.11	0.12
MgO	2.98	2.42	1.02	0.56	1.52	3.01	0.09	1.29	2.72	3.18
CaO	4.98	4.43	1.47	2.61	5.25	6.92	1.28	4.01	6.33	6.93
Na2O	6.49	7.03	6.72	7.38	4.38	4.44	3.66	6.52	5.38	5.26
K2O	1.44	1.58	2.55	2.25	2.6	0.51	3.08	0.64	0.37	0.33
A/CNK	0.86	0.88	1.06	1.02	0.85	0.79	1.16	0.97	0.87	0.78
Residuos	-	anf	-	anf	-	-	anf	anf	-	-
	plg	plg	-	plg	plg	plg	plg	plg	-	-
	-	cpx	cpx	-	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx
	opx	opx	-	opx	-	opx	opx	-	-	-
	grte	grte	grte	-	-	-	grte	grte	grte	grte
	-	-	-	-	oliv	-	-	-	-	-
	-	-	-	ilmenita	-	-	Q	ilm	-	-

Roca	**N2**	**N2**	**N2**	**N2**	**N2**	**N2**	**N2**	**N2**	**N2**	**N3**
Temperatura	1 025	1 050	1 075	1 100	1 075	1 100	1 075	1 125	1 150	1 000
Presión	22	22	22	22	27	27	32	32	32	8
SiO2	65.43	68.42	53.58	51.17	46.71	53.31	70.1	70.22	64.93	75.06
TiO2	1.05	0.97	2.51	2.81	2.62	2.3	0.94	1.1	2.22	0.09
Al2O3	17.71	17.63	17.7	17.07	14.16	17.51	15.54	15.84	15.56	14.37
FeO	3.23	2.75	10.56	12.47	19.12	11.43	1.78	2.2	4.58	2.26
MnO	0.11	0.03	0.16	0.18	0.41	0.13	0.07	0.11	0.09	0.06
MgO	0.82	0.58	3.07	3.76	3.12	3.03	0.43	0.68	1.47	0.52
CaO	3.1	2.4	6.02	7.46	6.54	5.82	1.89	2.78	4.41	3.57
Na2O	7.55	6.65	5.68	4.52	5.03	5.6	5.44	5.75	5.74	3.5
K2O	0.76	0.59	0.45	0.35	1.03	0.54	3.82	1.17	0.67	0.55
A/CNK	0.93	1.11	0.85	0.8	0.67	0.86	1.06	0.95	0.85	1.12
Residuos	-	-	-	-	anf	-	-	-	-	anf
	plg	-	-	plg	plg	plg	-	-	-	plg
	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	-
	-	-	-	-	opx	opx	-	-	-	opx
	grte	grte	grte	grte	grte	grte	grte	grte	grte	-
	-	-	-	-	oliv	-	-	-	-	-
	rutilo	rutilo	-	-	-	ilm	rutilo	rutilo	rutilo	magt/Q

Tabla 25b. Composiciones de los fundidos, Rapp y Watson (1995).III

Roca	**N3**	**N3**	**N3**	**N3**	**N3**	**N3**	**N3**	**N3**	**N3**	**N3**
Temperatura	1 050	1 075	980	1 000	1 040	1 050	1 100	1 025	1 050	1 075
Presión	8	8	16	16	16	16	16	22	22	22
SiO2	55.58	51.79	77.24	72.77	64.89	61.26	52.97	66	65.93	55.12
TiO2	0.74	0.97	0.13	0.65	0.29	0.84	1.16	0.61	0.81	0.95
Al2O3	17.82	18.79	12.46	14.5	18.09	18.49	18.68	18.24	17.83	18.93
FeO	10.44	11.47	0.59	2.81	5.79	5.5	10.25	3.29	3.4	9.34
MnO	0.15	0.23	0.03	0.04	0.35	0	0.11	0.03	0.05	0.16
MgO	3.07	4.54	0.13	0.47	0.72	1.59	3.66	0.89	1.17	3.33
CaO	6.79	8.11	2.07	1.73	5.48	5.42	8.63	4.17	4.7	7.64
Na2O	5.05	3.9	4.17	5.15	4.05	6.03	4.31	6.26	5.4	4.3
K2O	0.36	0.2	1.79	1.88	0.5	0.37	0.24	0.52	0.49	0.24
A/CNK	0.85	0.88	1	1.06	1.06	0.92	0.81	0.99	1	0.89
Residuos	anf	-	anf	anf	anf	-	-	-	-	-
	plg	plg	plg	plg	plg	-	-	-	-	plg
	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	grte	grte	grte	grte	grte	grte	grte	grte
	oliv	oliv	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	ilm/Q	-	-	-	-	-	magt	ilm

Roca	**N3**	**N3**	**N3**	**N4**	**N4**	**N4**	**N4**	**N4**	**N4**	**N4**
Temperatura	1 100	1 075	1 100	1 000	1 050	1 075	1 025	1 050	1 100	1 025
Presión	22	27	27	8	8	8	16	16	16	22
SiO2	52.64	51.32	55.26	73.86	57.95	51.77	67.2	61.6	56.53	68.04
TiO2	1.41	2.53	1.1	0.12	1.45	1.61	0.99	1.25	1.44	1.11
Al2O3	17.5	14.67	18.4	14.04	17.42	16	16.32	17.57	17.68	15.97
FeO	12.69	17.05	9.32	2.63	9.51	13.67	4.05	6.18	8.98	3.76
MnO	0.2	0.28	0.15	0.08	0.24	0.28	0.13	0.11	0.11	0.09
MgO	3.37	2.95	3.16	0.48	2.17	4.4	0.95	1.48	2.37	0.71
CaO	7.49	7.05	7.23	3.43	5.97	8.69	4.81	6.26	7.76	4.41
Na2O	4.28	4.19	4.53	4.1	4.52	3.28	4.88	4.86	4.36	5.16
K2O	0.36	0.8	0.26	0.94	0.78	0.3	0.61	0.47	0.34	0.69
A/CNK	0.89	0.71	0.88	1	0.91	0.74	0.93	0.88	0.82	0.93
Residuos	-	-	-	anf	anf	-	-	-	-	-
	plg	plg	plg	plg	plg	plg	-	-	-	-
	cpx	cpx	cpx	-	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx	cpx
	opx	opx	-	opx	opx	opx	-	-	-	-
	grte	grte	grte	-	-	-	grte	grte	grte	grte
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	magt	Ti-magt	-	-	-	-	-

Tabla 25b. Composiciones de los fundidos, Rapp y Watson (1995).IV

Roca	N4	N4	N4	N4	Media de la tonalita de Culebrín
Temperatura	1 050	1 075	1 100	1 100	
Presión	22	22	22	27	
SiO2	68.65	55.68	53.35	55.55	62.64
TiO2	1.09	1.67	1.56	1.88	0.49
Al2O3	15.99	17.23	17.2	16.72	17.46
FeO	3.76	10.43	12.58	11.43	4.03
MnO	0.09	0.13	0.19	0.16	0.09
MgO	0.83	2.84	3.5	2.77	2.67
CaO	4.28	8.06	8.17	7.63	5.16
Na2O	4.68	3.53	3.07	3.37	3.38
K2O	0.63	0.36	0.35	0.4	1.61
A/CNK	0.99	0.83	0.85	0.84	
Residuos	-	-	-	-	
	-	plg	plg	plg	
	cpx	cpx	cpx	cpx	
	-	opx	opx	-	
	grte	grte	grte	grte	
	-	-	-	-	
	magt	-	-	-	

Tabla 26.- Feldespato potásico del granito del Castillo.I

Ref.	MOK-5	MOK-5	MOK-9	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*					
Caracteres	*Pertita reemplaz.*	*Pertita reemplaz.*	*Pertita reemplaz.*	*Pertita reemplaz.*		*Macla periclina*
SiO2	63.16	63.60	63.92	64.94	64.18	64.78
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Al2O3	18.06	18.15	18.11	18.42	18.45	18.56
FeO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.09
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
CaO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Na2O	0.61	0.43	0.77	0.59	0.73	0.73
K2O	15.61	15.97	15.57	16.00	15.61	15.70
		Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.99	3.00	3.00	3.00	2.99	2.99
Al	1.01	1.01	1.00	1.00	1.01	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.06	0.04	0.07	0.05	0.07	0.07
K	0.94	0.96	0.93	0.94	0.93	0.93
%An	0.06	0.00	0.00	0.02	0.02	0.10
%Ab	5.60	3.91	6.99	5.23	6.65	6.56
%Or	94.35	96.09	93.01	94.75	93.34	93.34

Ref.	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*						
Caracteres	*Pertita reemplaz.*		*Pert reemplaz. Mesopert*		*Pert reemplaz. Mesopert*		
			Borde	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Borde*
SiO2	64.62	64.78	65.08	64.10	65.02	64.72	65.81
TiO2	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
Al2O3	18.36	18.37	18.56	18.33	18.49	18.50	19.03
FeO	0.05	0.07	0.01	0.03	0.03	0.04	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
CaO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07	0.07
Na2O	0.56	0.70	1.17	0.59	0.87	3.16	4.00
K2O	16.06	15.77	15.33	15.72	15.28	12.86	12.83
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	3.00	3.00	2.99	2.99	3.00	2.98	2.97
Al	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.05	0.06	0.10	0.05	0.08	0.28	0.35
K	0.95	0.93	0.90	0.94	0.90	0.76	0.74
%An	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.38	0.28
%Ab	5.01	6.34	10.37	5.36	7.89	27.06	32.02
%Or	95.00	93.66	89.61	94.60	92.11	72.55	67.71

Tabla 26.- Feldespato potásico del granito del Castillo.II

Ref.	SOK-36	SOK-36	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37
Facies	*Mayoritaria*						
Caracteres	*Carlsbad-periclina*		*Microclina*	*Pertita reemplaz.*	*Pertita reemplaz.*		*Sin macla*
	Centro	*Borde*			*Borde*	*Centro*	
SiO2	65.43	64.57	64.26	64.41	64.40	64.88	64.61
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01
Al2O3	18.29	18.46	18.36	18.48	18.41	18.31	18.36
FeO	0.06	0.05	0.09	0.04	0.05	0.08	0.04
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
CaO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Na2O	0.56	0.75	0.42	0.57	0.63	0.59	0.40
K2O	16.01	15.69	16.11	15.96	15.89	16.11	16.31
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	3.01	2.99	2.99	2.99	2.99	3.00	3.00
Al	0.99	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.05	0.07	0.04	0.05	0.06	0.05	0.04
K	0.94	0.93	0.96	0.95	0.94	0.95	0.96
%An	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.02
%Ab	5.06	6.83	3.82	5.12	5.71	5.28	3.60
%Or	94.94	93.17	96.16	94.84	94.29	94.72	96.39

Ref.	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37
Facies	*Mayoritarira*					
Caracteres	*Sin macla*	*Macla microcliona*		*Sin macla*	*Sin macla*	*Pertita reemplaz.*
		Centro	*Borde*			
SiO2	64.32	64.97	64.94	64.56	64.72	64.92
TiO2	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01
Al2O3	18.32	18.24	18.32	18.38	18.27	18.37
FeO	0.04	0.13	0.07	0.10	0.06	0.09
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00
Na2O	0.39	0.62	0.69	0.67	0.47	0.55
K2O	16.17	15.91	15.89	15.85	16.11	16.08
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	3.00	3.00	3.00	2.99	3.00	3.00
Al	1.01	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.04	0.06	0.06	0.06	0.04	0.05
K	0.96	0.94	0.94	0.94	0.95	0.95
%An	0.00	0.00	0.03	0.10	0.00	0.00
%Ab	3.51	5.54	6.21	6.01	4.22	4.92
%Or	96.49	94.46	93.76	93.89	95.78	95.08

Tabla 26.- Feldespato potásico del granito del Castillo.III

Ref.	SOK-37	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11
Facies	*Mayoritaria*	*Borde*						
Caracteres	*Pertita reemplaz.*	*Sin macla*		*Sin macla*		*Pertita reemplaz.*		
	Centro			*Borde*	**Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	64.56	63.91	64.01	64.55	63.44	64.66	64.37	64.41
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Al2O3	18.30	18.16	18.23	18.24	18.17	18.63	18.28	18.31
FeO	0.05	0.00	0.00	0.09	0.02	0.06	0.06	0.06
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
CaO	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00
Na2O	0.58	0.73	0.68	0.64	0.77	2.53	0.75	0.62
K2O	16.00	15.64	15.82	15.85	15.47	13.48	15.71	15.92
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	3.00	3.00	3.00	2.99	2.99	2.98	3.00	3.00
Al	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.05	0.07	0.06	0.06	0.07	0.23	0.07	0.06
K	0.95	0.94	0.94	0.95	0.93	0.79	0.93	0.94
%An	0.03	0.00	0.00	0.06	0.00	0.10	0.00	0.00
%Ab	5.20	6.59	6.16	7.99	9.72	28.79	9.37	7.70
%Or	94.77	93.41	93.84	91.95	90.28	71.11	90.63	92.30

Ref.	MOK-11	MOK-ì1	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11
Facies	*Borde*							
Caracteres	*Pertitas*			*Pertitas reemplaz.*			*Pertitas reemplaz.*	
	**Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro1*	*Borde*	*Medio*	*Borde*	*Borde*
SiO2	63.52	64.58	65.37	65.07	64.51	64.32	64.25	64.55
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Al2O3	18.10	18.32	18.67	18.55	18.19	18.22	18.37	18.35
FeO	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.07	0.11
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.02
CaO	0.01	0.00	0.03	0.07	0.01	0.00	0.00	0.00
Na2O	0.43	0.66	2.40	1.83	0.53	0.63	0.69	0.68
K2O	15.79	15.80	13.53	13.26	15.98	15.77	15.63	15.84
Si	3.00	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	2.99	3.00
Al	1.01	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.04	0.06	0.21	0.16	0.05	0.06	0.06	0.06
K	0.95	0.94	0.79	0.78	0.95	0.94	0.93	0.94
%An	0.03	0.00	0.09	0.27	0.03	0.00	0.00	0.01
%Ab	5.60	8.22	27.60	22.89	6.72	7.87	8.74	8.51
%Or	94.38	91.78	72.30	76.84	93.25	92.13	91.26	91.48

Tabla 26.- Feldespato potásico del granito del Castillo.IV

Ref.	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11
Facies	*Borde*							
Caracteres	*Pertitas*					*Pertitas*		
	**Borde1*	*Centro1*	**Borde2*	**Borde2*	**Centro2*	*Borde*	**Centro*	*Borde*
SiO2	64.04	64.33	63.38	63.29	63.90	64.43	64.01	64.35
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
Al2O3	18.18	18.21	17.92	17.98	18.34	18.37	18.12	18.29
FeO	0.04	0.08	0.05	0.05	0.02	0.05	0.03	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Na2O	0.80	0.67	0.41	0.44	0.79	0.61	0.65	0.68
K2O	15.57	15.86	15.92	16.02	15.42	15.90	15.70	15.69
				Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	3.00	3.00	3.00	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00
Al	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.07	0.06	0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.06
K	0.93	0.94	0.96	0.97	0.92	0.94	0.94	0.93
%An	0.00	0.00	0.02	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00
%Ab	9.93	8.40	5.27	5.60	9.91	7.68	8.14	8.57
%Or	90.07	91.61	94.71	94.40	90.04	92.32	91.86	91.43

Ref.	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11
Facies	*Borde*						
Caracteres	*Pertitas*					*Sin pertitas*	
	Borde1	*Medio*	*Borde2*	*Centro1*	*Centro2*	*Centro*	*Borde*
SiO2	64.26	64.65	65.37	64.49	64.46	64.56	64.45
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Al2O3	18.27	18.17	18.64	18.54	18.38	18.33	18.30
FeO	0.06	0.04	0.02	0.06	0.03	0.04	0.05
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00
CaO	0.00	0.01	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00
Na2O	0.68	0.73	2.72	1.02	0.79	0.82	0.78
K2O	15.75	15.87	13.07	15.37	15.56	15.41	15.61
				Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	3.00	3.00	2.99	2.99	3.00	3.00	3.00
Al	1.00	0.99	1.01	1.01	1.01	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.06	0.07	0.24	0.09	0.07	0.07	0.07
K	0.94	0.94	0.76	0.91	0.92	0.91	0.93
%An	0.00	0.02	0.12	0.00	0.00	0.03	0.00
%Ab	8.52	8.96	30.95	12.53	9.89	10.33	9.74
%Or	91.48	91.01	68.93	87.47	90.11	89.64	90.27

Tabla 26.- Feldespato potásico del granito del Castillo.V

Ref.	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11
Facies	*Borde*								
Caracteres	*Pertitas*			*Pertitas*					
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Borde1*	*Borde2*	*Borde3*	*Borde4*	*Centro1*	*Centro2*
SiO2	64.28	64.30	64.35	64.51	64.21	64.28	64.36	64.70	64.53
TiO2	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Al2O3	18.23	18.25	18.39	18.34	18.06	18.35	18.25	18.45	18.31
FeO	0.02	0.07	0.08	0.02	0.01	0.04	0.00	0.05	0.06
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
MnO	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
CaO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Na2O	0.62	0.80	0.87	0.64	0.77	0.74	0.96	0.94	0.61
K2O	15.87	15.55	15.52	15.87	15.61	15.58	15.35	15.31	15.89
			Fórmula estructural 8 oxígenos						
Si	3.00	3.00	2.99	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Al	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.06	0.07	0.08	0.06	0.07	0.07	0.09	0.09	0.06
K	0.94	0.93	0.92	0.94	0.93	0.93	0.91	0.91	0.94
%An	0.00	0.02	0.10	0.01	0.09	0.00	0.02	0.00	0.00
%Ab	7.82	9.99	10.76	8.01	9.60	9.34	11.83	11.73	7.68
%Or	92.18	89.99	89.14	91.98	90.32	90.66	88.16	88.27	92.32

Ref.	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*					
Caracteres	*Sin pertita*		*Pertitas reemplaz.*		*Pertitas*	
	**Centro*	*Borde*	*Centro*	**Borde*	**Centro*	*Borde*
SiO2	63.28	64.14	64.56	63.67	63.61	67.20
TiO2	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
Al2O3	18.01	18.27	18.94	18.39	18.13	20.96
FeO	0.06	0.05	0.01	0.04	0.05	0.01
MgO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
MnO	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00
CaO	0.00	0.00	0.06	0.10	0.00	1.29
Na2O	0.58	0.45	2.73	0.38	0.75	11.17
K2O	16.06	16.11	13.89	16.21	15.67	0.08
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.99	3.00	2.96	2.98	2.99	2.93
Al	1.00	1.00	1.02	1.02	1.01	1.08
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.06
Na	0.05	0.04	0.24	0.03	0.07	0.94
K	0.97	0.96	0.81	0.97	0.94	0.01
%An	0.00	0.00	0.22	0.40	0.00	3.58
%Ab	7.20	5.62	29.71	4.73	9.38	96.09
%Or	92.80	94.38	70.08	94.87	90.62	0.34

Tabla 26.- Feldespato potásico del granito del Castillo.VI

Ref.	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*						
Caracteres	*Pertitas*			*Pertitas*		*Sin pertita*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	**Centro*	*Borde*
SiO2	63.87	65.37	64.00	64.02	64.44	64.30	64.36
TiO2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Al2O3	18.29	18.65	17.96	18.02	18.38	18.18	18.33
FeO	0.05	0.05	0.02	0.04	0.06	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na2O	0.65	1.98	0.41	0.43	0.44	0.62	0.56
K2O	15.91	14.31	15.96	15.96	16.00	16.02	16.16
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.99	2.99	3.01	3.00	3.00	3.00	2.99
Al	1.01	1.01	0.99	1.00	1.01	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.06	0.18	0.04	0.04	0.04	0.06	0.05
K	0.95	0.84	0.96	0.96	0.95	0.95	0.96
%An	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
%Ab	8.06	22.93	5.25	5.43	5.56	7.67	7.01
%Or	91.94	77.06	94.74	94.56	94.44	92.33	92.99

Ref.	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*					
Caracteres	*Pertitas reemplaz.*				*Pertitas reemplaz.*	
	**Borde*	*Ccentro*	*Borde2*	**Centro2*	**Centro*	*Borde*
SiO2	69.54	64.04	67.90	64.10	64.28	67.76
TiO2	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Al2O3	20.35	18.35	19.73	18.02	18.27	20.48
FeO	0.03	0.05	0.03	0.07	0.05	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.02	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
CaO	0.10	0.00	0.26	0.01	0.01	0.72
Na2O	11.86	0.38	11.76	0.42	1.34	11.76
K2O	0.25	16.22	0.13	16.11	15.09	0.08
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.98	2.99	2.98	3.00	2.99	2.95
Al	1.03	1.01	1.02	1.00	1.00	1.05
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03
Na	0.99	0.03	1.00	0.04	0.12	0.99
K	0.01	0.97	0.01	0.96	0.90	0.00
%An	0.27	0.00	0.70	0.03	0.05	1.92
%Ab	98.75	4.77	98.80	5.30	16.03	97.77
%Or	0.98	95.23	0.50	94.68	83.91	0.31

Tabla 27.- Plagioclasas del granito del Castillo.I

Ref.	MOK-5	MOK-5	MOK-9	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*						
Caracteres	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
SiO2	65.73	66.24	70.98	68.17	67.75	66.67	67.05
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Al2O3	20.81	20.75	17.04	20.94	20.52	21.50	20.59
FeO	0.00	0.00	0.00	0.07	0.07	0.08	0.07
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01
CaO	1.94	1.87	0.55	1.07	0.91	1.83	1.26
Na2O	10.33	10.49	10.31	10.61	10.81	10.56	10.78
K2O	0.10	0.11	0.05	0.12	0.18	0.13	0.08
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.92	2.92	3.11	2.95	2.96	2.90	2.94
Al	1.09	1.08	0.88	1.07	1.06	1.10	1.06
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.09	0.09	0.03	0.05	0.04	0.09	0.06
Na	0.89	0.90	0.88	0.89	0.91	0.89	0.92
K	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
%An	9.33	8.98	2.88	5.29	4.35	8.65	6.03
%Ab	90.06	90.41	96.79	93.98	94.61	90.64	93.57
%Or	0.61	0.61	0.33	0.74	1.04	0.71	0.41

Ref.	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*							
Caracteres	*Cristal maclado*			*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*		
	Borde	*Centro*	*Centro*			*Borde*	*Medio*	*Centro*
SiO2	68.71	68.72	68.48	68.39	68.28	68.45	68.46	67.80
TiO2	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
Al2O3	20.19	20.14	20.06	19.99	20.32	19.93	19.80	20.24
FeO	0.02	0.00	0.01	0.06	0.02	0.04	0.04	0.05
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
CaO	0.38	0.19	0.36	0.32	0.71	0.41	0.18	0.72
Na2O	11.27	11.41	11.38	11.48	11.13	11.48	11.46	11.26
K2O	0.08	0.09	0.08	0.09	0.06	0.08	0.12	0.08
				Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.98	2.98	2.98	2.98	2.97	2.98	2.99	2.96
Al	1.03	1.03	1.03	1.03	1.04	1.02	1.02	1.04
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.03
Na	0.95	0.96	0.96	0.97	0.94	0.97	0.97	0.95
K	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
%An	1.86	0.93	1.73	1.52	3.39	1.92	0.91	3.43
%Ab	97.73	98.56	97.76	97.98	96.20	97.68	98.38	96.07
%Or	0.41	0.51	0.51	0.51	0.41	0.40	0.71	0.50

Tabla 27.- Plagioclasas del granito del Castillo.II

Ref.	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*						
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*C.maclado*
	Borde	*Borde*	*Borde*				
SiO2	68.37	68.30	69.02	68.97	68.47	67.86	67.55
TiO2	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Al2O3	20.21	20.31	20.16	20.29	20.13	20.39	20.89
FeO	0.07	0.06	0.18	0.00	0.14	0.04	0.10
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.63	0.78	0.27	0.38	0.56	0.91	1.20
Na2O	11.33	11.26	11.30	11.31	11.39	10.96	10.73
K2O	0.11	0.08	0.06	0.09	0.12	0.10	0.10
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.97	2.96	2.98	2.98	2.97	2.96	2.94
Al	1.03	1.04	1.03	1.03	1.03	1.05	1.07
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06
Na	0.95	0.95	0.95	0.95	0.96	0.93	0.91
K	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	2.94	3.65	1.25	1.86	2.63	4.41	5.79
%Ab	96.46	95.94	98.34	97.63	96.77	94.97	93.59
%Or	0.61	0.41	0.42	0.52	0.61	0.62	0.62

Ref.	SOK-36	SOK-36	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37
Facies							*Deformada*
Caracteres	*Macla transformación*		*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*C.maclado*
	Centro	*Borde*					
SiO2	64.19	67.49	68.58	66.76	67.52	67.74	68.34
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	18.30	20.86	20.14	20.76	20.95	20.25	19.91
FeO	0.02	0.04	0.03	0.07	0.02	0.02	0.04
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.02	1.09	0.43	1.20	1.28	0.89	0.44
Na2O	0.49	10.70	11.42	10.49	10.86	11.15	11.35
K2O	15.83	0.10	0.08	0.20	0.12	0.08	0.07
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	3.00	2.94	2.98	2.94	2.94	2.96	2.98
Al	1.01	1.07	1.03	1.08	1.07	1.04	1.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.05	0.02	0.06	0.06	0.04	0.02
Na	0.05	0.90	0.96	0.90	0.92	0.94	0.96
K	0.94	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
%An	0.09	5.31	2.03	5.82	6.11	4.24	2.04
%Ab	4.55	94.17	97.56	93.04	93.18	95.26	97.56
%Or	95.36	0.52	0.41	1.14	0.71	0.51	0.41

Tabla 27.- Plagioclasas del granito del Castillo.III

Ref.	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37
Facies	*Mayoritaria*							
Caracte	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*			*Cristal maclado*	*C.maclado*
		Centro	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*		
SiO2	67.33	67.67	67.55	67.97	67.38	67.81	67.39	68.37
TiO2	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
Al2O	20.75	20.87	20.52	20.21	20.75	20.69	20.76	20.42
FeO	0.08	0.05	0.05	0.02	0.02	0.00	0.08	0.06
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	1.08	1.23	0.95	0.73	1.22	0.95	1.20	0.47
Na2O	10.95	10.84	11.10	11.18	10.85	11.14	10.99	11.22
K2O	0.08	0.11	0.10	0.08	0.10	0.10	0.14	0.10
		Fórmula estructural 8 oxígenos						
Si	2.94	2.94	2.95	2.97	2.94	2.95	2.94	2.97
Al	1.07	1.07	1.06	1.04	1.07	1.06	1.07	1.04
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.05	0.06	0.04	0.03	0.06	0.04	0.06	0.02
Na	0.93	0.91	0.94	0.95	0.92	0.94	0.93	0.94
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	5.09	5.85	4.45	3.46	5.82	4.45	5.65	2.26
%Ab	94.40	93.54	94.94	96.04	93.57	94.94	93.55	97.12
%Or	0.51	0.62	0.61	0.51	0.61	0.61	0.81	0.62

Ref.	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37
Facies	*Mayoritaria*						
Caracte	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Plag. recristaliz*	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	
				Borde			
SiO2	68.98	68.27	68.61	68.19	68.25	70.61	68.33
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
Al2O	20.29	20.12	20.32	20.67	20.55	21.47	20.07
FeO	0.10	0.04	0.09	0.03	0.32	0.17	0.09
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.49	0.59	0.38	0.83	0.80	0.55	0.44
Na2O	11.34	11.29	11.54	11.13	11.00	10.77	11.22
K2O	0.08	0.07	0.08	0.08	0.15	0.11	0.10
		Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.98	2.97	2.97	2.95	2.96	2.97	2.98
Al	1.03	1.03	1.04	1.06	1.05	1.06	1.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.02	0.03	0.02	0.04	0.04	0.03	0.02
Na	0.95	0.95	0.97	0.93	0.92	0.88	0.95
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
%An	2.26	2.75	1.82	3.99	3.82	2.75	2.06
%Ab	97.33	96.85	97.78	95.60	95.35	96.59	97.43
%Or	0.41	0.41	0.40	0.41	0.83	0.66	0.51

Tabla 27.- Plagioclasas del granito del Castillo.IV

Ref.	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11
Facies	*Borde*					
Caracteres	*Cristal zonado*			*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	
	Borde	*Medio*	*Centro*		**Centro*	**Borde*
SiO2	65.37	66.47	66.65	66.04	67.90	67.80
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	21.10	20.63	19.98	20.74	21.43	22.04
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.07
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	2.01	1.51	0.71	1.50	1.29	1.61
Na2O	10.40	10.66	11.13	10.77	11.28	10.89
K2O	0.11	0.10	0.09	0.12	0.14	0.12
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.90	2.93	2.96	2.92	2.92	2.90
Al	1.10	1.07	1.05	1.08	1.09	1.11
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.10	0.07	0.03	0.07	0.06	0.07
Na	0.89	0.91	0.96	0.92	0.94	0.90
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	9.55	7.19	3.41	7.09	3.52	4.51
%Ab	89.85	92.21	96.09	92.21	95.94	95.02
%Or	0.60	0.61	0.50	0.70	0.54	0.47

Ref.	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11
Facies	*Borde*						
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		
	**Borde*	*Centro*	**Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	**Borde*
SiO2	67.78	66.50	65.74	66.57	68.02	64.47	65.48
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al2O3	22.07	21.18	19.62	20.63	20.46	20.67	20.68
FeO	0.08	0.07	0.26	0.02	0.03	0.89	0.21
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
MnO	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.00
CaO	1.98	1.56	0.83	1.56	0.65	0.95	1.28
Na2O	10.47	11.02	11.12	10.99	11.59	10.17	10.65
K2O	0.12	0.13	0.11	0.10	0.10	2.04	0.59
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.90	2.91	2.95	2.93	2.95	2.89	2.91
Al	1.11	1.09	1.04	1.07	1.05	1.09	1.09
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.09	0.07	0.04	0.07	0.03	0.05	0.06
Na	0.87	0.93	0.97	0.94	0.98	0.88	0.92
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.12	0.03
%An	5.71	4.31	2.32	4.33	1.76	2.68	3.64
%Ab	93.78	95.15	97.21	95.25	97.87	89.03	93.94
%Or	0.52	0.54	0.46	0.42	0.38	8.29	2.42

Tabla 27.- Plagioclasas del granito del Castillo.V

Ref.	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11
Facies	*Borde*							
Caracteres	*Cristal maclado*			*Cristal maclado*			*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	66.98	66.21	67.14	67.23	65.03	67.26	66.74	67.35
TiO2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	20.72	20.65	20.71	20.73	21.75	20.83	20.82	20.66
FeO	0.01	0.06	0.09	0.09	0.08	0.04	0.07	0.03
MgO	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01
CaO	1.27	1.51	0.96	1.28	2.55	1.28	1.48	1.29
Na2O	11.26	10.91	11.32	11.31	10.33	11.23	11.15	11.46
K2O	0.08	0.12	0.12	0.10	0.13	0.12	0.10	0.09
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.93	2.92	2.93	2.93	2.87	2.93	2.92	2.93
Al	1.07	1.07	1.07	1.07	1.13	1.07	1.07	1.06
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.06	0.07	0.05	0.06	0.12	0.06	0.07	0.06
Na	0.96	0.93	0.96	0.96	0.88	0.95	0.95	0.97
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	3.47	4.23	2.63	3.50	7.30	3.52	4.07	3.49
%Ab	96.21	95.28	96.91	96.11	92.17	96.02	95.53	96.17
%Or	0.32	0.49	0.46	0.40	0.53	0.46	0.40	0.35

Ref.	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11
Facies	*Borde*					
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal zonado*			*Cristal maclado*
	Borde	*Centro*	*Borde1*	*Borde2*	*Centro*	*Centro*
SiO2	66.68	66.96	67.53	66.81	66.31	66.02
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al2O3	21.01	20.50	21.12	21.10	21.15	20.98
FeO	0.01	0.06	0.09	0.06	0.07	0.07
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	1.68	1.21	1.37	1.51	1.70	1.62
Na2O	10.89	11.29	11.13	11.01	11.03	10.80
K2O	0.07	0.09	0.08	0.07	0.10	0.25
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.92	2.94	2.92	2.92	2.90	2.91
Al	1.08	1.06	1.08	1.09	1.09	1.09
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.08	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08
Na	0.92	0.96	0.93	0.93	0.94	0.92
K	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
%An	4.71	3.32	3.80	4.21	4.69	4.54
%Ab	95.03	96.31	95.86	95.50	94.91	94.46
%Or	0.27	0.37	0.34	0.28	0.40	1.01

Tabla 27.- Plagioclasas del granito del Castillo.VI

Ref.	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11	MOK-11
Facies	*Borde*							
Caracteres	*Cristal maclado*				*Cristal zonado y maclado*			
	Borde1	*Centro*	*Medio*	*Borde2*	*Borde1*	*Borde2*	*Centro*	*Borde3*
SiO2	66.90	66.23	67.00	66.80	66.95	66.42	66.67	66.61
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Al2O3	20.89	20.91	20.92	20.90	21.00	21.14	21.13	20.96
FeO	0.11	0.05	0.08	0.11	0.03	0.10	0.11	0.12
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01
CaO	1.24	1.77	1.45	1.53	1.58	1.90	1.74	1.65
Na2O	11.10	11.05	11.19	11.00	11.04	10.95	10.83	10.94
K2O	0.13	0.17	0.12	0.14	0.12	0.10	0.12	0.13
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.92	2.91	2.92	2.92	2.92	2.90	2.91	2.91
Al	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.09	1.09	1.08
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.06	0.08	0.07	0.07	0.07	0.09	0.08	0.08
Na	0.94	0.94	0.95	0.93	0.93	0.93	0.92	0.93
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	3.45	4.87	3.98	4.24	4.39	5.26	4.88	4.59
%Ab	96.01	94.45	95.56	95.19	95.13	94.35	94.63	94.90
%Or	0.54	0.68	0.46	0.56	0.48	0.39	0.49	0.50

Ref.	MOK-11	MOK-11	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Borde*		*Diques ácidos*			
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	*Centro1*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	67.27	66.87	67.42	67.01	67.60	67.28
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Al2O3	20.84	21.07	20.91	20.45	21.17	21.05
FeO	0.04	0.03	0.05	0.10	0.28	0.07
MgO	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
CaO	1.26	1.52	0.97	0.92	1.11	1.30
Na2O	11.25	11.04	11.33	11.26	11.02	11.01
K2O	0.12	0.15	0.10	0.09	0.22	0.14
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.93	2.92	2.93	2.94	2.93	2.93
Al	1.07	1.08	1.07	1.06	1.08	1.08
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.06	0.07	0.05	0.04	0.05	0.06
Na	0.95	0.93	0.96	0.96	0.93	0.93
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	3.47	4.21	2.67	2.54	3.10	3.62
%Ab	96.06	95.20	96.93	97.11	96.03	95.81
%Or	0.47	0.58	0.40	0.34	0.87	0.56

Tabla 27.- Plagioclasas del granito del Castillo.VII

Ref.	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*					
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*			*Cristal maclado*
	Centro	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*
SiO2	67.61	67.70	67.35	67.10	67.62	68.30
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	20.52	20.09	20.61	20.41	20.90	20.58
FeO	0.09	0.04	0.00	0.02	0.02	0.24
MgO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MnO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
CaO	0.85	0.74	0.90	0.78	0.97	0.53
Na2O	11.17	11.43	11.53	11.38	11.25	10.93
K2O	0.19	0.15	0.13	0.12	0.14	0.12
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.95	2.96	2.94	2.95	2.94	2.96
Al	1.06	1.04	1.06	1.06	1.07	1.05
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.02
Na	0.95	0.97	0.98	0.97	0.95	0.92
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	2.38	2.04	2.42	2.15	2.69	1.52
%Ab	96.87	97.39	97.09	97.39	96.76	97.99
%Or	0.76	0.57	0.49	0.46	0.55	0.49

Ref.	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*					
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	**Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	67.21	67.17	68.49	67.37	67.11	66.80
TiO2	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Al2O3	21.08	20.67	20.85	20.48	21.40	20.59
FeO	0.08	0.05	0.05	0.01	0.00	0.02
MgO	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	1.10	1.10	0.63	0.79	1.44	0.98
Na2O	11.02	11.10	11.58	11.59	11.07	11.43
K2O	0.14	0.13	0.14	0.11	0.15	0.11
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.93	2.94	2.95	2.94	2.91	2.93
Al	1.08	1.07	1.06	1.06	1.09	1.07
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.05	0.05	0.03	0.04	0.07	0.05
Na	0.93	0.94	0.97	0.98	0.93	0.97
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	3.09	3.06	1.7i	2.12	3.98	2.66
%Ab	96.36	96.40	97.75	97.43	95.41	96.90
%Or	0.56	0.54	0.54	0.44	0.61	0.44

Tabla 27.- Plagioclasas del granito del Castillo.VIII

Ref.	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*						
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		
	Centro	*Borde*	**Borde*	*Centro*	**Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	66.91	67.51	68.29	67.86	66.26	67.39	66.75
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Al2O3	20.50	20.62	21.05	20.89	20.34	20.54	20.56
FeO	0.02	0.01	0.01	0.13	0.01	0.02	0.07
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03
CaO	0.84	0.85	0.76	0.88	0.96	0.96	0.80
Na2O	11.24	11.37	11.55	10.95	11.20	11.22	11.36
K2O	0.15	0.11	0.11	0.30	0.17	0.11	0.11
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.94	2.94	2.94	2.94	2.94	2.95	2.94
Al	1.06	1.06	1.07	1.07	1.06	1.06	1.07
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04
Na	0.96	0.96	0.96	0.92	0.96	0.95	0.97
K	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
%An	2.33	2.34	2.07	2.48	2.67	2.66	2.19
%Ab	97.09	97.21	97.49	96.28	96.67	96.90	97.37
%Or	0.59	0.45	0.44	1.24	0.67	0.45	0.44

Ref.	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*				
Caracteres	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	66.82	66.53	66.98	65.80	66.01
TiO2	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Al2O3	21.22	20.80	20.57	20.65	20.73
FeO	0.01	0.02	0.05	0.02	0.03
MgO	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01
CaO	1.07	1.14	0.97	1.37	1.43
Na2O	11.25	11.11	11.31	11.23	10.99
K2O	0.09	0.11	0.11	0.07	0.09
		Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.92	2.93	2.94	2.92	2.92
Al	1.09	1.08	1.06	1.08	1.08
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07
Na	0.95	0.95	0.96	0.97	0.94
K	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
%An	2.95	3.17	2.67	3.76	4.00
%Ab	96.69	96.39	96.90	95.96	95.64
%Or	0.36	0.44	0.43	0.28	0.36

Tabla 27.- Plagioclasas del granito del Castillo.IX

Ref.	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*							
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
	Centro	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	68.30	67.09	67.58	66.83	67.02	67.64	66.50	67.44
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	21.65	20.93	20.23	21.07	20.81	20.88	20.52	21.18
FeO	0.03	0.02	0.01	0.10	0.06	0.06	0.05	0.03
MgO	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	1.28	1.45	0.75	1.45	0.99	0.91	0.95	0.91
Na2O	11.19	11.03	11.44	11.07	11.29	11.09	11.26	11.02
K2O	0.11	0.15	0.13	0.18	0.13	0.17	0.12	0.11
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.92	2.92	2.96	2.92	2.93	2.94	2.93	2.93
Al	1.09	1.08	1.04	1.08	1.07	1.07	1.07	1.09
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.06	0.07	0.04	0.07	0.05	0.04	0.05	0.04
Na	0.93	0.93	0.97	0.94	0.96	0.94	0.96	0.93
K	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	3.54	4.03	2.04	3.99	2.72	2.55	2.63	2.58
%Ab	96.41	95.37	97.45	95.28	96.77	96.76	96.89	96.96
%Or	0.04	0.60	0.51	0.73	0.51	0.68	0.49	0.46

Ref.	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*							
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
	Centro	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	67.37	66.61	68.22	67.37	67.16	67.04	67.51	67.92
TiO2	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Al2O3	20.85	20.52	20.70	20.86	20.61	20.55	20.74	20.45
FeO	0.08	0.03	0.13	0.06	0.01	0.01	0.02	0.02
MgO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	1.13	1.34	1.02	0.96	0.95	0.99	0.87	0.49
Na2O	11.12	11.03	11.03	11.46	11.44	11.16	11.37	11.54
K2O	0.18	0.15	0.13	0.13	0.16	0.12	0.10	0.13
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.93	2.93	2.95	2.93	2.94	2.94	2.94	2.96
Al	1.07	1.07	1.06	1.07	1.06	1.06	1.06	1.05
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.04	0.02
Na	0.94	0.94	0.93	0.97	0.97	0.95	0.96	0.97
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	3.12	3.72	2.88	2.60	2.58	2.74	2.39	1.34
%Ab	96.16	95.67	96.59	96.91	96.81	96.77	97.21	98.13
%Or	0.72	0.61	0.53	0.49	0.62	0.49	0.40	0.53

Tabla 27.- Plagioclasas del granito del Castillo.X

Ref.	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*							
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	**Borde*	*Centro*
SiO2	67.38	67.19	66.83	67.60	66.36	66.32	68.72	67.01
TiO2	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Al2O3	21.56	21.56	20.67	20.81	20.86	21.21	20.85	20.64
FeO	0.02	0.22	0.00	0.10	0.02	0.01	0.03	0.03
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MnO	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	1.47	1.10	1.07	0.89	1.56	1.68	0.76	1.03
Na2O	11.03	10.60	11.34	11.39	11.35	10.93	11.38	11.45
K2O	0.12	0.40	0.09	0.11	0.14	0.14	0.12	0.12
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.91	2.92	2.93	2.94	2.91	2.91	2.95	2.93
Al	1.10	1.10	1.07	1.07	1.08	1.10	1.06	1.07
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.07	0.05	0.05	0.04	0.07	0.08	0.04	0.05
Na	0.92	0.89	0.96	0.96	0.97	0.93	0.95	0.97
K	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	4.08	3.16	2.93	2.45	4.21	4.67	2.08	2.80
%Ab	95.43	95.17	96.73	97.14	95.27	94.77	97.45	96.72
%Or	0.49	1.67	0.34	0.42	0.53	0.56	0.47	0.48

Ref.	MOK-34	MOK-34
Facies	*Diques ácidos*	
Caracteres	*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*
SiO2	66.60	66.76
TiO2	0.00	0.00
Al2O3	20.77	21.28
FeO	0.01	0.05
MgO	0.00	0.01
MnO	0.00	0.01
CaO	1.29	1.56
Na2O	11.26	10.96
K2O	0.16	0.21
Si	2.92	2.91
Al	1.07	1.09
Ti	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00
Ca	0.06	0.07
Na	0.96	0.93
K	0.01	0.01
%An	3.53	4.32
%Ab	95.85	94.83
%Or	0.62	0.86

Tabla 28.- Biotitas del granito del Castillo.I

Ref.	MOK-5	MOK-5	MOK-5	MOK-5	MOK-5	MOK-5
Facies	*Mayoritaria*					
	Centro	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*
SiO2	34.13	33.50	33.87	33.37	33.74	33.88
TiO2	2.96	2.52	2.53	3.31	2.20	2.34
Al2O3	13.63	14.07	13.92	13.96	14.61	13.97
FeO	33.69	33.36	33.66	33.39	34.16	34.45
MgO	0.93	0.88	0.91	0.81	0.91	0.95
MnO	0.44	0.44	0.46	0.48	0.44	0.51
CaO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00
Na2O	0.09	0.03	0.05	0.05	0.07	0.02
K2O	8.94	8.87	8.93	9.02	8.78	8.90
		Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.83	2.82	2.83	2.79	2.80	2.82
Alt	1.33	1.39	1.37	1.37	1.43	1.37
Al IV	1.17	1.19	1.17	1.21	1.20	1.18
Al VI	0.17	0.21	0.20	0.16	0.23	0.19
Ti	0.18	0.16	0.16	0.21	0.14	0.15
Mg	0.11	0.11	0.11	0.10	0.11	0.12
Fe	2.34	2.34	2.35	2.33	2.37	2.40
Mn	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
Σ M	2.83	2.85	2.85	2.84	2.88	2.88
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
K	0.95	0.95	0.95	0.96	0.93	0.94
Σ A	0.96	0.95	0.96	0.97	0.94	0.95
Fe/Fe+M	0.95	0.96	0.95	0.96	0.96	0.95

Ref.	MOK-5	MOK-5	MOK-9	MOK-9	MOK-9	MOK-9	MOK-9
Facies	*Mayoritaria*						
	Centro	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Centro*
SiO2	33.17	32.99	32.99	33.52	33.24	33.73	33.57
TiO2	1.99	1.93	3.15	3.45	2.21	2.40	2.11
Al2O3	14.29	13.98	13.10	13.27	14.38	14.81	13.92
FeO	34.31	34.60	33.69	33.84	34.57	33.63	34.54
MgO	0.85	0.83	0.85	0.79	0.89	0.62	0.93
MnO	0.43	0.43	0.43	0.42	0.44	0.47	0.50
CaO	0.02	0.01	0.18	0.00	0.06	0.01	0.02
Na2O	0.06	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	0.03
K2O	8.93	8.88	8.50	8.82	8.68	8.95	8.86
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.79	2.80	2.81	2.81	2.78	2.80	2.81
Alt	1.42	1.40	1.31	1.31	1.42	1.45	1.37
Al IV	1.21	1.21	1.19	1.19	1.22	1.20	1.19
Al VI	0.21	0.19	0.12	0.12	0.20	0.25	0.19
Ti	0.13	0.12	0.20	0.22	0.14	0.15	0.13
Mg	0.11	0.11	0.11	0.10	0.11	0.08	0.12
Fe	2.42	2.45	2.40	2.37	2.42	2.34	2.42
Mn	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
Σ M	2.89	2.90	2.85	2.84	2.90	2.85	2.89
Ca	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.96	0.96	0.92	0.94	0.93	0.95	0.95
Σ A	0.97	0.97	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95
Fe/Fe+M	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.97	0.95

Tabla 28.- Biotitas del granito del Castillo.II

Ref.	MOK-9	MOK-9	SOK-36	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37
Facies	*Mayoritaria*						
	Centro	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	33.44	33.44	33.54	34.47	33.40	32.68	34.11
TiO2	1.86	1.86	1.79	2.61	2.47	2.26	2.22
Al2O3	14.62	14.62	15.02	16.22	15.50	15.34	14.62
FeO	34.00	34.00	34.63	32.56	34.13	34.39	34.47
MgO	0.87	0.87	0.48	0.62	0.55	0.49	0.55
MnO	0.46	0.46	0.44	0.10	0.12	0.11	0.13
CaO	0.03	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02
Na2O	0.06	0.06	0.02	0.03	0.04	0.01	0.02
K2O	8.95	8.95	8.91	9.15	8.85	8.77	8.83
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.80	2.80	2.79	2.80	2.76	2.74	2.83
Alt	1.44	1.44	1.47	1.55	1.51	1.52	1.43
Al IV	1.20	1.20	1.21	1.21	1.24	1.26	1.18
Al VI	0.24	0.24	0.27	0.35	0.27	0.26	0.25
Ti	0.12	0.12	0.11	0.16	0.15	0.14	0.14
Mg	0.11	0.11	0.06	0.08	0.07	0.06	0.07
Fe	2.38	2.38	2.41	2.21	2.36	2.41	2.39
Mn	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.88	2.88	2.88	2.80	2.86	2.89	2.85
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
K	0.96	0.96	0.95	0.95	0.93	0.94	0.93
Σ A	0.97	0.97	0.95	0.95	0.94	0.94	0.94
Fe/Fe+M	0.96	0.96	0.98	0.97	0.97	0.98	0.97

Ref.	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37
Facies	*Mayoritaria*						
	Centro	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Borde*
SiO2	33.68	33.81	35.03	34.45	32.41	33.63	33.57
TiO2	2.23	2.30	2.18	2.09	2.14	2.47	2.13
Al2O3	15.41	15.52	15.47	14.69	15.97	15.81	15.28
FeO	34.45	34.16	34.21	34.42	34.07	33.96	34.51
MgO	0.50	0.52	0.53	0.57	0.50	0.54	0.53
MnO	0.12	0.08	0.13	0.11	0.09	0.11	0.09
CaO	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Na2O	0.04	0.01	0.04	0.04	0.05	0.02	0.03
K2O	8.93	8.81	9.00	8.92	8.82	8.88	8.88
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.78	2.79	2.83	2.84	2.72	2.76	2.78
Alt	1.50	1.51	1.47	1.43	1.58	1.53	1.49
Al IV	1.22	1.22	1.17	1.16	1.28	1.24	1.22
Al VI	0.28	0.29	0.31	0.27	0.29	0.29	0.27
Ti	0.14	0.14	0.13	0.13	0.14	0.15	0.13
Mg	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.07	0.07
Fe	2.38	2.35	2.31	2.37	2.39	2.33	2.39
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.86	2.86	2.83	2.85	2.88	2.85	2.87
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
K	0.94	0.93	0.93	0.94	0.94	0.93	0.94
Σ A	0.95	0.93	0.94	0.95	0.95	0.93	0.94
Fe/Fe+M	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97

Tabla 28.- Biotitas del granito del Castillo.III

Ref.	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37
Facies	*Mayoritaria*							
	Centro	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	34.79	34.03	35.45	33.20	32.38	34.17	33.67	34.98
TiO2	2.14	2.00	2.25	1.79	1.35	1.95	2.01	2.00
Al2O3	14.20	14.71	14.69	14.86	15.14	14.59	15.39	14.54
FeO	34.60	35.20	34.36	35.57	36.77	34.63	34.55	34.49
MgO	0.61	0.56	0.59	0.51	0.56	0.55	0.54	0.56
MnO	0.10	0.13	0.10	0.13	0.11	0.11	0.08	0.09
CaO	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01
Na2O	0.03	0.03	0.06	0.02	0.05	0.04	0.05	0.01
K2O	8.86	8.31	9.01	8.54	7.84	8.55	8.84	8.63
			Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.87	2.82	2.87	2.78	2.73	2.84	2.79	2.87
Alt	1.38	1.44	1.40	1.47	1.51	1.43	1.50	1.41
Al IV	1.13	1.18	1.13	1.22	1.27	1.16	1.22	1.13
Al VI	0.25	0.26	0.28	0.24	0.24	0.27	0.28	0.28
Ti	0.13	0.13	0.14	0.11	0.09	0.12	0.13	0.12
Mg	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
Fe	2.38	2.44	2.33	2.49	2.60	2.40	2.39	2.37
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.85	2.90	2.82	2.92	3.00	2.87	2.87	2.85
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
K	0.93	0.88	0.93	0.91	0.84	0.91	0.93	0.90
Σ A	0.94	0.88	0.94	0.92	0.85	0.92	0.94	0.91
Fe/Fe+M	0.97	0.97	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97

Ref.	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37	SOK-37
Facies	*Mayoritaria*					
	Centro	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*
SiO2	31.32	33.21	32.38	33.17	33.10	34.81
TiO2	1.42	1.78	2.15	1.91	2.17	2.08
Al2O3	15.54	15.08	15.44	15.15	15.03	14.35
FeO	36.91	35.88	36.14	35.47	34.46	34.15
MgO	0.70	0.51	0.53	0.57	0.55	0.53
MnO	0.09	0.12	0.13	0.13	0.10	0.12
CaO	0.06	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00
Na2O	0.08	0.01	0.03	0.04	0.04	0.00
K2O	6.18	8.56	8.11	8.49	8.66	8.78
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.69	2.77	2.71	2.76	2.77	2.88
Alt	1.57	1.48	1.52	1.49	1.48	1.40
Al IV	1.31	1.23	1.29	1.24	1.23	1.12
Al VI	0.26	0.25	0.23	0.25	0.26	0.27
Ti	0.09	0.11	0.14	0.12	0.14	0.13
Mg	0.09	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07
Fe	2.65	2.50	2.53	2.47	2.41	2.36
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	3.09	2.93	2.96	2.92	2.88	2.83
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
K	0.68	0.91	0.87	0.90	0.93	0.93
Σ A	0.69	0.91	0.87	0.91	0.93	0.93
Fe/Fe+M	0.97	0.98	0.97	0.97	0.97	0.97

Tabla 28.- Biotitas del granito del Castillo.IV

Ref.	**SOK-37**	**SOK-37**	**SOK-37**
Facies	*Mayoritaria*		
		Borde	*Centro*
SiO2	33.92	33.63	33.35
TiO2	2.43	2.29	2.11
Al2O3	16.07	15.36	15.43
FeO	33.09	34.33	34.50
MgO	0.53	0.53	0.56
MnO	0.07	0.09	0.12
CaO	0.01	0.01	0.00
Na2O	0.03	0.05	0.02
K2O	8.99	8.83	9.03
Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.78	2.78	2.77
Alt	1.55	1.50	1.51
Al IV	1.22	1.22	1.24
Al VI	0.33	0.28	0.27
Ti	0.15	0.14	0.13
Mg	0.07	0.07	0.07
Fe	2.27	2.37	2.39
Mn	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.82	2.86	2.87
Ca	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.00
K	0.94	0.93	0.95
Σ A	0.95	0.94	0.96
Fe/Fe+M	0.97	0.97	0.97

Tabla 29.- Anfíboles del granito del Castillo

Ref.	**MOK-5**	**MOK-5**	**MOK-5**	**MOK-5**	**MOK-5**
Facies	*Mayoritaria*				
	Borde	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*
SiO2	39.63	39.34	40.07	40.60	40.72
TiO2	2.08	2.07	1.51	1.58	1.56
Al2O3	8.06	8.03	7.34	7.60	7.22
FeOt	31.98	32.14	32.70	32.52	32.57
MgO	0.73	0.68	0.64	0.64	0.59
MnO	0.67	0.72	0.78	0.87	0.87
CaO	9.99	9.96	10.20	10.14	9.87
Na2O	1.75	1.71	1.09	1.30	1.36
K2O	1.33	1.31	1.15	1.20	1.17
Total	96.22	95.97	95.47	96.44	95.92
		Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	6.53	6.51	6.64	6.66	6.71
Al IV	1.47	1.49	1.36	1.35	1.29
Al VI	0.09	0.08	0.07	0.12	0.11
Alt	1.57	1.57	1.43	1.47	1.40
Ti	0.26	0.26	0.19	0.19	0.19
Fe3+	0.45	0.44	0.59	0.52	0.53
Fe2+	3.96	4.01	3.94	3.94	3.95
Mg	0.18	0.17	0.16	0.16	0.15
Mn	0.09	0.10	0.11	0.12	0.12
Σ O	5.03	5.05	5.06	5.05	5.05
Ca	1.76	1.77	1.81	1.78	1.74
Na(M4)	0.11	0.09	0.07	0.09	0.10
B	1.87	1.86	1.88	1.87	1.84
K	0.28	0.28	0.24	0.25	0.25
Na(A)	0.35	0.37	0.22	0.24	0.23
A	0.63	0.64	0.46	0.49	0.47
Mg/Mg+Fe	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Geobarómetros (P en kbar)					
Hammastrom	3.93	3.94	3.27	3.45	3.12
Hollister	4.06	4.07	3.32	3.51	3.14
Jonhson	3.16	3.16	2.59	2.74	2.46
Schmidt	4.44	4.44	3.81	3.97	3.66

Tabla 29.- Anfíboles del granito del Castillo

Ref.	MOK-5	MOK-5	MOK-5	MOK-5	MOK-9
Facies	*Mayoritaria*				
	Borde	*Borde*	*Borde*	*Borde*	*Borde*
SiO2	40.01	41.02	39.39	39.70	39.30
TiO2	1.60	1.69	2.02	2.02	2.15
Al2O3	7.54	7.01	8.22	7.87	8.24
FeOt	32.57	32.72	32.30	32.13	31.59
MgO	0.72	0.80	0.61	0.74	0.85
MnO	0.82	0.82	0.76	0.59	0.65
CaO	9.73	9.59	10.00	10.04	10.00
Na2O	1.78	1.57	1.49	2.01	1.77
K2O	1.19	1.13	1.38	1.31	1.35
Total	95.94	96.34	96.17	96.41	95.91
		Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	6.62	6.73	6.49	6.54	6.49
Al IV	1.38	1.27	1.51	1.46	1.51
Al VI	0.09	0.09	0.09	0.07	0.10
Alt	1.47	1.36	1.60	1.53	1.61
Ti	0.20	0.21	0.25	0.25	0.27
Fe3+	0.48	0.48	0.52	0.40	0.44
Fe2+	4.03	4.01	3.94	4.03	3.92
Mg	0.18	0.20	0.15	0.18	0.21
Mn	0.12	0.11	0.11	0.08	0.09
Σ O	5.08	5.09	5.05	5.01	5.02
Ca	1.72	1.69	1.77	1.77	1.77
Na(M4)	0.10	0.11	0.09	0.11	0.10
B	1.82	1.80	1.86	1.88	1.87
K	0.25	0.24	0.29	0.28	0.28
Na(A)	0.37	0.28	0.29	0.43	0.36
A	0.62	0.51	0.58	0.70	0.64
Mg/Mg+Fe	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05
Geobarómetros (P en kbar)					
Hammastrom	3.45	2.88	4.10	3.75	4.14
Hollister	3.52	2.88	4.25	3.86	4.29
Jonhson	2.75	2.26	3.30	3.00	3.33
Schmidt	3.98	3.44	4.60	4.26	4.63

Tabla 29.- Anfíboles del granito del Castillo

Ref.	MOK-9	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*							
	Borde	*Borde en contacto con plag.*		*Medio*	*Medio*	*Centro*	*Medio*	*Borde*
SiO2	38.72	40.54	38.87	40.16	40.11	40.10	39.76	40.31
TiO2	1.55	0.89	1.08	1.05	2.02	1.47	0.94	1.75
Al2O3	8.93	9.64	10.29	8.39	8.43	8.56	9.87	8.31
FeOt	32.04	31.76	31.89	32.76	32.46	31.93	32.20	32.05
MgO	0.59	0.36	0.28	0.43	0.37	0.40	0.44	0.42
MnO	0.64	0.71	0.63	0.67	0.65	0.70	0.61	0.78
CaO	10.24	10.46	10.41	9.99	10.20	10.01	10.43	10.70
Na2O	1.35	1.11	1.16	0.96	1.30	1.01	0.98	1.07
K2O	1.53	1.44	1.54	1.37	1.31	1.53	1.53	1.39
Total	95.60	96.91	96.15	95.79	96.83	95.70	96.75	96.77
		Fórmula estructural 23 oxígenos						
Si	6.42	6.58	6.38	6.62	6.55	6.62	6.46	6.59
Al IV	1.58	1.42	1.62	1.39	1.45	1.39	1.54	1.41
Al VI	0.16	0.42	0.37	0.24	0.17	0.28	0.35	0.20
Alt	1.75	1.84	1.99	1.63	1.62	1.66	1.89	1.60
Ti	0.19	0.11	0.13	0.13	0.25	0.18	0.12	0.22
Fe3+	0.57	0.44	0.59	0.59	0.46	0.45	0.63	0.39
Fe2+	3.87	3.87	3.79	3.92	3.97	3.96	3.74	3.99
Mg	0.15	0.09	0.07	0.11	0.09	0.10	0.11	0.10
Mn	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.10	0.08	0.11
Σ O	5.03	5.03	5.03	5.09	5.03	5.06	5.03	5.00
Ca	1.82	1.82	1.83	1.76	1.78	1.77	1.82	1.88
Na(M4)	0.08	0.08	0.07	0.08	0.09	0.09	0.08	0.06
B	1.89	1.90	1.90	1.84	1.88	1.85	1.89	1.94
K	0.32	0.30	0.32	0.29	0.27	0.32	0.32	0.29
Na(A)	0.28	0.19	0.23	0.16	0.23	0.15	0.16	0.22
A	0.61	0.49	0.55	0.44	0.50	0.47	0.47	0.51
Mg/Mg+Fe	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
Geobarómetros (P en kbar)								
Hammastr	4.84	5.34	6.07	4.25	4.22	4.43	5.57	4.13
Hollister	5.08	5.64	6.46	4.42	4.39	4.62	5.90	4.28
Jonhson	3.93	4.35	4.97	3.43	3.40	3.58	4.55	3.32
Schmidt	5.30	5.77	6.46	4.74	4.71	4.91	5.98	4.62

Tabla 29.- Anfíboles del granito del Castillo

Ref.	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*						
	Medio	*Borde*	*Centro*	*Borde/Bt*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	40.66	40.23	38.68	40.02	40.35	40.51	39.55
TiO2	1.86	1.95	0.44	1.66	0.84	0.98	1.38
Al2O3	8.00	7.90	10.28	8.03	9.73	8.78	9.42
FeOt	32.74	33.01	32.56	33.14	32.05	32.60	32.04
MgO	0.32	0.32	0.37	0.35	0.38	0.42	0.35
MnO	0.74	0.81	0.69	0.70	0.66	0.66	0.66
CaO	10.15	9.68	9.73	9.52	10.81	10.42	10.63
Na2O	1.17	1.47	0.98	1.24	1.00	0.90	1.00
K2O	1.28	1.31	1.65	1.31	1.45	1.49	1.56
Total	96.91	96.67	95.38	95.96	97.26	96.76	96.60
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.63	6.59	6.39	6.60	6.53	6.60	6.47
Al IV	1.37	1.41	1.61	1.40	1.47	1.40	1.53
Al VI	0.17	0.11	0.39	0.16	0.39	0.29	0.28
Alt	1.54	1.52	2.00	1.56	1.86	1.69	1.82
Ti	0.23	0.24	0.06	0.21	0.10	0.12	0.17
Fe3+	0.49	0.56	0.76	0.57	0.51	0.56	0.52
Fe2+	3.98	3.96	3.73	4.00	3.83	3.88	3.86
Mg	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.09
Mn	0.10	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09
Σ O	5.04	5.06	5.13	5.12	5.01	5.04	5.01
Ca	1.77	1.70	1.72	1.68	1.87	1.82	1.86
Na(M4)	0.09	0.12	0.08	0.10	0.06	0.07	0.06
B	1.87	1.82	1.80	1.78	1.93	1.89	1.93
K	0.27	0.27	0.35	0.28	0.30	0.31	0.33
Na(A)	0.18	0.22	0.16	0.19	0.19	0.14	0.19
A	0.45	0.50	0.51	0.47	0.49	0.45	0.52
Mg/Mg+Fe	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	3.80	3.73	6.12	3.91	5.39	4.55	5.20
Hollister	3.91	3.84	6.52	4.04	5.70	4.75	5.48
Jonhson	3.04	2.98	5.02	3.14	4.40	3.68	4.23
Schmidt	4.31	4.24	6.51	4.41	5.82	5.02	5.63

Tabla 29.- Anfíboles del granito del Castillo

Ref.	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*					
	Borde		*Centro*	*Borde*	*Medio*	*Borde-alt.*
SiO2	40.19	40.25	40.37	40.12	40.23	38.89
TiO2	1.76	1.85	1.80	0.65	0.36	0.26
Al2O3	8.35	8.06	7.87	9.94	9.33	12.04
FeOt	32.24	32.39	32.96	32.84	32.87	31.21
MgO	0.34	0.36	0.30	0.36	0.31	0.31
MnO	0.62	0.85	0.63	0.73	0.64	0.55
CaO	10.22	10.18	10.38	8.95	10.79	10.92
Na2O	1.19	1.33	1.08	0.88	1.00	1.06
K2O	1.39	1.34	1.25	1.50	1.54	1.70
Total	96.32	96.60	96.62	95.96	97.07	96.94
		Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.60	6.60	6.62	6.59	6.54	6.30
Al IV	1.40	1.40	1.39	1.41	1.46	1.70
Al VI	0.21	0.16	0.13	0.51	0.33	0.59
Alt	1.62	1.56	1.52	1.92	1.79	2.30
Ti	0.22	0.23	0.22	0.08	0.04	0.03
Fe3+	0.44	0.45	0.50	0.43	0.65	0.59
Fe2+	3.99	3.99	4.01	4.08	3.82	3.64
Mg	0.08	0.09	0.07	0.09	0.08	0.07
Mn	0.09	0.12	0.09	0.10	0.09	0.08
Σ O	5.03	5.03	5.03	5.29	5.00	5.00
Ca	1.80	1.79	1.82	1.57	1.88	1.89
Na(M4)	0.09	0.09	0.07	0.07	0.06	0.06
B	1.89	1.88	1.90	1.64	1.94	1.95
K	0.29	0.28	0.26	0.32	0.32	0.35
Na(A)	0.20	0.24	0.20	0.14	0.20	0.22
A	0.49	0.52	0.46	0.46	0.52	0.57
Mg/Mg+Fe	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	4.19	3.89	3.71	5.73	5.05	7.61
Hollister	4.35	4.02	3.81	6.09	5.32	8.19
Jonhson	3.38	3.12	2.96	4.69	4.11	6.29
Schmidt	4.68	4.40	4.22	6.14	5.50	7.92

Tabla 29.- Anfíboles del granito del Castillo

Ref.	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*						
	Borde	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	41.23	40.26	39.83	40.11	39.05	39.07	40.11
TiO2	1.81	1.86	1.89	1.88	1.30	1.74	1.71
Al2O3	8.84	8.63	8.32	8.48	11.57	8.39	8.63
FeOt	32.05	31.86	32.78	32.55	30.02	33.09	32.22
MgO	0.36	0.37	0.42	0.39	0.37	0.36	0.38
MnO	0.69	0.77	0.60	0.65	0.55	0.64	0.71
CaO	10.22	10.29	9.95	10.13	9.93	9.49	10.74
Na2O	1.38	1.24	1.55	1.42	1.00	0.97	1.05
K2O	1.35	1.44	1.37	1.26	1.99	1.48	1.45
Total	97.92	96.73	96.70	96.87	95.78	95.21	96.99
	Fórmula estructural 23 oxígenos						
Si	6.63	6.58	6.53	6.55	6.39	6.51	6.55
Al IV	1.37	1.42	1.47	1.45	1.61	1.50	1.45
Al VI	0.30	0.24	0.14	0.18	0.62	0.15	0.21
Alt	1.68	1.66	1.61	1.63	2.23	1.65	1.66
Ti	0.22	0.23	0.23	0.23	0.16	0.22	0.21
Fe3+	0.39	0.40	0.51	0.48	0.34	0.59	0.43
Fe2+	3.92	3.95	3.98	3.96	3.76	4.01	3.97
Mg	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09
Mn	0.09	0.11	0.08	0.09	0.08	0.09	0.10
Σ O	5.01	5.02	5.05	5.04	5.06	5.16	5.00
Ca	1.76	1.80	1.75	1.77	1.74	1.69	1.88
Na(M4)	0.12	0.09	0.10	0.10	0.10	0.08	0.06
B	1.87	1.89	1.85	1.87	1.84	1.77	1.94
K	0.28	0.30	0.29	0.26	0.41	0.31	0.30
Na(A)	0.20	0.21	0.28	0.26	0.11	0.16	0.21
A	0.48	0.51	0.57	0.52	0.53	0.47	0.52
Mg/Mg+Fe	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	4.49	4.42	4.14	4.27	7.28	4.34	4.41
Hollister	4.68	4.61	4.30	4.44	7.82	4.52	4.60
Jonhson	3.63	3.57	3.34	3.44	6.01	3.50	3.56
Schmidt	4.96	4.90	4.64	4.76	7.61	4.82	4.89

Tabla 29.- Anfíboles del granito del Castillo

Ref.	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*					
	Centro	*Centro*	*Borde*		*Centro*	*Borde*
SiO2	38.52	41.17	38.60	40.05	40.09	40.11
TiO2	3.47	1.39	3.24	0.93	1.96	2.00
Al2O3	9.64	8.71	9.83	10.00	8.24	8.12
FeOt	31.27	32.47	29.81	31.63	32.89	32.74
MgO	0.33	0.37	0.30	0.34	0.29	0.30
MnO	0.66	0.70	0.67	0.71	0.69	0.72
CaO	9.55	9.68	11.98	10.82	10.09	10.06
Na2O	1.11	1.03	1.04	0.97	1.40	1.37
K2O	1.56	1.44	1.42	1.46	1.38	1.35
Total	96.10	96.96	96.88	96.91	97.01	96.78
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	6.33	6.69	6.18	6.50	6.55	6.57
Al IV	1.67	1.31	1.82	1.50	1.45	1.43
Al VI	0.20	0.36	0.03	0.42	0.14	0.14
Alt	1.87	1.67	1.85	1.91	1.59	1.57
Ti	0.43	0.17	0.39	0.11	0.24	0.25
Fe3+	0.39	0.39	1.15	0.48	0.49	0.48
Fe2+	3.91	4.02	2.84	3.81	4.01	4.00
Mg	0.08	0.09	0.07	0.08	0.07	0.07
Mn	0.09	0.10	0.09	0.10	0.10	0.10
Σ O	5.09	5.12	4.57	5.00	5.04	5.04
Ca	1.68	1.68	2.05	1.88	1.77	1.76
Na(M4)	0.11	0.10	0.19	0.06	0.10	0.10
B	1.79	1.78	2.24	1.94	1.86	1.86
K	0.33	0.30	0.29	0.30	0.29	0.28
Na(A)	0.13	0.13	-0.05	0.19	0.25	0.24
A	0.46	0.43	0.24	0.49	0.53	0.52
Mg/Mg+Fe	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastr	5.45	4.45	5.39	5.69	4.04	3.95
Hollister	5.76	4.64	5.69	6.03	4.19	4.08
Jonhson	4.45	3.59	4.39	4.65	3.25	3.17
Schmidt	5.87	4.92	5.81	6.10	4.54	4.45

Tabla 29.- Anfíboles del granito del Castillo

Ref.	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36	SOK-36
Facies	*Mayoritaria*				
	Centro	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*
SiO2	40.10	40.28	39.54	40.97	40.27
TiO2	1.93	1.96	1.56	0.88	1.75
Al2O3	7.78	8.19	9.17	8.35	8.62
FeOt	32.63	32.87	31.44	32.62	32.10
MgO	0.35	0.34	0.37	0.35	0.29
MnO	0.70	0.65	0.68	0.75	0.78
CaO	10.02	10.09	10.72	10.63	10.56
Na2O	1.40	1.42	1.13	1.02	1.17
K2O	1.31	1.35	1.50	1.28	1.43
Total	96.21	97.13	96.11	96.86	96.98
	Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.61	6.57	6.51	6.67	6.58
Al IV	1.39	1.43	1.49	1.33	1.43
Al VI	0.12	0.14	0.29	0.28	0.23
Alt	1.51	1.57	1.78	1.60	1.66
Ti	0.24	0.24	0.19	0.11	0.22
Fe3+	0.47	0.48	0.36	0.51	0.38
Fe2+	4.03	4.00	3.97	3.93	4.00
Mg	0.09	0.08	0.09	0.09	0.07
Mn	0.10	0.09	0.10	0.10	0.11
Σ O	5.03	5.04	5.00	5.02	5.01
Ca	1.77	1.76	1.89	1.85	1.85
Na(M4)	0.10	0.10	0.06	0.07	0.07
B	1.87	1.86	1.95	1.92	1.92
K	0.27	0.28	0.32	0.27	0.30
Na(A)	0.25	0.25	0.25	0.19	0.23
A	0.53	0.53	0.56	0.46	0.53
Mg/Mg+Fe	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Geobarómetros (P en kbar)					
Hammastrom	3.66	3.98	5.01	4.13	4.41
Hollister	3.76	4.12	5.27	4.28	4.59
Jonhson	2.93	3.20	4.07	3.32	3.56
Schmidt	4.18	4.48	5.46	4.62	4.88

Tabla 29.- Anfíboles del granito del Castillo

Ref.	**SOK-36**	**SOK-36**	**SOK-36**	**SOK-36**
Facies	*Mayoritaria*			
	Borde	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	39.80	39.98	39.54	39.75
TiO2	1.86	1.90	1.97	1.83
Al2O3	8.31	8.31	8.31	8.34
FeOt	32.57	32.39	32.87	32.55
MgO	0.38	0.29	0.34	0.37
MnO	0.59	0.66	0.64	0.70
CaO	10.06	10.29	10.12	10.07
Na2O	1.58	1.40	1.69	1.60
K2O	1.41	1.44	1.44	1.39
Total	96.57	96.66	96.92	96.61
Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	6.54	6.57	6.49	6.53
Al IV	1.46	1.44	1.51	1.47
Al VI	0.15	0.17	0.10	0.15
Alt	1.61	1.61	1.61	1.62
Ti	0.23	0.24	0.24	0.23
Fe3+	0.45	0.40	0.46	0.46
Fe2+	4.02	4.05	4.06	4.01
Mg	0.09	0.07	0.08	0.09
Mn	0.08	0.09	0.09	0.10
Σ O	5.03	5.01	5.03	5.03
Ca	1.77	1.81	1.78	1.77
Na(M4)	0.10	0.09	0.10	0.10
B	1.87	1.90	1.88	1.87
K	0.30	0.30	0.30	0.29
Na(A)	0.30	0.27	0.35	0.31
A	0.60	0.57	0.65	0.61
Mg/Mg+Fe	0.02	0.02	0.02	0.02
Geobarómetros (P en kbar)				
Hammastrom	4.16	4.15	4.16	4.19
Hollister	4.32	4.30	4.31	4.35
Jonhson	3.35	3.34	3.35	3.37
Schmidt	4.65	4.64	4.65	4.68

Tabla 30.- Granito del Castillo. I

Ref.	MOK-5	MOK-9	SOK-13	SOK-14	SOK-18	SOK-20	SOK-21	SOK-22
	Facies común							
				Elementos mayores (%wt)				
SiO2	70.86	71.49	71.91	71.83	72.00	71.39	71.36	71.74
TiO2	0.30	0.28	0.27	0.29	0.25	0.28	0.28	0.26
Al2O3	13.97	14.02	14.34	14.25	14.42	14.12	13.89	13.70
Fe2O3*	0.84	0.81	0.75	0.87	0.82	0.91	0.79	0.77
FeO*	2.97	2.84	2.70	2.71	2.57	2.62	2.52	2.39
MgO	0.13	0.12	0.18	0.20	0.13	0.00	0.00	0.00
MnO	0.07	0.07	0.07	0.05	0.06	0.07	0.07	0.05
CaO	1.52	1.47	1.47	1.02	0.98	0.84	1.27	1.04
Na2O	3.99	4.02	4.15	3.66	3.74	3.91	3.93	3.92
K2O	4.97	4.91	4.88	4.85	5.09	5.08	4.98	5.14
P2O5	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.06
L.O.I.	0.51	0.49	0.41	0.59	0.42	0.64	0.55	0.48
Suma	100.17	100.56	101.18	100.35	100.53	99.89	99.68	99.57
				Norma CIPW				
Q	23.77	24.47	23.97	27.89	26.87	26.07	25.51	25.92
Cor	0	0	0	1.2	1.08	0.78	0	0
Ort	29.46	28.99	28.59	28.71	30.06	30.23	29.67	30.66
Ab	33.83	33.95	34.87	31.05	31.58	33.28	33.54	33.46
An	5.57	5.72	6.02	4.83	4.56	3.9	5.61	4.64
Hy	3.93	3.9	4.01	4.39	4.05	3.73	3.47	3.37
Di	1.52	1.14	0.81	0	0	0	0.38	0.13
Mag	1.22	1.17	1.08	1.26	1.19	1.33	1.15	1.12
Ilm	0.57	0.53	0.5	0.54	0.47	0.54	0.53	0.5
Ap	0.09	0.09	0.1	0.08	0.1	0.1	0.11	0.15
%An en Pl	14.13	14.41	14.72	13.46	12.61	10.48	14.32	12.17
ITT	92.63	93.13	93.45	92.48	93.07	93.48	94.33	94.68
ISA	0.95	0.96	0.97	1.09	1.07	1.05	0.98	0.99
ICA	0.188	0.183	0.181	0.141	0.133	0.113	0.163	0.136
IA	0.854	0.85	0.845	0.791	0.809	0.844	0.853	0.877
Fe/Fe+Mg	0.942	0.944	0.912	0.907	0.933	1	1	1

Tabla 30.- Granito del Castillo. II

Ref.	SOK-24	SOK-36	MOK-11
	Facies común		*Facies de borde*
	Elementos mayores (%wt)		
SiO2	72.16	70.52	76.63
TiO2	0.27	0.21	0.15
Al2O3	14.20	13.78	13.42
Fe2O3*	0.83	0.85	0.34
FeO*	2.53	2.18	0.95
MgO	0.00	0.19	0.18
MnO	0.05	0.04	0.01
CaO	0.91	0.75	0.55
Na2O	3.95	4.26	3.78
K2O	5.10	4.99	4.12
P2O5	0.04	0.03	0.02
L.O.I.	0.57	0.63	0.49
Suma	100.60	98.43	100.64
	Norma CIPW		
Q	26.21	24	36.85
Cor	0.64	0.08	1.78
Ort	30.1	30.15	24.3
Ab	33.4	36.81	31.96
An	4.22	3.6	2.59
Hy	3.59	3.57	1.67
Di	0	0	0
Mag	1.19	1.26	0.49
Ilm	0.52	0.41	0.28
Ap	0.1	0.06	0.04
%An en Pl	11.21	8.9	7.49
ITT	93.93	94.56	95.7
ISA	1.04	1.00	1.15
ICA	0.121	0.099	0.086
IA	0.846	0.9	0.796
Fe/Fe+Mg	1	0.897	0.796

Tabla 30.- Granito del Castillo. III

Ref.	MOK-5	MOK-9	SOK-13	SOK-14	SOK-18	SOK-20	SOK-21	SOK-22
	Facies común							
				Elementos traza (ppm)				
Li	30.9	28.7	32.5	0.84	2.68	5.62	13.1	1.17
Rb	148	140	143	135	126	133	135	133
Cs	2.95	2.92	3.33	1.70	2.42	2.89	2.32	2.34
Be	5.73	5.69	5.44	5.92	4.42	7.17	6.13	6.76
Sr	103	99	100	85.9	82.2	81.9	91.9	80.4
Ba	1 200	1 228	1 189	1 218	1 281	1 115	1 137	1 122
Sc	4.89	4.51	4.09	4.40	2.68	7.81	3.21	7.87
V	9.67	9.71	9.10	9.70	8.62	2.75	8.25	2.47
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.32	0.32
Co	55.4	46.5	58.5	54.7	56.7	69.8	59.5	65.4
Ni	0.00	0.00	2.14	0.00	0.62	0.95	0.98	0.78
Cu	4.79	4.47	4.95	4.32	4.64	2.79	2.23	2.36
Zn	184	171	162	88.3	132	140	157	78.8
Ga	38.1	38.3	37.8	38.6	35.7	37.8	35.2	35.8
Y	96.4	89.2	86.4	61.0	46.3	58.7	129	82.9
Nb	63.4	57.5	55.2	56.2	51.4	57.4	55.2	51.5
Ta	5.22	4.38	4.17	4.55	3.76	3.89	4.15	3.55
Zr	621	603	568	611	583	611	589	563
Hf	25.8	24.1	23.1	24.9	24.4	20.6	23.1	19.7
Mo	6.39	2.51	2.13	5.16	0.98	2.97	4.79	1.39
Sn	7.76	7.27	10.6	8.87	7.14	4.45	6.36	5.32
Tl	0.69	0.67	0.70	0.55	0.60	0.59	0.59	0.55
Pb	16.9	17.0	18.8	15.1	15.4	18.7	22.7	15.0
U	5.31	3.45	3.95	4.80	2.68	3.84	6.26	2.49
Th	16.4	13.6	17.2	76.9	11.6	11.6	18.5	11.3
La	111	89.9	96.2	76.9	33.3	50.4	134	89.3
Ce	241	193	203	274	121	153	196	165
Pr	27.8	23.3	24.4	22.5	10.8	15.1	31.2	22.4
Nd	110	81.5	85.4	81.5	44.1	58.0	122	84.2
Sm	22.8	16.6	17.6	33.4	10.3	12.8	24.7	18.0
Eu	2.65	2.64	2.56	1.80	1.28	1.88	3.62	2.36
Gd	19.0	18.1	17.2	22.1	9.60	12.6	23.4	17.4
Tb	3.05	2.86	2.80	3.26	1.54	2.05	3.62	2.64
Dy	18.3	17.3	16.2	15.8	9.84	11.7	21.2	14.3
Ho	3.82	3.54	3.43	2.66	2.02	2.36	4.55	2.86
Er	9.88	9.44	8.69	6.61	5.34	6.24	11.9	7.53
Tm	1.52	1.37	1.32	1.03	0.80	0.96	1.80	1.14
Yb	9.51	8.65	8.07	6.42	4.86	6.03	11.3	6.73
Lu	1.41	1.20	1.18	0.94	0.71	0.92	1.57	1.00
K/Rb	278.42	292.08	283.12	298.10	335.07	317.68	306.86	322.04
Cs/Rb	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Tl/Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr/Hf	24.08	25.00	24.58	24.54	23.89	29.67	25.46	28.64
Th/U	3.08	3.94	4.36	16.04	4.33	3.02	2.95	4.55
Nd/Th	6.70	6.00	4.96	1.06	3.81	5.00	6.61	7.43
Nb/Ta	12.14	13.13	13.22	12.35	13.68	14.75	13.27	14.48
SumREE	581.01	469.37	488.12	549.13	256.01	334.32	591.58	434.77

Tabla 30.- Granito del Castillo. IV

Ref.	SOK-24	SOK-36	MOK-11
	Facies común		*Facies de borde*
	Elementos traza (ppm)		
Li	4.80	7.00	2.51
Rb	139	116	78.4
Cs	3.84	2.87	0.00
Be	6.43	5.38	5.57
Sr	82.6	78.4	68.7
Ba	1 248	1 226	644
Sc	3.04	0.73	0.94
V	7.96	1.13	7.83
Cr	3.10	0.60	0.00
Co	52.4	77.2	72.3
Ni	2.58	0.77	0.00
Cu	1.54	2.56	5.02
Zn	43.9	81.4	15.4
Ga	34.6	36.0	34.6
Y	96.6	49.7	21.8
Nb	59.1	54.2	36.2
Ta	4.14	3.87	3.63
Zr	665	608	302
Hf	26.8	24.5	15.7
Mo	2.93	1.09	1.81
Sn	6.17	6.45	6.25
Tl	0.69	0.51	0.22
Pb	12.9	14.3	7.38
U	3.88	4.06	5.58
Th	16.7	17.1	44.0
La	112	46.9	19.2
Ce	221	156	44.4
Pr	26.4	12.7	5.47
Nd	104	49.3	20.7
Sm	20.7	10.2	4.42
Eu	2.74	1.62	0.99
Gd	19.1	9.23	3.87
Tb	3.04	1.57	0.69
Dy	17.9	9.50	4.54
Ho	3.52	1.97	1.01
Er	9.44	5.23	2.98
Tm	1.38	0.86	0.50
Yb	8.62	5.32	3.28
Lu	1.25	0.78	0.51
K/Rb	305.00	357.65	436.01
Cs/Rb	0.03	0.02	0.00
Tl/Rb	0.00	0.00	0.00
Zr/Hf	24.75	24.82	19.20
Th/U	4.30	4.22	7.90
Nd/Th	6.24	2.88	0.47
Nb/Ta	14.26	14.02	9.97
SumREE	551.23	310.83	112.49

UNIVERSIDAD DE GRANADA
29 NOV. 2001
COMISION DE DOCTORADO

Tabla 31.- Datos isotópicos Rb-Sr del granito del Castillo

Ref.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	87Rb/86Sr	Sr/Sr	Rb87	87Sr/86Sr	e500Sr
MOK-5	148.18	102.689	4.176	0.731822	0.482584	0.702004	-27.197
MOK-9	139.544	99.197	4.071	0.73145	0.454459	0.702383	-21.819
SOK-13	142.955	99.719	4.149	0.731687	0.465569	0.702064	-26.343

Tabla 32.- Datos isotópicos Sm-Nd del granito del Castillo

Ref.	Sm (ppm)	Nd (ppm)	147Sm/144Nd	43Nd/144Nd	e500Nd
MOK-5	22.849	109.693	0.1259	0.512016	0.443
MOK-9	16.55	81.524	0.1227	0.512016	0.443
SOK-13	17.552	85.424	0.1242	0.512013	0.377

Tabla 33.- Edad del ganito del Castillo

Ref.	ACQ	204Pb/206Pb	207Pb/206Pb	ES	207Pb/206Pbc	Edad(Ma)	Error
MOK-5	(1)-1	0.000111372	0.058169715	0.28	0.05668662	479	6
MOK-5	(1)-1	0.00012948	0.058577366	0.31	0.05683155	485	7
MOK-5	(5)-1	0.003000894	0.100471782	0.87	0.05697019	490	19
MOK-5	(5)-2	0.001023247	0.072357593	0.24	0.0576293	516	6
MOK-5	(5)-2b	0.001045417	0.072396616	0.22	0.05733989	505	5
MOK-5	(5)-2b	0.001057563	0.072637971	0.14	0.05740617	507	3
MOK-5	(5)-3	0.001229306	0.075085888	0.2	0.05735672	505	5
MOK-5	(5)-3b	0.001228454	0.074721071	0.25	0.05699515	491	6
MOK-5	(5)-4	0.0015833	0.080353261	0.24	0.05748283	510	5
MOK-5	(5)-5	0.003495437	0.107768704	0.27	0.05708302	495	6
MOK-5	(5)-6	0.005202304	0.133374878	0.36	0.05795773	528	6
SOK-20	(2)-1	0.000102987	0.058607034	0.23	0.05724837	501	5
SOK-20	(2)-2	0.000095957	0.05891444	0.2	0.05765969	517	5
SOK-20	(2)-3	0.002286571	0.090883046	0.14	0.05780673	522	4
SOK-20	(2)-4	0.00004588	0.057372666	0.23	0.05684283	485	6

ES: error estándar de la medida de cada relación 207/206 a 2 sigma
207Pb/206Pbc-corregido

Tabla 34.- Plagioclasas del Complejo plutónico de Santa Olalla.I

Ref.	SOK-1	SOK-1	SOK-1	SOK-2	SOK-2	SOK-2	SOK-2
Caracteres	*Cristal*	*zonado*			*Cristal*	*zonado*	
	Borde	*Medio*	*Centro*		*Borde*	*Medio*	*Medio*
SiO2	59.31	54.38	54.85	58.91	59.75	53.13	54.09
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	25.11	28.63	28.20	25.04	24.74	28.27	27.93
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	6.92	10.77	10.53	7.07	6.65	11.41	10.84
Na2O	7.41	5.27	5.53	7.45	7.69	4.86	5.23
K2O	0.40	0.23	0.20	0.09	0.14	0.20	0.13
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.67	2.47	2.49	2.66	2.69	2.45	2.48
Al	1.33	1.53	1.51	1.33	1.31	1.54	1.51
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.33	0.52	0.51	0.34	0.32	0.56	0.53
Na	0.65	0.46	0.49	0.65	0.67	0.44	0.47
K	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	33.23	52.35	50.74	34.20	32.06	55.79	52.98
%Ab	64.47	46.25	48.17	65.30	67.13	43.03	46.22
%Or	2.30	1.40	1.09	0.50	0.80	1.19	0.80

Ref.	SOK-2	SOK-2	SOK-4	SOK-4	SOK-4	SOK-4	SOK-4
Caracteres	*Centro*		*Borde*	*Medio*	*Centro*	*Medio*	
SiO2	53.24	59.83	58.58	57.44	55.16	56.82	55.88
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	29.07	24.94	26.01	26.30	27.61	27.15	27.90
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	11.96	6.84	8.01	8.54	10.16	9.48	10.10
Na2O	4.68	7.84	7.09	6.58	5.74	6.07	5.85
K2O	0.09	0.10	0.14	0.27	0.22	0.29	0.17
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.43	2.68	2.62	2.60	2.51	2.56	2.52
Al	1.56	1.32	1.37	1.40	1.48	1.44	1.48
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.59	0.33	0.38	0.41	0.50	0.46	0.49
Na	0.41	0.68	0.62	0.58	0.51	0.53	0.51
K	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
%An	58.27	32.38	38.13	41.10	48.82	45.61	48.31
%Ab	41.24	67.13	61.07	57.31	49.90	52.79	50.69
%Or	0.50	0.49	0.79	1.59	1.28	1.60	0.99

Tabla 34.- Plagioclasas del Complejo plutónico de Santa Olalla.II

Ref.	SOK-5	SOK-5	SOK-5	SOK-5	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Caracteres		*Cristal*	*zonado*		*Cristal maclado*			
		Borde	*Medio*	*Centro*	*Centro*	*Medio*	*Borde1*	*Borde2*
SiO2	57.80	62.94	58.05	56.18	57.46	58.82	60.25	56.79
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
Al2O3	26.13	23.55	26.03	28.77	26.17	26.15	25.51	27.48
FeO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.15	0.14	0.20
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03	0.01
CaO	7.97	4.72	7.82	4.71	8.88	8.38	7.31	9.96
Na2O	7.18	9.03	7.00	5.94	6.33	6.82	7.51	5.78
K2O	0.12	0.20	0.22	3.48	0.26	0.28	0.16	0.20
		Fórmula estructural 8 oxígenos						
Si	2.61	2.78	2.62	2.55	2.59	2.62	2.66	2.54
Al	1.39	1.22	1.38	1.54	1.39	1.37	1.33	1.45
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.39	0.22	0.38	0.23	0.43	0.40	0.35	0.48
Na	0.63	0.77	0.61	0.52	0.55	0.59	0.64	0.50
K	0.01	0.01	0.01	0.20	0.02	0.02	0.01	0.01
%An	37.78	22.19	37.73	24.03	30.65	27.90	23.64	35.26
%Ab	61.53	76.72	61.08	54.88	68.07	70.76	75.60	63.70
%Or	0.69	1.10	1.20	21.09	1.29	1.34	0.76	1.04

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	58.31	56.36	57.56	55.57	56.23	55.71	55.67	58.70
TiO2	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Al2O3	26.63	27.87	27.16	28.07	27.86	27.87	27.86	25.99
FeO	0.15	0.16	0.12	0.17	0.18	0.16	0.19	0.09
MgO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
MnO	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	8.73	10.28	9.23	10.80	10.28	10.49	10.66	8.17
Na2O	6.58	5.80	6.41	5.31	5.73	5.70	5.43	6.94
K2O	0.18	0.06	0.18	0.15	0.16	0.15	0.16	0.10
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.60	2.52	2.57	2.50	2.52	2.51	2.51	2.62
Al	1.40	1.47	1.43	1.49	1.47	1.48	1.48	1.37
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.42	0.49	0.44	0.52	0.49	0.51	0.52	0.39
Na	0.57	0.50	0.55	0.46	0.50	0.50	0.47	0.60
K	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	29.61	36.17	31.33	39.20	36.27	36.87	38.36	27.31
%Ab	69.53	63.50	67.77	60.04	62.91	62.38	60.81	72.23
%Or	0.86	0.33	0.90	0.76	0.82	0.75	0.84	0.46

Tabla 34.- Plagioclasas del Complejo plutónico de Santa Olalla.III

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	55.85	54.78	55.93	56.47	55.26	56.29	58.51	55.21
TiO2	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Al2O3	27.48	28.12	27.92	27.49	28.01	27.34	26.00	27.86
FeO	0.17	0.21	0.15	0.14	0.22	0.24	0.15	0.17
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	10.27	11.22	10.46	9.97	10.91	10.14	8.20	10.77
Na2O	5.90	5.13	5.65	5.98	5.45	5.74	7.05	5.49
K2O	0.21	0.19	0.06	0.10	0.19	0.23	0.11	0.12
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.52	2.48	2.51	2.54	2.49	2.53	2.62	2.50
Al	1.46	1.50	1.48	1.45	1.49	1.45	1.37	1.49
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.50	0.55	0.50	0.48	0.53	0.49	0.39	0.52
Na	0.52	0.45	0.49	0.52	0.48	0.50	0.61	0.48
K	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	35.48	40.86	37.20	34.70	38.73	35.79	27.05	38.43
%Ab	63.48	58.15	62.50	64.83	60.29	63.06	72.41	60.96
%Or	1.05	0.99	0.30	0.48	0.98	1.15	0.54	0.61

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Caracteres	*Cristal maclado*			*Cristal maclado y zonado*				*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	58.78	52.78	56.40	56.64	56.89	56.00	56.53	55.83	55.56
TiO2	0.00	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01
Al2O3	25.87	29.55	27.68	27.43	27.23	27.55	27.14	28.24	28.69
FeO	0.14	0.20	0.11	0.13	0.19	0.21	0.19	0.19	0.18
MgO	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02
CaO	7.83	12.57	9.93	9.88	9.84	10.37	9.59	10.53	10.91
Na2O	7.16	4.45	6.08	5.87	6.08	5.60	6.07	5.76	5.42
K2O	0.10	0.10	0.10	0.21	0.17	0.20	0.28	0.07	0.16
				Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.63	2.40	2.53	2.54	2.55	2.52	2.55	2.50	2.48
Al	1.36	1.58	1.46	1.45	1.44	1.46	1.44	1.49	1.51
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.38	0.61	0.48	0.48	0.47	0.50	0.46	0.51	0.52
Na	0.62	0.39	0.53	0.51	0.53	0.49	0.53	0.50	0.47
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01
%An	25.89	47.30	34.26	34.73	33.91	36.93	33.18	36.87	38.93
%Ab	73.65	52.15	65.25	64.19	65.26	62.04	65.43	62.77	60.26
%Or	0.46	0.55	0.49	1.08	0.83	1.02	1.39	0.36	0.81

Tabla 34.- Plagioclasas del Complejo plutónico de Santa Olalla.IV

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Caracteres	*Cristal maclado*			*Cristal maclado*			*Cristal maclado*
	Borde	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	56.43	57.01	57.49	57.03	56.85	57.36	57.96
TiO2	0.01	0.01	0.02	0.03	0.00	0.01	0.02
Al2O3	27.09	26.77	26.83	26.89	26.88	26.62	26.16
FeO	0.15	0.17	0.17	0.13	0.12	0.14	0.15
MgO	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
CaO	9.93	9.46	9.28	9.48	9.65	9.24	8.64
Na2O	5.88	6.08	6.33	6.06	6.03	6.24	6.73
K2O	0.19	0.26	0.21	0.13	0.12	0.12	0.15
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.55	2.57	2.57	2.56	2.56	2.58	2.60
Al	1.44	1.42	1.42	1.43	1.43	1.41	1.38
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.48	0.46	0.45	0.46	0.47	0.45	0.42
Na	0.51	0.53	0.55	0.53	0.53	0.54	0.59
K	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	34.84	32.90	31.70	33.22	33.72	32.04	28.99
%Ab	64.21	65.79	67.29	66.12	65.66	67.35	70.28
%Or	0.95	1.31	1.01	0.66	0.62	0.61	0.74

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal zonado*		*Cristal maclado*	
	Centro	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	56.63	59.97	63.13	63.22	63.87	63.07	63.24	63.16
TiO2	0.00	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00
Al2O3	27.44	25.50	23.40	23.28	23.20	23.83	23.44	23.54
FeO	0.17	0.13	0.10	0.13	0.16	0.13	0.14	0.14
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	9.86	7.63	4.87	4.67	4.55	5.14	4.76	4.81
Na2O	6.01	7.29	8.91	8.94	9.17	8.74	8.95	8.85
K2O	0.17	0.12	0.17	0.26	0.18	0.16	0.18	0.31
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.54	2.66	2.78	2.79	2.80	2.77	2.78	2.78
Al	1.45	1.33	1.21	1.21	1.20	1.23	1.22	1.22
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.47	0.36	0.23	0.22	0.21	0.24	0.22	0.23
Na	0.52	0.63	0.76	0.76	0.78	0.74	0.76	0.75
K	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
%An	34.22	25.02	14.82	14.21	13.62	15.76	14.49	14.67
%Ab	64.93	74.42	84.42	84.65	85.58	83.51	84.74	83.98
%Or	0.85	0.55	0.76	1.15	0.79	0.73	0.78	1.35

Tabla 34.- Plagioclasas del Complejo plutónico de Santa Olalla.V

Ref.	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*					*C.maclado y zonado*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Medio*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	63.29	63.22	64.59	64.39	63.73	62.76	64.93	58.27	64.46
TiO2	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00
Al2O3	23.60	23.60	22.55	22.39	23.12	23.35	22.12	26.41	21.98
FeO	0.13	0.14	0.14	0.14	0.13	0.14	0.19	0.11	0.14
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
CaO	4.93	5.03	3.84	3.78	4.46	4.98	3.45	8.71	3.62
Na2O	8.97	8.82	9.45	9.57	9.08	8.83	9.73	6.77	9.57
K2O	0.12	0.18	0.16	0.14	0.17	0.18	0.17	0.16	0.21
Fórmula estructural 8 oxígenos									
Si	2.77	2.77	2.83	2.83	2.80	2.78	2.85	2.60	2.85
Al	1.22	1.22	1.17	1.16	1.20	1.22	1.14	1.39	1.14
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.23	0.24	0.18	0.18	0.21	0.24	0.16	0.42	0.17
Na	0.76	0.75	0.80	0.82	0.77	0.76	0.83	0.59	0.82
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	14.94	15.35	11.46	11.20	13.53	15.21	10.14	29.01	10.73
%Ab	84.54	83.84	87.87	88.19	85.74	84.01	89.13	70.22	88.36
%Or	0.53	0.81	0.67	0.61	0.74	0.78	0.73	0.77	0.91

Ref.	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
Caracteres	*Cristal maclado y zonado*				*Cristal maclado*			
	Borde1	*Medio*	*Centro*	*Borde2*	*Borde1*	*Medio*	*Centro*	*Borde2*
SiO2	62.73	64.55	64.49	64.12	64.62	64.62	64.66	65.02
TiO2	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Al2O3	22.13	22.14	22.87	22.57	22.43	22.55	22.51	22.07
FeO	0.17	0.14	0.10	0.11	0.17	0.17	0.20	0.12
MgO	0.05	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
MnO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
CaO	3.66	3.68	3.90	3.84	3.82	3.76	3.80	3.47
Na2O	9.22	9.54	9.60	9.43	9.33	9.54	9.64	9.77
K2O	0.38	0.18	0.18	0.12	0.30	0.29	0.19	0.16
Fórmula estructural 8 oxígenos								
Si	2.82	2.84	2.82	2.83	2.83	2.83	2.83	2.85
Al	1.17	1.15	1.18	1.17	1.16	1.16	1.16	1.14
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.16
Na	0.80	0.81	0.81	0.81	0.79	0.81	0.82	0.83
K	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
%An	11.11	10.94	11.45	11.51	11.49	11.09	11.16	10.18
%Ab	87.24	88.30	87.80	87.97	87.23	87.68	88.05	89.14
%Or	1.65	0.76	0.76	0.53	1.28	1.23	0.80	0.68

Tabla 34.- Plagioclasas del Complejo plutónico de Santa Olalla.VI

Ref.	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
Caracteres	*Cristal zonado*			*Cristal maclado*			*Cristal maclado y zonado*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	61.90	64.00	62.82	64.47	64.81	64.78	65.41	64.18
TiO2	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02
Al2O3	23.93	22.76	24.18	22.47	22.60	22.26	22.23	22.41
FeO	0.14	0.15	0.11	0.16	0.11	0.15	0.13	0.13
MgO	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
CaO	5.64	4.13	5.38	3.87	3.82	3.58	3.37	3.97
Na2O	8.57	9.35	8.72	9.57	9.66	9.76	9.93	9.55
K2O	0.16	0.17	0.14	0.15	0.12	0.15	0.16	0.17
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.74	2.81	2.75	2.83	2.83	2.84	2.85	2.83
Al	1.25	1.18	1.25	1.16	1.16	1.15	1.14	1.16
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.27	0.20	0.25	0.18	0.18	0.17	0.16	0.19
Na	0.74	0.80	0.74	0.81	0.82	0.83	0.84	0.82
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	17.32	12.33	16.44	11.43	11.21	10.47	9.76	11.69
%Ab	81.98	86.95	82.95	87.94	88.27	88.88	89.57	87.60
%Or	0.70	0.72	0.61	0.63	0.52	0.65	0.67	0.71

Ref.	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
Caracteres	*Cristal zonado*		*Cristal maclado y zonado*		*Cristal maclado y zonado*		*C. maclado y zonado*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	64.77	65.02	65.33	57.83	64.91	57.62	63.65	62.96
TiO2	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
Al2O3	22.26	22.01	21.99	26.81	22.35	27.03	23.02	23.63
FeO	0.15	0.18	0.13	0.08	0.14	0.11	0.13	0.10
MgO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
MnO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	3.42	3.39	3.22	8.99	3.58	9.07	4.56	5.14
Na2O	9.81	9.77	10.01	6.62	9.75	6.37	9.00	8.86
K2O	0.24	0.25	0.13	0.10	0.14	0.22	0.44	0.14
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.84	2.85	2.86	2.58	2.84	2.57	2.80	2.77
Al	1.15	1.14	1.13	1.41	1.15	1.42	1.19	1.22
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.16	0.16	0.15	0.43	0.17	0.43	0.22	0.24
Na	0.83	0.83	0.85	0.57	0.83	0.55	0.77	0.76
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01
%An	9.96	9.93	9.32	30.22	10.48	31.04	13.73	15.61
%Ab	89.02	89.01	90.14	69.29	88.95	67.88	84.37	83.78
%Or	1.02	1.06	0.54	0.49	0.57	1.08	1.90	0.61

Tabla 34.- Plagioclasas del Complejo plutónico de Santa Olalla.VII

Ref.	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
Caracteres	*Cristal zonado*		*Cristal maclado y zonado*		*Cristal maclado*		*C.maclado y zonado*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	63.97	64.56	64.61	57.12	65.01	64.57	57.45	63.73
TiO2	0.01	0.02	0.00	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02
Al2O3	22.89	22.33	23.13	27.49	22.84	22.58	27.14	23.48
FeO	0.16	0.11	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.16
MgO	0.11	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01
CaO	4.32	3.79	4.22	9.70	3.97	3.72	9.40	4.79
Na2O	9.32	9.59	9.40	6.20	9.57	9.60	6.31	9.21
K2O	0.15	0.12	0.13	0.22	0.15	0.13	0.15	0.13
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.80	2.84	2.81	2.55	2.82	2.83	2.56	2.78
Al	1.18	1.16	1.19	1.44	1.17	1.17	1.43	1.21
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.20	0.18	0.20	0.46	0.19	0.18	0.45	0.22
Na	0.79	0.82	0.79	0.54	0.81	0.82	0.55	0.78
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	12.87	11.21	12.53	33.08	11.70	11.01	32.11	14.23
%Ab	86.50	88.29	86.90	65.82	87.68	88.44	67.17	85.21
%Or	0.63	0.50	0.57	1.10	0.62	0.56	0.72	0.55

Ref.	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
Caracteres	*Cristal maclado y zonado*			*Cristal maclado y zonado*		*Cristal maclado*	
	Centro	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	65.36	64.55	64.54	65.99	57.71	66.37	65.05
TiO2	0.02	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Al2O3	22.46	23.13	22.82	22.53	27.15	22.76	22.59
FeO	0.15	0.11	0.17	0.11	0.15	0.12	0.15
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02
CaO	3.51	4.14	4.08	3.28	9.36	3.51	3.79
Na2O	9.73	9.69	9.46	9.72	6.32	10.10	9.64
K2O	0.14	0.14	0.11	1.27	0.12	0.15	0.16
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.84	2.81	2.82	2.84	2.57	2.84	2.83
Al	1.15	1.19	1.18	1.14	1.42	1.15	1.16
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.16	0.19	0.19	0.15	0.45	0.16	0.18
Na	0.82	0.82	0.80	0.81	0.55	0.84	0.81
K	0.01	0.01	0.01	0.07	0.01	0.01	0.01
%An	10.32	11.98	12.09	9.27	32.06	9.99	11.14
%Ab	89.08	87.43	87.42	85.54	67.33	89.39	88.16
%Or	0.60	0.59	0.48	5.19	0.61	0.63	0.69

Tabla 34.- Plagioclasas del Complejo plutónico de Santa Olalla.VIII

Ref.	SOK-12	SOK-12	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8
Caracteres	*Cristal maclado y zonado*		*Sin macla*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	56.70	56.76	69.25	67.61	67.31	67.72	66.42	66.47
TiO2	0.06	0.09	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01
Al2O3	27.43	27.61	21.88	21.16	20.52	20.39	21.31	21.26
FeO	0.43	0.14	0.22	0.15	0.24	0.24	0.20	0.21
MgO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
MnO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	9.78	9.95	1.70	1.60	1.55	1.43	2.32	2.16
Na2O	6.08	5.97	10.67	10.99	10.98	10.94	10.63	10.47
K2O	0.14	0.16	0.19	0.11	0.21	0.14	0.14	0.13
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.54	2.54	2.92	2.92	2.93	2.95	2.89	2.90
Al	1.45	1.45	1.09	1.08	1.05	1.05	1.10	1.09
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.47	0.48	0.08	0.07	0.07	0.07	0.11	0.10
Na	0.53	0.52	0.87	0.92	0.93	0.92	0.90	0.89
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	33.83	34.60	4.84	4.43	4.31	4.00	6.53	6.18
%Ab	65.47	64.60	94.39	95.14	94.86	95.43	92.91	93.29
%Or	0.70	0.80	0.77	0.43	0.83	0.57	0.56	0.53

Ref.	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8
Caracteres	*Sin macla*		*Sin macla*		*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	
	Borde	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	66.10	66.74	66.90	67.34	66.11	67.15	66.71	66.67
TiO2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00
Al2O3	21.05	20.82	21.08	21.06	20.66	20.91	21.08	20.99
FeO	0.22	0.23	0.28	0.23	0.18	0.24	0.19	0.22
MgO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	2.29	1.99	2.01	1.78	2.19	1.86	2.17	2.00
Na2O	10.35	10.44	10.58	10.86	10.42	10.66	10.60	10.57
K2O	0.38	0.47	0.27	0.15	0.20	0.21	0.28	0.25
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.90	2.92	2.91	2.92	2.91	2.92	2.91	2.91
Al	1.09	1.07	1.08	1.08	1.07	1.07	1.08	1.08
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.11	0.09	0.09	0.08	0.10	0.09	0.10	0.09
Na	0.88	0.89	0.89	0.91	0.89	0.90	0.90	0.90
K	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
%An	6.54	5.67	5.70	4.97	6.28	5.25	6.11	5.68
%Ab	91.88	92.42	93.21	94.44	92.89	93.88	92.77	93.31
%Or	1.58	1.92	1.09	0.59	0.83	0.87	1.13	1.01

Tabla 34.- Plagioclasas del Complejo plutónico de Santa Olalla.IX

Ref.	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8
Caracteres	*Cristal maclado*	*Cristal maclado*	*Ligero zonado*	*Cristal maclado*		*Sin macla*	
				Centro	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	67.57	67.40	66.76	67.72	67.68	66.88	66.68
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.01
Al2O3	20.75	20.93	21.17	20.80	20.64	20.94	20.83
FeO	0.25	0.18	0.20	0.21	0.23	0.17	0.16
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	1.54	1.65	2.12	1.44	1.47	2.06	2.09
Na2O	10.82	10.91	10.62	10.97	10.44	10.62	10.47
K2O	0.28	0.14	0.11	0.22	0.89	0.11	0.19
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.93	2.92	2.91	2.93	2.94	2.92	2.92
Al	1.06	1.07	1.09	1.06	1.06	1.08	1.07
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.07	0.08	0.10	0.07	0.07	0.10	0.10
Na	0.91	0.92	0.90	0.92	0.88	0.90	0.89
K	0.02	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01
%An	4.33	4.60	5.99	4.00	4.17	5.84	5.99
%Ab	94.54	94.84	93.55	95.13	92.18	93.71	93.23
%Or	1.13	0.56	0.46	0.87	3.66	0.45	0.79

Ref.	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8
Caracteres	*Ligero zonado*			*Cristal maclado*			*Sin macla*	
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Borde1*
SiO2	67.68	67.68	66.70	66.44	67.70	67.49	68.43	67.87
TiO2	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Al2O3	20.70	20.85	21.20	21.00	20.53	20.65	19.97	20.26
FeO	0.20	0.23	0.17	0.16	0.31	0.25	0.10	0.14
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.03	0.01	0.01
CaO	1.44	1.68	2.19	2.27	1.45	1.51	0.96	1.18
Na2O	11.04	10.95	10.54	10.25	10.84	11.02	11.28	11.09
K2O	0.13	0.21	0.17	0.55	0.31	0.20	0.10	0.15
				Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.94	2.93	2.91	2.91	2.94	2.93	2.97	2.95
Al	1.06	1.06	1.09	1.08	1.05	1.06	1.02	1.04
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.07	0.08	0.10	0.11	0.07	0.07	0.05	0.06
Na	0.93	0.92	0.89	0.87	0.91	0.93	0.95	0.94
K	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
%An	3.99	4.64	6.21	6.49	4.07	4.18	2.66	3.29
%Ab	95.48	94.51	93.11	91.23	94.68	95.04	96.94	96.13
%Or	0.53	0.85	0.69	2.28	1.24	0.78	0.40	0.59

Tabla 34.- Plagioclasas del Complejo plutónico de Santa Olalla.X

Ref.	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8
Caracteres	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*	*Cristal maclado*		*Cristal maclado*
	Centro	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	
SiO2	68.17	68.08	68.03	66.75	66.25	66.81
TiO2	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01
Al2O3	20.27	20.14	20.24	20.80	21.22	20.88
FeO	0.13	0.14	0.10	0.17	0.19	0.17
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00
CaO	1.13	1.00	1.17	1.91	2.35	1.88
Na2O	11.08	11.33	11.26	10.62	10.33	10.65
K2O	0.26	0.19	0.11	0.15	0.26	0.18
			Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.96	2.96	2.96	2.92	2.90	2.92
Al	1.04	1.03	1.04	1.07	1.09	1.08
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.05	0.05	0.05	0.09	0.11	0.09
Na	0.93	0.96	0.95	0.90	0.88	0.90
K	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	3.15	2.74	3.21	5.43	6.74	5.32
%Ab	95.83	96.50	96.36	93.97	92.20	93.95
%Or	1.03	0.76	0.44	0.60	1.07	0.73

Ref.	SOK-8	SOK-8	SOK-8	SOK-8
Caracteres	*Cristal maclado*			
	Borde1	*Borde2*	*Centro*	*Borde3*
SiO2	68.25	68.32	67.70	68.07
TiO2	0.01	0.01	0.03	0.01
Al2O3	20.29	20.03	20.14	20.07
FeO	0.14	0.15	0.15	0.13
MgO	0.00	0.01	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	0.97	0.91	1.20	1.02
Na2O	11.35	11.34	11.23	11.13
K2O	0.21	0.20	0.20	0.13
	Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.96	2.97	2.95	2.96
Al	1.04	1.02	1.03	1.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.05	0.04	0.06	0.05
Na	0.95	0.96	0.95	0.94
K	0.01	0.01	0.01	0.01
%An	2.66	2.50	3.29	2.84
%Ab	96.53	96.73	95.93	96.63
%Or	0.82	0.78	0.78	0.54

Tabla 35.- Biotitas de la tonalita de Santa Olalla.I

Ref.	SOK-1	SOK-1	SOK-1	SOK-2	SOK-4	SOK-4
Tonalitas	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*
SiO2	36.23	36.15	35.29	37.61	36.62	37.30
TiO2	4.22	4.18	3.80	3.67	3.51	3.78
Al2O3	13.72	13.83	13.98	13.89	14.04	14.34
FeO	18.78	18.61	19.72	14.80	17.52	17.76
MgO	12.37	12.14	13.18	15.33	12.76	13.04
MnO	0.17	0.15	0.20	0.06	0.14	0.18
CaO	0.00	0.03	0.04	0.02	0.00	0.01
Na2O	0.15	0.16	0.12	0.24	0.28	0.21
K2O	9.03	9.06	7.54	8.90	8.97	9.14
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.78	2.79	2.73	2.83	2.82	2.81
Alt	1.24	1.25	1.27	1.23	1.27	1.27
Al IV	1.22	1.22	1.27	1.18	1.19	1.19
Al VI	0.02	0.04	0.00	0.05	0.09	0.08
Ti	0.24	0.24	0.22	0.21	0.20	0.21
Mg	1.42	1.39	1.52	1.72	1.46	1.46
Fe	1.21	1.20	1.27	0.93	1.13	1.12
Mn	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Σ M	2.90	2.89	3.03	2.91	2.89	2.89
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03
K	0.89	0.89	0.74	0.85	0.88	0.88
Σ A	0.91	0.92	0.77	0.89	0.92	0.91
Fe/Fe+Mg	0.46	0.46	0.46	0.35	0.44	0.43

Ref.	SOK-4	SOK-4	SOK-4	SOK-4	SOK-5	SOK-5	SOK-5
Tonalitas	*Borde*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	37.11	36.85	36.50	36.73	37.02	36.65	37.53
TiO2	3.55	3.17	3.77	3.61	3.67	3.59	3.48
Al2O3	14.27	14.22	13.95	14.13	14.24	14.42	14.26
FeO	18.10	18.55	18.19	17.77	17.96	17.70	17.52
MgO	13.02	12.84	12.84	12.93	13.39	13.02	13.68
MnO	0.14	0.15	0.17	0.16	0.15	0.16	0.18
CaO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01
Na2O	0.26	0.25	0.29	0.22	0.23	0.16	0.16
K2O	9.05	9.07	8.82	9.09	8.72	9.14	9.30
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.81	2.81	2.79	2.80	2.80	2.79	2.81
Alt	1.27	1.28	1.26	1.27	1.27	1.29	1.26
Al IV	1.19	1.19	1.21	1.20	1.20	1.21	1.19
Al VI	0.08	0.08	0.05	0.07	0.06	0.08	0.07
Ti	0.20	0.18	0.22	0.21	0.21	0.21	0.20
Mg	1.47	1.46	1.46	1.47	1.51	1.48	1.53
Fe	1.14	1.18	1.16	1.13	1.14	1.13	1.10
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.90	2.92	2.91	2.89	2.92	2.90	2.90
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
K	0.87	0.88	0.86	0.89	0.84	0.89	0.89
Σ A	0.91	0.92	0.90	0.92	0.87	0.91	0.91
Fe/Fe+Mg	0.44	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.42

Tabla 35.- Biotitas de la tonalita de Santa Olalla.II

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Tonalitas	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	37.75	37.72	37.78	38.27	37.82	37.80
TiO2	3.56	3.54	3.11	2.43	3.49	2.84
Al2O3	14.46	14.48	14.33	14.75	14.91	14.91
FeO	17.01	17.51	17.01	16.81	16.15	16.48
MgO	13.09	13.11	13.44	13.72	12.98	13.68
MnO	0.10	0.15	0.11	0.12	0.10	0.05
CaO	0.00	0.04	0.01	0.04	0.04	0.07
Na2O	0.25	0.12	0.17	0.15	0.22	0.17
K2O	8.83	8.66	9.17	8.87	8.93	8.61
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.84	2.84	2.85	2.87	2.85	2.85
Alt	1.28	1.28	1.27	1.30	1.32	1.32
Al IV	1.16	1.17	1.15	1.13	1.15	1.16
Al VI	0.13	0.12	0.12	0.17	0.17	0.17
Ti	0.20	0.20	0.18	0.14	0.20	0.16
Mg	1.47	1.47	1.51	1.53	1.46	1.53
Fe	1.07	1.10	1.07	1.05	1.02	1.04
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Σ M	2.87	2.90	2.89	2.90	2.85	2.90
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Na	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
K	0.85	0.83	0.88	0.85	0.86	0.83
Σ A	0.88	0.85	0.91	0.87	0.89	0.86
Fe/Fe+Mg	0.42	0.43	0.42	0.41	0.41	0.40

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Tonalitas	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Medio*
SiO2	37.70	38.00	37.64	37.71	37.76	37.94	38.20
TiO2	2.52	2.90	2.67	2.52	3.29	3.16	3.18
Al2O3	14.68	14.56	14.54	14.58	14.63	14.79	14.46
FeO	17.34	17.17	17.31	17.02	17.15	17.22	16.77
MgO	13.39	13.16	13.25	13.40	13.34	13.39	13.35
MnO	0.14	0.16	0.12	0.12	0.12	0.10	0.11
CaO	0.02	0.06	0.03	0.04	0.06	0.02	0.00
Na2O	0.14	0.11	0.17	0.13	0.24	0.13	0.19
K2O	9.00	8.83	8.65	8.64	8.45	9.09	9.07
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.85	2.86	2.86	2.86	2.84	2.84	2.87
Alt	1.31	1.29	1.30	1.30	1.30	1.30	1.28
Al IV	1.15	1.14	1.15	1.14	1.16	1.16	1.14
Al VI	0.16	0.16	0.16	0.17	0.14	0.14	0.14
Ti	0.14	0.16	0.15	0.14	0.19	0.18	0.18
Mg	1.51	1.48	1.50	1.51	1.49	1.49	1.49
Fe	1.10	1.08	1.10	1.08	1.08	1.08	1.05
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.91	2.89	2.91	2.91	2.90	2.89	2.87
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03
K	0.87	0.85	0.84	0.84	0.81	0.87	0.87
Σ A	0.89	0.87	0.86	0.86	0.85	0.89	0.90
Fe/Fe+Mg	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41

Tabla 35.- Biotitas de la tonalita de Santa Olalla.III

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Tonalitas	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	37.74	37.94	37.82	37.84	38.07	37.77	37.55	38.04
TiO2	2.39	3.38	2.93	2.98	2.60	2.64	4.20	2.90
Al2O3	14.75	14.73	14.86	14.51	14.07	14.71	14.22	14.93
FeO	17.68	17.52	17.10	17.41	16.74	16.45	16.71	16.64
MgO	13.40	12.76	13.05	13.19	13.88	13.58	12.89	13.83
MnO	0.13	0.12	0.12	0.12	0.10	0.09	0.12	0.11
CaO	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.01
Na2O	0.13	0.18	0.12	0.16	0.18	0.14	0.20	0.29
K2O	8.11	8.94	8.99	8.89	9.18	9.04	8.97	8.94
			Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.86	2.85	2.85	2.85	2.87	2.86	2.83	2.84
Alt	1.32	1.30	1.32	1.29	1.25	1.31	1.26	1.31
Al IV	1.14	1.15	1.15	1.15	1.13	1.15	1.17	1.16
Al VI	0.17	0.15	0.17	0.14	0.13	0.17	0.10	0.15
Ti	0.14	0.19	0.17	0.17	0.15	0.15	0.24	0.16
Mg	1.51	1.43	1.46	1.48	1.56	1.53	1.45	1.54
Fe	1.12	1.10	1.08	1.10	1.06	1.04	1.05	1.04
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.94	2.87	2.88	2.90	2.90	2.89	2.85	2.90
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04
K	0.78	0.86	0.86	0.85	0.88	0.87	0.86	0.85
Σ A	0.81	0.88	0.88	0.88	0.91	0.90	0.89	0.89
Fe/Fe+Mg	0.43	0.44	0.42	0.43	0.40	0.41	0.42	0.40

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Tonalitas	*Borde*	*Medio*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	37.52	37.55	37.22	37.72	37.35	38.12	37.94
TiO2	3.60	4.06	4.47	3.78	3.17	3.50	3.51
Al2O3	14.41	14.30	14.04	14.28	14.85	14.79	14.74
FeO	17.12	17.55	17.62	17.58	18.05	17.13	16.97
MgO	13.37	12.80	12.55	12.95	12.63	13.33	13.23
MnO	0.12	0.11	0.15	0.13	0.11	0.13	0.17
CaO	0.02	0.00	0.00	0.01	0.07	0.00	0.02
Na2O	0.29	0.32	0.31	0.20	0.17	0.22	0.24
K2O	8.60	8.86	8.81	8.90	7.91	8.96	8.83
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.83	2.82	2.82	2.84	2.83	2.84	2.84
Alt	1.28	1.27	1.25	1.26	1.33	1.30	1.30
Al IV	1.17	1.18	1.19	1.17	1.17	1.16	1.16
Al VI	0.11	0.09	0.07	0.10	0.16	0.13	0.14
Ti	0.20	0.23	0.25	0.21	0.18	0.20	0.20
Mg	1.50	1.43	1.41	1.45	1.43	1.48	1.47
Fe	1.08	1.10	1.11	1.11	1.15	1.07	1.06
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.90	2.87	2.86	2.88	2.92	2.88	2.88
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Na	0.04	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03
K	0.83	0.85	0.85	0.85	0.77	0.85	0.84
Σ A	0.87	0.90	0.90	0.88	0.80	0.88	0.88
Fe/Fe+Mg	0.42	0.44	0.44	0.43	0.45	0.42	0.42

Tabla 35.- Biotitas de la tonalita de Santa Olalla.IV

Ref. *Tonalitas*	SOK-34 *Borde*	SOK-34 *Centro*	SOK-34 *Medio*	SOK-34 *Centro*	SOK-34 *Borde*	SOK-34 *Centro*	SOK-34 *Borde*
SiO2	37.63	37.68	37.22	37.78	37.57	37.83	37.90
TiO2	3.72	4.37	4.36	3.19	3.07	3.04	3.10
Al2O3	14.26	13.79	13.98	14.39	14.45	14.39	14.60
FeO	17.30	17.71	17.57	17.26	16.91	17.19	16.93
MgO	13.05	12.81	12.58	13.26	13.39	13.22	13.34
MnO	0.10	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12	0.12
CaO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.01	0.03
Na2O	0.24	0.35	0.31	0.18	0.18	0.21	0.19
K2O	8.87	8.88	8.88	9.01	8.94	8.68	9.02
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.84	2.83	2.82	2.85	2.84	2.86	2.85
Alt	1.27	1.22	1.25	1.28	1.29	1.28	1.29
Al IV	1.16	1.17	1.18	1.15	1.16	1.14	1.15
Al VI	0.10	0.06	0.07	0.13	0.13	0.14	0.14
Ti	0.21	0.25	0.25	0.18	0.18	0.17	0.18
Mg	1.47	1.44	1.42	1.49	1.51	1.49	1.49
Fe	1.09	1.11	1.11	1.09	1.07	1.09	1.06
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.88	2.86	2.86	2.89	2.89	2.89	2.88
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.03	0.05	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03
K	0.85	0.85	0.86	0.87	0.86	0.84	0.87
Σ A	0.89	0.90	0.90	0.89	0.89	0.87	0.89
Fe/Fe+Mg	0.43	0.44	0.44	0.42	0.42	0.42	0.42

Ref. *Tonalitas*	SOK-34 *Centro*	SOK-34 *Borde*	SOK-12 *Dioritas* *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*
SiO2	38.29	38.11	38.81	39.08	39.28	38.89	38.97	37.71
TiO2	2.88	2.92	2.85	3.22	2.24	2.92	2.29	1.62
Al2O3	14.46	14.54	13.35	13.09	13.54	13.41	13.70	13.21
FeO	17.12	17.27	14.17	14.01	13.60	14.00	14.15	13.30
MgO	13.64	13.49	15.58	15.85	16.42	15.47	15.80	16.56
MnO	0.14	0.10	0.14	0.17	0.17	0.20	0.20	0.19
CaO	0.03	0.05	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.07
Na2O	0.16	0.20	0.06	0.09	0.08	0.06	0.06	0.08
K2O	8.85	8.86	9.70	9.88	9.75	9.76	9.92	8.30
			Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.86	2.86	2.91	2.91	2.92	2.91	2.91	2.91
Alt	1.27	1.28	1.18	1.15	1.19	1.18	1.20	1.20
Al IV	1.14	1.15	1.10	1.10	1.08	1.09	1.09	1.09
Al VI	0.14	0.14	0.08	0.05	0.10	0.09	0.11	0.11
Ti	0.16	0.17	0.16	0.18	0.13	0.16	0.13	0.09
Mg	1.52	1.51	1.74	1.76	1.82	1.72	1.76	1.90
Fe	1.07	1.08	0.89	0.87	0.84	0.88	0.88	0.86
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.90	2.90	2.88	2.87	2.90	2.87	2.89	2.98
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Na	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.85	0.85	0.93	0.94	0.92	0.93	0.94	0.82
Σ A	0.87	0.88	0.94	0.95	0.94	0.94	0.95	0.83
Fe/Fe+Mg	0.41	0.42	0.34	0.33	0.32	0.34	0.33	0.31

Tabla 35.- Biotitas de la tonalita de Santa Olalla.V

Ref. *Dioritas*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*
SiO2	39.71	39.36	38.73	38.81	39.47	39.28	39.52	39.61
TiO2	2.13	2.21	2.92	2.32	2.85	3.02	2.38	1.92
Al2O3	13.61	13.42	13.71	13.98	13.52	13.15	13.45	13.60
FeO	13.69	13.72	14.45	14.46	14.14	14.54	13.66	13.51
MgO	15.92	15.81	15.01	15.34	15.49	15.35	15.77	16.68
MnO	0.23	0.17	0.16	0.22	0.18	0.23	0.21	0.15
CaO	0.04	0.07	0.00	0.03	0.00	0.02	0.05	0.03
Na2O	0.07	0.07	0.07	0.02	0.04	0.06	0.07	0.06
K2O	9.76	9.74	9.76	9.83	9.83	9.77	9.78	9.39
			Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.94	2.94	2.90	2.90	2.92	2.92	2.94	2.93
Alt	1.19	1.18	1.21	1.23	1.18	1.15	1.18	1.19
Al IV	1.06	1.06	1.10	1.10	1.08	1.08	1.06	1.07
Al VI	0.13	0.12	0.11	0.13	0.10	0.08	0.12	0.12
Ti	0.12	0.12	0.16	0.13	0.16	0.17	0.13	0.11
Mg	1.76	1.76	1.67	1.71	1.71	1.70	1.75	1.84
Fe	0.85	0.86	0.90	0.90	0.88	0.90	0.85	0.84
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.87	2.87	2.86	2.88	2.86	2.86	2.86	2.92
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.92	0.93	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93	0.89
Σ A	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.90
Fe/Fe+Mg	0.33	0.33	0.35	0.35	0.34	0.35	0.33	0.31

Ref. *Dioritas*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*
SiO2	39.24	39.76	39.39	39.93	38.89	39.38
TiO2	2.21	2.19	2.99	2.10	3.20	2.98
Al2O3	14.01	14.14	13.64	13.58	13.62	13.55
FeO	13.76	13.44	13.88	13.50	14.54	13.82
MgO	15.62	16.05	15.68	16.67	15.12	15.74
MnO	0.20	0.18	0.15	0.17	0.24	0.17
CaO	0.03	0.05	0.06	0.03	0.02	0.01
Na2O	0.05	0.07	0.12	0.08	0.07	0.07
K2O	9.66	9.70	9.66	9.68	9.87	9.85
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.92	2.93	2.91	2.94	2.89	2.91
Alt	1.23	1.23	1.19	1.18	1.19	1.18
Al IV	1.08	1.07	1.09	1.06	1.11	1.09
Al VI	0.15	0.15	0.10	0.11	0.09	0.09
Ti	0.12	0.12	0.17	0.12	0.18	0.17
Mg	1.73	1.76	1.73	1.83	1.68	1.74
Fe	0.86	0.83	0.86	0.83	0.90	0.86
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
Σ M	2.88	2.87	2.86	2.90	2.86	2.86
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
K	0.92	0.91	0.91	0.91	0.94	0.93
Σ A	0.93	0.92	0.93	0.92	0.95	0.94
Fe/Fe+Mg	0.33	0.32	0.33	0.31	0.35	0.33

Tabla 35.- Biotitas de la tonalita de Santa Olalla.VI

Ref. *Tonalitas*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*
SiO2	39.32	40.10	38.49	38.14	37.49	38.33	39.34	39.75
TiO2	3.06	3.14	2.90	2.61	2.47	2.63	2.79	2.57
Al2O3	13.29	13.28	13.18	12.70	12.89	13.19	13.36	13.11
FeO	13.87	13.58	13.67	13.15	14.87	15.14	13.53	12.86
MgO	15.61	16.72	15.37	15.53	16.07	15.19	16.12	16.60
MnO	0.19	0.19	0.18	0.15	0.17	0.14	0.15	0.19
CaO	0.03	0.03	0.04	0.89	0.05	0.05	0.01	0.02
Na2O	0.07	0.08	0.12	0.09	0.05	0.05	0.08	0.05
K2O	9.87	9.67	9.65	9.23	8.48	9.64	9.86	9.87
			Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.92	2.92	2.91	2.92	2.87	2.90	2.92	2.94
Alt	1.16	1.14	1.18	1.15	1.16	1.17	1.17	1.14
Al IV	1.08	1.08	1.09	1.08	1.13	1.10	1.08	1.06
Al VI	0.08	0.06	0.09	0.06	0.04	0.07	0.09	0.09
Ti	0.17	0.17	0.17	0.15	0.14	0.15	0.16	0.14
Mg	1.73	1.81	1.73	1.77	1.84	1.71	1.78	1.83
Fe	0.86	0.83	0.86	0.84	0.95	0.96	0.84	0.80
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.85	2.88	2.86	2.83	2.98	2.90	2.87	2.87
Ca	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.94	0.90	0.93	0.90	0.83	0.93	0.93	0.93
Σ A	0.95	0.91	0.95	0.99	0.84	0.94	0.95	0.94
Fe/Fe+Mg	0.33	0.31	0.33	0.32	0.34	0.36	0.32	0.30

Ref. *Dioritas*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*
SiO2	39.21	39.80	39.27	39.56	39.54	39.62	39.69	39.24
TiO2	3.28	2.11	3.28	2.73	2.94	2.30	2.88	3.33
Al2O3	12.88	13.38	13.18	13.10	13.13	13.67	13.08	12.91
FeO	14.25	13.44	14.65	14.17	13.18	12.29	14.41	15.02
MgO	15.29	16.50	15.49	15.92	16.12	16.67	15.90	15.31
MnO	0.20	0.18	0.17	0.20	0.16	0.13	0.19	0.18
CaO	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00
Na2O	0.07	0.07	0.09	0.06	0.06	0.05	0.08	0.11
K2O	9.71	9.82	9.92	9.85	9.88	9.90	9.89	9.85
			Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.93	2.94	2.91	2.93	2.93	2.94	2.93	2.91
Alt	1.13	1.17	1.15	1.14	1.15	1.19	1.14	1.13
Al IV	1.07	1.06	1.09	1.07	1.07	1.06	1.07	1.09
Al VI	0.06	0.11	0.06	0.08	0.08	0.13	0.07	0.04
Ti	0.18	0.12	0.18	0.15	0.16	0.13	0.16	0.19
Mg	1.70	1.82	1.71	1.76	1.78	1.84	1.75	1.69
Fe	0.89	0.83	0.91	0.88	0.82	0.76	0.89	0.93
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.85	2.89	2.86	2.88	2.86	2.87	2.87	2.86
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
K	0.93	0.93	0.94	0.93	0.94	0.94	0.93	0.93
Σ A	0.94	0.94	0.95	0.94	0.95	0.94	0.94	0.95
Fe/Fe+Mg	0.34	0.31	0.35	0.33	0.31	0.29	0.34	0.36

Tabla 35.- Biotitas de la tonalita de Santa Olalla.VII

Ref. *Tonalitas*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*
SiO2	39.65	37.86	39.84	39.31	40.05	40.09	39.57	39.42
TiO2	3.16	1.76	3.12	2.98	2.45	2.30	3.20	3.10
Al2O3	13.23	12.77	13.21	13.07	13.25	13.36	13.55	13.08
FeO	14.31	13.15	13.65	13.71	13.64	13.55	14.54	14.28
MgO	15.43	15.78	16.16	15.93	16.33	16.30	15.40	15.42
MnO	0.18	0.18	0.19	0.17	0.22	0.24	0.21	0.16
CaO	0.02	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02	0.04	0.05
Na2O	0.09	0.06	0.10	0.06	0.06	0.06	0.11	0.13
K2O	9.77	9.63	9.71	9.81	9.84	9.88	9.60	9.63
			Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.93	2.94	2.93	2.93	2.95	2.95	2.91	2.93
Alt	1.15	1.17	1.14	1.15	1.15	1.16	1.18	1.15
Al IV	1.07	1.06	1.07	1.08	1.05	1.05	1.09	1.07
Al VI	0.08	0.10	0.07	0.07	0.10	0.11	0.09	0.08
Ti	0.18	0.10	0.17	0.17	0.14	0.13	0.18	0.17
Mg	1.70	1.82	1.77	1.77	1.79	1.79	1.69	1.71
Fe	0.88	0.85	0.84	0.85	0.84	0.83	0.90	0.89
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
Σ M	2.85	2.89	2.87	2.87	2.87	2.87	2.86	2.85
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
K	0.92	0.95	0.91	0.93	0.92	0.93	0.90	0.91
Σ A	0.94	0.96	0.92	0.94	0.93	0.94	0.92	0.94
Fe/Fe+Mg	0.34	0.32	0.32	0.33	0.32	0.32	0.35	0.34

Ref. *Dioritas*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-8 *F.Granítica*	SOK-8
SiO2	39.39	39.17	37.97	37.85
TiO2	2.97	2.04	0.01	0.08
Al2O3	13.40	12.90	22.74	22.00
FeO	14.11	13.40	12.16	13.13
MgO	15.34	15.91	0.01	0.00
MnO	0.20	0.16	0.12	0.10
CaO	0.05	0.03	23.02	23.09
Na2O	0.14	0.09	0.01	0.01
K2O	9.65	9.66	0.03	0.01
Si	2.93	2.96	2.76	2.77
Alt	1.17	1.15	1.95	1.90
Al IV	1.07	1.04	1.24	1.23
Al VI	0.10	0.11	0.71	0.66
Ti	0.17	0.12	0.00	0.00
Mg	1.70	1.79	0.00	0.00
Fe	0.88	0.85	0.74	0.80
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.85	2.87	1.46	1.47
Ca	0.00	0.00	1.80	1.81
Na	0.02	0.01	0.00	0.00
K	0.91	0.93	0.00	0.00
Σ A	0.94	0.95	1.80	1.81
Fe/Fe+Mg	0.34	0.32	1.00	1.00

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref.	SOK-1	SOK-2	SOK-2	SOK-2	SOK-2
Tonalitas					
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Borde*
SiO2	46.42	45.12	49.48	48.06	48.70
TiO2	0.83	2.05	0.58	1.16	1.02
Al2O3	7.04	8.54	5.98	6.74	6.44
FeOt	15.98	13.02	11.79	12.65	12.70
MgO	12.89	14.08	16.33	15.21	15.38
MnO	0.58	0.21	0.28	0.31	0.23
CaO	10.82	11.21	10.92	11.05	11.01
Na2O	1.28	1.54	1.01	1.05	0.95
K2O	0.59	0.83	0.44	0.45	0.38
Total	96.42	96.60	96.80	96.68	96.81
		Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	6.88	6.64	7.13	6.99	7.06
Al IV	1.12	1.36	0.87	1.01	0.94
Al VI	0.11	0.12	0.15	0.14	0.16
Alt	1.23	1.48	1.02	1.15	1.10
Ti	0.09	0.23	0.06	0.13	0.11
Fe3+	0.71	0.55	0.51	0.54	0.49
Fe2+	1.27	1.05	0.91	1.00	1.05
Mg	2.85	3.09	3.51	3.29	3.32
Mn	0.07	0.03	0.03	0.04	0.03
Σ O	5.10	5.06	5.17	5.13	5.16
Ca	1.72	1.77	1.69	1.72	1.71
Na(M4)	0.09	0.09	0.07	0.07	0.07
B	1.81	1.86	1.76	1.79	1.78
K	0.11	0.16	0.08	0.08	0.07
Na(A)	0.19	0.26	0.14	0.15	0.14
A	0.30	0.42	0.22	0.23	0.21
Mg/Mg+Fe	0.69	0.75	0.79	0.77	0.76
Geobarómetros (P en kbar)					
Hammastrom	2.26	3.51	1.18	1.87	1.60
Hollister	2.18	3.59	0.97	1.75	1.44
Jonhson	1.73	2.80	0.81	1.40	1.17
Scmidt	2.85	4.04	1.82	2.48	2.22

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref.	SOK-2	SOK-2	SOK-2	SOK-4	SOK-4
Tonalitas	*Borde*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Centro*
SiO2	50.46	50.97	50.33	48.61	45.73
TiO2	0.59	0.37	0.74	0.78	1.47
Al2O3	5.15	5.15	5.67	6.48	8.22
FeOt	12.13	12.00	11.94	16.43	16.53
MgO	16.43	16.68	16.36	13.71	12.37
MnO	0.31	0.31	0.27	0.47	0.37
CaO	10.94	10.72	10.91	9.88	10.59
Na2O	0.78	0.73	0.81	0.83	1.27
K2O	0.31	0.26	0.30	0.33	0.58
Total	97.09	97.19	97.32	97.52	97.14
		Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	7.26	7.31	7.22	7.10	6.75
Al IV	0.74	0.69	0.78	0.91	1.25
Al VI	0.13	0.18	0.18	0.21	0.18
Alt	0.87	0.87	0.96	1.11	1.43
Ti	0.06	0.04	0.08	0.09	0.16
Fe3+	0.43	0.39	0.39	0.46	0.63
Fe2+	1.03	1.05	1.04	1.54	1.41
Mg	3.52	3.56	3.49	2.98	2.72
Mn	0.04	0.04	0.03	0.06	0.05
Σ O	5.21	5.25	5.21	5.34	5.15
Ca	1.69	1.65	1.68	1.55	1.67
Na(M4)	0.05	0.05	0.06	0.06	0.09
B	1.74	1.70	1.73	1.60	1.76
K	0.06	0.05	0.06	0.06	0.11
Na(A)	0.11	0.10	0.11	0.12	0.18
A	0.17	0.15	0.17	0.18	0.29
Mg/Mg+Fe	0.77	0.77	0.77	0.66	0.66
Geobarómetros (P en kbar)					
Hammastrom	0.46	0.45	0.89	1.67	3.25
Hollister	0.16	0.15	0.64	1.52	3.30
Jonhson	0.20	0.19	0.56	1.23	2.58
Scmidt	1.15	1.13	1.55	2.29	3.79

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref.	**SOK-4**	**SOK-4**	**SOK-4**	**SOK-5**	**SOK-5**
Tonalitas					
	Centro	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Borde*
SiO2	48.05	47.66	45.14	49.98	49.03
TiO2	0.88	1.00	1.69	0.46	0.63
Al2O3	6.74	7.15	8.22	4.99	5.44
FeOt	15.67	15.93	16.19	13.13	13.12
MgO	13.53	13.28	12.09	15.51	15.27
MnO	0.46	0.44	0.35	0.50	0.40
CaO	10.45	10.45	10.91	11.14	11.23
Na2O	1.09	0.97	1.30	0.89	0.97
K2O	0.34	0.38	0.72	0.27	0.32
Total	97.20	97.26	96.60	96.86	96.41
		Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	7.03	6.98	6.71	7.24	7.15
Al IV	0.97	1.02	1.29	0.76	0.85
Al VI	0.19	0.21	0.15	0.10	0.08
Alt	1.16	1.23	1.44	0.85	0.94
Ti	0.10	0.11	0.19	0.05	0.07
Fe3+	0.52	0.51	0.62	0.51	0.57
Fe2+	1.40	1.44	1.40	1.08	1.02
Mg	2.95	2.90	2.68	3.35	3.31
Mn	0.06	0.05	0.04	0.06	0.05
Σ O	5.21	5.23	5.08	5.15	5.11
Ca	1.64	1.64	1.74	1.73	1.75
Na(M4)	0.08	0.07	0.09	0.06	0.07
B	1.71	1.71	1.83	1.79	1.82
K	0.06	0.07	0.14	0.05	0.06
Na(A)	0.16	0.14	0.19	0.13	0.14
A	0.22	0.21	0.33	0.18	0.20
Mg/Mg+Fe	0.68	0.67	0.66	0.76	0.76
Geobarómetros (P en kbar)					
Hammastrom	1.91	2.28	3.31	0.36	0.77
Hollister	1.79	2.20	3.37	0.05	0.51
Jonhson	1.43	1.74	2.63	0.11	0.46
Scmidt	2.52	2.87	3.85	1.05	1.44

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref.	SOK-5	SOK-5	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Tonalitas	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	48.25	49.38	49.52	49.90	50.34	49.19
TiO2	0.73	1.13	0.70	0.49	0.48	0.73
Al2O3	5.66	5.33	6.10	6.20	5.73	6.66
FeOt	13.91	13.34	14.25	14.50	14.69	14.71
MgO	14.72	14.95	14.27	14.26	13.98	13.92
MnO	0.44	0.44	0.41	0.42	0.45	0.43
CaO	11.06	11.15	10.43	10.59	10.94	10.71
Na2O	1.08	0.87	0.76	0.76	0.64	0.84
K2O	0.35	0.39	0.31	0.28	0.28	0.33
Total	96.21	96.98	96.75	97.39	97.52	97.51
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	7.09	7.19	7.23	7.24	7.31	7.15
Al IV	0.91	0.82	0.77	0.76	0.69	0.85
Al VI	0.07	0.10	0.28	0.30	0.29	0.29
Alt	0.98	0.92	1.05	1.06	0.98	1.14
Ti	0.08	0.12	0.08	0.05	0.05	0.08
Fe3+	0.56	0.40	0.30	0.31	0.26	0.35
Fe2+	1.15	1.23	1.44	1.45	1.53	1.44
Mg	3.22	3.24	3.10	3.08	3.02	3.01
Mn	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05
Σ O	5.13	5.14	5.25	5.24	5.20	5.22
Ca	1.74	1.74	1.63	1.65	1.70	1.67
Na(M4)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06
B	1.80	1.80	1.69	1.70	1.75	1.73
K	0.07	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06
Na(A)	0.18	0.12	0.10	0.10	0.08	0.12
A	0.25	0.20	0.16	0.15	0.14	0.18
Mg/Mg+Fe	0.74	0.73	0.68	0.68	0.66	0.68
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	1.00	0.67	1.36	1.41	1.01	1.81
Hollister	0.77	0.40	1.16	1.21	0.77	1.67
Jonhson	0.66	0.37	0.95	0.99	0.65	1.34
Scmidt	1.66	1.34	1.99	2.03	1.66	2.42

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Tonalitas						
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Borde*
SiO2	48.37	48.86	49.91	49.03	49.81	49.83
TiO2	0.89	0.71	0.56	0.80	0.57	0.63
Al2O3	7.20	6.72	5.86	6.52	6.25	6.26
FeOt	15.31	15.24	14.44	14.47	14.87	14.73
MgO	13.02	13.68	14.34	14.03	14.28	14.27
MnO	0.41	0.43	0.48	0.45	0.48	0.46
CaO	10.54	10.23	10.26	10.66	10.23	10.30
Na2O	0.92	0.84	0.78	0.94	0.77	0.74
K2O	0.41	0.33	0.30	0.33	0.30	0.33
Total	97.06	97.03	96.92	97.23	97.55	97.55
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	7.09	7.14	7.28	7.14	7.22	7.23
Al IV	0.91	0.86	0.72	0.86	0.78	0.78
Al VI	0.33	0.30	0.28	0.26	0.29	0.30
Alt	1.24	1.16	1.01	1.12	1.07	1.07
Ti	0.10	0.08	0.06	0.09	0.06	0.07
Fe3+	0.34	0.35	0.29	0.38	0.31	0.30
Fe2+	1.53	1.52	1.47	1.38	1.49	1.49
Mg	2.84	2.98	3.11	3.04	3.08	3.08
Mn	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Σ O	5.20	5.28	5.28	5.20	5.30	5.29
Ca	1.66	1.60	1.60	1.66	1.59	1.60
Na(M4)	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06
B	1.73	1.66	1.66	1.73	1.64	1.66
K	0.08	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Na(A)	0.11	0.11	0.10	0.13	0.10	0.10
A	0.19	0.18	0.15	0.19	0.16	0.16
Mg/Mg+Fe	0.65	0.66	0.68	0.69	0.67	0.67
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	2.34	1.90	1.14	1.71	1.45	1.46
Hollister	2.26	1.77	0.91	1.55	1.26	1.27
Jonhson	1.78	1.41	0.77	1.25	1.03	1.04
Scmidt	2.91	2.50	1.78	2.32	2.07	2.08

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref.	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34	SOK-34
Tonalitas	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Medio*	*Centro*	*Centro*	*Borde*
SiO2	48.72	49.98	48.84	49.95	50.09	48.49	49.39
TiO2	0.90	0.50	0.79	0.54	0.54	0.98	0.71
Al2O3	6.81	5.83	6.85	6.20	6.00	7.25	6.64
FeOt	15.01	14.27	15.03	14.84	15.07	14.77	14.61
MgO	13.51	14.41	13.69	14.24	14.12	13.33	13.96
MnO	0.43	0.50	0.46	0.44	0.43	0.42	0.45
CaO	10.48	10.74	10.33	10.48	10.42	10.71	10.50
Na2O	0.79	0.68	0.98	0.82	0.82	1.00	0.91
K2O	0.39	0.24	0.35	0.33	0.30	0.40	0.34
Total	97.02	97.15	97.30	97.83	97.79	97.34	97.50
Fórmula estructural 23 oxígenos							
Si	7.13	7.26	7.12	7.23	7.25	7.07	7.17
Al IV	0.87	0.74	0.88	0.78	0.75	0.93	0.83
Al VI	0.30	0.26	0.29	0.28	0.28	0.32	0.30
Alt	1.17	1.00	1.18	1.06	1.02	1.25	1.14
Ti	0.10	0.06	0.09	0.06	0.06	0.11	0.08
Fe3+	0.31	0.32	0.38	0.33	0.32	0.37	0.34
Fe2+	1.52	1.42	1.45	1.47	1.51	1.43	1.43
Mg	2.95	3.12	2.97	3.07	3.05	2.90	3.02
Mn	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06
Σ O	5.24	5.23	5.24	5.26	5.26	5.17	5.22
Ca	1.64	1.67	1.61	1.62	1.62	1.67	1.63
Na(M4)	0.06	0.05	0.08	0.06	0.06	0.08	0.07
B	1.70	1.72	1.69	1.68	1.68	1.75	1.70
K	0.07	0.05	0.07	0.06	0.06	0.08	0.06
Na(A)	0.10	0.10	0.13	0.11	0.11	0.12	0.11
A	0.18	0.14	0.19	0.17	0.16	0.20	0.18
Mg/Mg+Fe	0.66	0.69	0.67	0.68	0.67	0.67	0.68
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	1.99	1.11	1.99	1.39	1.23	2.35	1.79
Hollister	1.86	0.87	1.87	1.20	1.01	2.27	1.64
Jonhson	1.49	0.74	1.49	0.98	0.84	1.79	1.32
Scmidt	2.58	1.75	2.58	2.02	1.86	2.92	2.39

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref.	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
Dioritas							
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Borde l*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	51.07	51.97	51.55	50.63	51.63	52.96	52.78
TiO2	0.42	0.23	0.22	0.31	0.32	0.29	0.18
Al2O3	5.01	4.67	4.74	5.44	4.76	3.69	3.56
FeOt	10.46	10.28	10.88	11.11	10.44	10.29	9.85
MgO	16.54	16.95	16.60	15.95	16.68	16.99	17.25
MnO	0.17	0.19	0.21	0.20	0.20	0.21	0.22
CaO	12.24	12.38	12.38	12.31	12.29	12.39	12.50
Na2O	1.20	0.97	1.09	1.12	1.10	0.76	0.78
K2O	0.59	0.52	0.48	0.58	0.55	0.40	0.44
Total	97.69	98.17	98.14	97.64	97.98	97.98	97.55
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	7.30	7.37	7.34	7.27	7.35	7.51	7.51
Al IV	0.70	0.63	0.66	0.73	0.65	0.49	0.49
Al VI	0.15	0.15	0.13	0.19	0.15	0.13	0.11
Alt	0.85	0.78	0.79	0.92	0.80	0.62	0.60
Ti	0.05	0.03	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02
Fe3+	0.30	0.33	0.33	0.31	0.31	0.26	0.28
Fe2+	0.95	0.89	0.96	1.03	0.94	0.96	0.89
Mg	3.52	3.58	3.52	3.41	3.54	3.59	3.66
Mn	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
Σ O	4.99	4.99	5.00	4.99	4.99	5.00	4.98
Ca	1.87	1.88	1.89	1.89	1.87	1.88	1.90
Na(M4)	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06
B	1.94	1.94	1.95	1.95	1.94	1.94	1.96
K	0.11	0.09	0.09	0.11	0.10	0.07	0.08
Na(A)	0.19	0.14	0.18	0.19	0.17	0.09	0.10
A	0.30	0.23	0.27	0.30	0.27	0.16	0.18
Mg/Mg+Fe	0.79	0.80	0.79	0.77	0.79	0.79	0.80
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	0.33	0.01	0.07	0.71	0.09	-0.82	-0.92
Hollister	0.01	-0.36	-0.28	0.43	-0.26	-1.28	-1.39
Jonhson	0.08	-0.20	-0.14	0.40	-0.13	-0.90	-0.99
Scmidt	1.01	0.71	0.77	1.37	0.79	-0.07	-0.17

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref. *Dioritas*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Borde1*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*
SiO2	50.89	51.08	50.99	50.30	49.37	49.53	50.50
TiO2	0.67	0.50	0.58	0.23	0.33	0.69	0.56
Al2O3	5.29	5.43	5.17	6.03	6.46	6.04	5.45
FeOt	10.72	10.83	10.83	11.21	11.99	11.29	10.70
MgO	16.50	16.29	16.36	16.07	15.31	15.74	16.11
MnO	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.21	0.19
CaO	12.08	12.26	12.06	12.40	12.26	12.15	12.12
Na2O	1.20	1.19	1.22	1.18	1.20	1.26	1.24
K2O	0.61	0.64	0.62	0.69	0.67	0.81	0.71
Total	98.15	98.42	98.03	98.29	97.77	97.71	97.57
			Fórmula estructural 23 oxígenos				
Si	7.24	7.26	7.27	7.18	7.11	7.13	7.25
Al IV	0.76	0.74	0.73	0.82	0.89	0.87	0.75
Al VI	0.13	0.17	0.14	0.19	0.21	0.16	0.17
Alt	0.89	0.91	0.87	1.01	1.10	1.02	0.92
Ti	0.07	0.05	0.06	0.02	0.04	0.08	0.06
Fe3+	0.36	0.31	0.34	0.35	0.37	0.33	0.29
Fe2+	0.92	0.98	0.96	0.99	1.07	1.03	0.99
Mg	3.50	3.45	3.48	3.42	3.29	3.38	3.45
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
Σ O	5.00	4.99	5.00	5.00	5.00	4.99	4.98
Ca	1.84	1.87	1.84	1.90	1.89	1.87	1.86
Na(M4)	0.08	0.07	0.08	0.06	0.06	0.07	0.08
B	1.92	1.94	1.92	1.95	1.95	1.94	1.94
K	0.11	0.12	0.11	0.13	0.12	0.15	0.13
Na(A)	0.17	0.18	0.18	0.22	0.22	0.22	0.19
A	0.28	0.30	0.29	0.34	0.35	0.37	0.32
Mg/Mg+Fe	0.79	0.78	0.78	0.77	0.75	0.77	0.78
Geobarómetros (P en kbar)							
Hammastrom	0.55	0.65	0.45	1.18	1.59	1.24	0.71
Hollister	0.25	0.37	0.14	0.96	1.42	1.02	0.43
Jonhson	0.26	0.35	0.18	0.80	1.15	0.85	0.40
Scmidt	1.22	1.32	1.13	1.82	2.21	1.87	1.37

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref.	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
Dioritas						
	Borde	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Borde*
SiO2	51.59	51.55	52.05	52.08	52.03	52.13
TiO2	0.39	0.37	0.30	0.53	0.65	0.61
Al2O3	4.89	4.86	4.81	4.74	4.44	4.68
FeOt	10.12	10.40	10.14	10.34	10.26	10.41
MgO	16.70	16.60	16.88	16.76	16.84	16.98
MnO	0.20	0.23	0.20	0.19	0.20	0.19
CaO	12.14	12.19	12.32	12.09	12.10	12.03
Na2O	1.12	1.20	1.12	1.00	1.07	1.18
K2O	0.57	0.58	0.54	0.57	0.57	0.61
Total	97.72	97.96	98.35	98.30	98.16	98.83
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	7.35	7.34	7.37	7.37	7.38	7.34
Al IV	0.65	0.66	0.63	0.63	0.62	0.66
Al VI	0.17	0.16	0.17	0.16	0.12	0.12
Alt	0.82	0.82	0.80	0.79	0.74	0.78
Ti	0.04	0.04	0.03	0.06	0.07	0.07
Fe3+	0.31	0.30	0.29	0.32	0.31	0.35
Fe2+	0.90	0.94	0.91	0.91	0.91	0.88
Mg	3.55	3.52	3.56	3.53	3.56	3.56
Mn	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ O	4.99	4.98	4.98	5.00	4.99	5.00
Ca	1.85	1.86	1.87	1.83	1.84	1.82
Na(M4)	0.08	0.08	0.07	0.09	0.09	0.09
B	1.93	1.94	1.94	1.92	1.93	1.91
K	0.10	0.11	0.10	0.10	0.10	0.11
Na(A)	0.15	0.18	0.16	0.11	0.12	0.14
A	0.25	0.28	0.26	0.21	0.22	0.25
Mg/Mg+Fe	0.80	0.79	0.80	0.80	0.80	0.80
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	0.22	0.18	0.11	0.05	-0.19	-0.01
Hollister	-0.12	-0.16	-0.24	-0.30	-0.58	-0.37
Jonhson	-0.02	-0.05	-0.11	-0.16	-0.37	-0.21
Scmidt	0.90	0.87	0.81	0.75	0.52	0.69

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref. *Dioritas*	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
	Centro	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*
SiO2	50.63	50.80	51.25	51.83	54.65	51.61
TiO2	0.83	0.74	0.49	0.72	0.09	0.58
Al2O3	5.36	5.27	4.82	4.69	2.11	4.54
FeOt	10.93	10.77	10.33	10.11	9.28	10.23
MgO	16.42	16.49	16.48	16.88	17.56	16.68
MnO	0.21	0.19	0.18	0.18	0.19	0.23
CaO	11.33	11.82	12.19	12.13	12.87	12.09
Na2O	1.60	1.36	1.03	1.14	0.42	1.04
K2O	0.74	0.70	0.53	0.58	0.19	0.55
Total	98.06	98.14	97.30	98.26	97.36	97.54
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	7.22	7.24	7.34	7.34	7.76	7.37
Al IV	0.78	0.76	0.66	0.66	0.24	0.63
Al VI	0.12	0.12	0.16	0.13	0.12	0.13
Alt	0.90	0.89	0.81	0.78	0.35	0.76
Ti	0.09	0.08	0.05	0.08	0.01	0.06
Fe3+	0.42	0.37	0.30	0.30	0.11	0.31
Fe2+	0.89	0.92	0.94	0.90	0.99	0.91
Mg	3.49	3.50	3.52	3.56	3.72	3.55
Mn	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
Σ O	5.02	5.00	4.99	4.99	4.96	4.99
Ca	1.73	1.80	1.87	1.84	1.96	1.85
Na(M4)	0.13	0.10	0.07	0.09	0.04	0.08
B	1.86	1.90	1.94	1.93	2.00	1.93
K	0.14	0.13	0.10	0.11	0.04	0.10
Na(A)	0.19	0.18	0.14	0.14	0.04	0.13
A	0.33	0.31	0.24	0.25	0.07	0.23
Mg/Mg+Fe	0.80	0.79	0.79	0.80	0.79	0.80
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	0.61	0.53	0.17	0.02	-2.14	-0.08
Hollister	0.32	0.23	-0.17	-0.34	-2.76	-0.46
Jonhson	0.32	0.25	-0.06	-0.19	-2.03	-0.27
Scmidt	1.28	1.20	0.87	0.72	-1.33	0.62

Tabla 36.- Anfíboles del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref. *Dioritas*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*
SiO2	51.60	52.45	50.60	50.27	54.32	55.17
TiO2	0.51	0.28	0.57	0.59	0.10	0.05
Al2O3	4.54	4.59	5.70	5.60	3.11	2.45
FeOt	10.00	10.19	11.04	11.03	9.71	10.56
MgO	16.84	16.87	16.04	16.03	17.13	17.19
MnO	0.20	0.19	0.19	0.20	0.32	0.28
CaO	12.22	12.41	11.91	11.77	13.03	12.75
Na2O	1.09	0.90	1.27	1.44	0.49	0.33
K2O	0.51	0.50	0.70	0.70	0.25	0.19
Total	97.51	98.39	98.02	97.62	98.45	98.98
			Fórmula estructural 23 oxígenos			
Si	7.37	7.41	7.23	7.22	7.65	7.74
Al IV	0.63	0.59	0.77	0.79	0.35	0.26
Al VI	0.13	0.18	0.19	0.16	0.17	0.15
Alt	0.76	0.77	0.96	0.95	0.52	0.41
Ti	0.06	0.03	0.06	0.06	0.01	0.01
Fe3+	0.29	0.29	0.35	0.35	0.15	0.09
Fe2+	0.90	0.91	0.97	0.97	0.99	1.15
Mg	3.58	3.55	3.41	3.43	3.59	3.60
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03
Σ O	4.98	4.98	5.00	5.00	4.95	5.02
Ca	1.87	1.88	1.82	1.81	1.97	1.92
Na(M4)	0.07	0.07	0.09	0.10	0.04	0.03
B	1.94	1.95	1.91	1.90	2.01	1.95
K	0.09	0.09	0.13	0.13	0.05	0.03
Na(A)	0.15	0.11	0.17	0.21	0.05	0.03
A	0.25	0.20	0.30	0.34	0.09	0.06
Mg/Mg+Fe	0.80	0.80	0.78	0.78	0.78	0.76
Geobarómetros (P en kbar)						
Hammastrom	-0.08	-0.07	0.90	0.84	-1.33	-1.88
Hollister	-0.46	-0.45	0.65	0.57	-1.85	-2.47
Jonhson	-0.27	-0.27	0.56	0.51	-1.33	-1.80
Scmidt	0.62	0.63	1.56	1.49	-0.55	-1.08

Tabla 37.- Feldespato potásico del Complejo plutónico de Santa Olalla

Ref.	SOK-12	SOK-12	SOK-12	SOK-12
Caracteres	*Macla microclina*	*Macla microclina*	*Macla microclina*	
		Borde	*Borde*	*Centro*
SiO2	64.78	65.55	64.66	64.66
TiO2	0.01	0.02	0.03	0.01
Al2O3	18.44	18.51	18.50	18.52
FeO	0.12	0.08	0.09	0.05
MgO	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.00	0.00	0.00	0.02
CaO	0.01	0.03	0.02	0.08
Na2O	0.80	0.92	0.97	1.06
K2O	15.35	15.44	15.17	14.96
	Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	3.00	3.00	2.99	2.99
Al	1.01	1.00	1.01	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.07	0.08	0.09	0.10
K	0.91	0.90	0.90	0.88
%An	0.02	0.11	0.08	0.33
%Ab	10.05	11.35	12.13	13.19
%Or	89.92	88.54	87.79	86.48

Tabla 38.- Piroxenos del Complejo plutónico de Santa Olalla.I

Ref.	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*
SiO2	54.52	54.46	54.03	54.23	54.26	54.28	53.86	54.21
TiO2	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.02	0.04	0.03
Al2O3	0.50	0.42	0.53	0.47	0.44	0.43	0.54	0.31
FeO	7.09	7.24	7.29	6.81	7.02	6.94	7.06	7.42
MnO	0.26	0.31	0.24	0.27	0.30	0.27	0.24	0.31
MgO	14.10	13.80	13.72	14.26	13.94	14.06	13.92	13.76
CaO	23.97	24.07	23.68	23.71	23.86	23.71	23.66	23.53
Na2O	0.34	0.30	0.39	0.36	0.36	0.38	0.39	0.40
K2O	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
			Fórmula estructural 6 oxígenos					
Si	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.00	2.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Fe2+	0.22	0.22	0.23	0.21	0.22	0.22	0.22	0.23
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.77	0.76	0.76	0.79	0.77	0.78	0.77	0.76
Ca	0.94	0.95	0.94	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94
Na	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	1.94	1.93	1.93	1.94	1.93	1.93	1.93	1.93
J	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06
En	39.95	39.23	39.39	40.60	39.77	40.16	39.89	39.49
Fs	11.27	11.54	11.73	10.90	11.24	11.14	11.33	11.94
Wo(Di)	48.79	49.22	48.88	48.50	48.99	48.70	48.78	48.57

Ref.	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*
SiO2	54.60	54.39	54.53	54.08	54.21	54.24	54.53
TiO2	0.06	0.04	0.02	0.02	0.01	0.07	0.04
Al2O3	0.52	0.41	0.41	0.38	0.39	1.43	0.46
FeO	7.34	6.95	7.09	7.17	7.13	8.51	7.13
MnO	0.25	0.24	0.28	0.27	0.25	0.25	0.29
MgO	14.22	14.16	13.92	13.82	13.92	14.95	13.96
CaO	23.54	23.71	24.11	24.29	24.21	19.98	23.87
Na2O	0.45	0.42	0.33	0.32	0.34	0.53	0.40
K2O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.12	0.00
			Fórmula estructural 6 oxígenos				
Si	2.01	2.01	2.01	2.00	2.00	2.00	2.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.06	0.02
Fe2+	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.26	0.22
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.78	0.78	0.76	0.76	0.77	0.82	0.77
Ca	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.79	0.94
Na	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Q	1.93	1.93	1.93	1.95	1.95	1.87	1.93
J	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.08	0.06
En	40.33	40.32	39.50	39.12	39.38	43.86	39.75
Fs	11.66	11.13	11.27	11.40	11.31	14.00	11.36
Wo(Di)	48.00	48.55	49.22	49.49	49.31	42.15	48.88

Tabla 38.- Piroxenos del Complejo plutónico de Santa Olalla.II

Ref.	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*
SiO2	54.52	54.56	54.26	54.36	54.42	54.47	54.63	54.12
TiO2	0.03	0.05	0.06	0.09	0.03	0.06	0.00	0.35
Al2O3	0.41	0.49	0.48	0.43	0.22	0.57	0.27	1.66
FeO	7.02	7.07	7.29	7.12	7.05	7.24	6.89	7.26
MnO	0.28	0.35	0.30	0.28	0.28	0.24	0.30	0.25
MgO	14.26	14.27	14.14	14.19	14.39	14.19	14.30	16.53
CaO	24.07	23.55	23.30	23.15	23.81	23.56	24.10	18.43
Na2O	0.31	0.40	0.58	0.45	0.38	0.46	0.34	0.76
K2O	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.09
			Fórmula estructural 6 oxígenos					
Si	2.00	2.01	2.01	2.01	2.01	2.00	2.01	1.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.03	0.01	0.06
Fe2+	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.21	0.22
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.78	0.78	0.78	0.78	0.79	0.78	0.78	0.91
Ca	0.95	0.93	0.92	0.92	0.94	0.93	0.95	0.73
Na	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.05
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	1.95	1.93	1.93	1.92	1.95	1.93	1.94	1.86
J	0.05	0.06	0.08	0.07	0.06	0.07	0.05	0.11
En	40.15	40.58	40.42	40.75	40.61	40.30	40.28	48.84
Fs	11.11	11.26	11.69	11.46	11.14	11.57	10.91	12.02
Wo(Di)	48.74	48.16	47.90	47.79	48.25	48.13	48.82	39.14

Ref.	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Centro*	SOK-12 *Borde*	SOK-12 *Centro*
SiO2	54.39	54.51	54.76	54.90	54.69	54.69
TiO2	0.05	0.00	0.04	0.01	0.02	0.02
Al2O3	0.46	0.36	0.36	0.32	0.42	0.34
FeO	6.97	6.71	6.84	7.27	6.60	7.12
MnO	0.22	0.26	0.26	0.28	0.26	0.32
MgO	14.35	14.14	14.24	14.01	14.48	14.05
CaO	23.86	24.30	24.42	24.17	24.17	24.35
Na2O	0.38	0.35	0.24	0.30	0.28	0.23
K2O	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01
			Fórmula estructural 6 oxígenos			
Si	2.00	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
Fe2+	0.21	0.21	0.21	0.22	0.20	0.22
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.79	0.78	0.78	0.77	0.79	0.77
Ca	0.94	0.96	0.96	0.95	0.95	0.96
Na	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94
J	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.03
En	40.53	39.98	39.95	39.49	40.73	39.53
Fs	11.02	10.66	10.80	11.51	10.40	11.22
Wo(Di)	48.46	49.36	49.25	48.99	48.87	49.25

Tabla 38.- Piroxenos del Complejo plutónico de Santa Olalla.III

Ref.	SOK-8 *Borde*	SOK-8 *Centro*	SOK-8 *Borde*	SOK-8 *Centro*	SOK-8 *Centro*	SOK-8 *Centro*
SiO2	52.49	52.93	52.81	52.70	52.49	52.86
TiO2	0.08	0.08	0.08	0.06	0.04	0.05
Al2O3	0.35	0.34	0.34	0.32	0.28	0.35
FeO	12.29	12.18	12.30	12.08	13.35	12.50
MnO	0.61	0.56	0.53	0.55	0.62	0.49
MgO	10.22	10.44	10.34	10.27	9.85	10.54
CaO	22.78	22.71	22.48	22.68	22.25	22.31
Na2O	0.87	0.84	0.82	0.87	0.85	0.76
K2O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
			Fórmula estructural 6 oxígenos			
Si	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01	2.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
Fe2+	0.39	0.39	0.39	0.39	0.43	0.40
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Mg	0.58	0.59	0.59	0.58	0.56	0.60
Ca	0.93	0.92	0.92	0.93	0.91	0.91
Na	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	1.91	1.90	1.90	1.90	1.90	1.91
J	0.13	0.12	0.12	0.13	0.13	0.11
En	30.52	31.07	30.98	30.77	29.53	31.34
Fs	20.61	20.35	20.65	20.34	22.49	20.89
Wo(Di)	48.87	48.58	48.37	48.89	47.98	47.77

Ref.	SOK-8 *Centro*	SOK-8 *Borde*	SOK-8 *Centro*	SOK-8 *Borde*	SOK-8 *Centro*	SOK-8 *Borde*	SOK-8 *Centro*
SiO2	53.17	52.96	52.92	52.90	53.05	53.01	52.82
TiO2	0.08	0.08	0.01	0.07	0.09	0.06	0.08
Al2O3	0.33	0.39	0.40	0.44	0.40	0.37	0.35
FeO	12.61	12.40	10.44	11.82	12.33	11.52	12.38
MnO	0.57	0.56	0.52	0.50	0.60	0.55	0.59
MgO	10.62	10.67	11.73	11.22	10.42	11.44	10.63
CaO	22.43	22.37	23.43	22.30	22.54	22.76	22.22
Na2O	0.85	0.80	0.35	0.78	0.83	0.51	0.81
K2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
			Fórmula estructural 6 oxígenos				
Si	2.01	2.01	2.00	2.01	2.01	2.00	2.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe2+	0.40	0.39	0.33	0.37	0.39	0.36	0.39
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Mg	0.60	0.60	0.66	0.63	0.59	0.64	0.60
Ca	0.91	0.91	0.95	0.91	0.92	0.92	0.91
Na	0.06	0.06	0.03	0.06	0.06	0.04	0.06
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	1.90	1.91	1.94	1.91	1.90	1.93	1.90
J	0.12	0.12	0.05	0.11	0.12	0.08	0.12
En	31.41	31.65	34.07	33.11	31.08	33.39	31.69
Fs	20.90	20.63	17.01	19.56	20.63	18.87	20.70
Wo(Di)	47.69	47.72	48.92	47.33	48.28	47.74	47.61

Tabla 38.- Piroxenos del Complejo plutónico de Santa Olalla.IV

Ref.	SOK-8 *Borde*	SOK-8 *Centro*
SiO2	53.53	51.74
TiO2	0.06	0.05
Al2O3	0.48	2.53
FeO	11.57	18.61
MnO	0.52	0.45
MgO	11.20	11.39
CaO	22.58	12.19
Na2O	0.80	0.32
K2O	0.00	0.12
Fórmula estructural 6 oxígenos		
Si	2.01	2.01
Ti	0.00	0.00
Al	0.02	0.12
Fe2+	0.36	0.60
Mn	0.02	0.02
Mg	0.63	0.66
Ca	0.91	0.51
Na	0.06	0.02
K	0.00	0.01
Q	1.90	1.77
J	0.12	0.05
En	33.03	37.27
Fs	19.13	34.11
Wo(Di)	47.84	28.63

=

=

Tabla 39.- Complejo plutónico de Santa Olalla. I

Ref.	SOK-1	SOK-2	SOK-4	SOK-5	SOK-19	SOK-30	SOK-31	SOK-32
	Tonalitas							
				Elementos mayores (%wt)				
SiO2	60.83	53.87	57.13	58.65	60.94	61.48	56.84	57.13
TiO2	0.83	0.92	1.02	0.97	0.80	0.88	1.08	0.95
Al2O3	16.19	16.32	17.25	16.86	16.90	17.35	19.50	19.65
Fe2O3*	0.93	1.26	1.11	0.92	0.92	0.79	1.04	1.05
FeO*	4.72	6.41	5.68	4.70	4.67	4.02	5.33	5.37
MgO	4.01	7.73	4.81	4.58	3.62	2.10	2.54	1.65
MnO	0.08	0.16	0.11	0.09	0.09	0.06	0.07	0.06
CaO	4.83	6.99	5.44	5.02	4.97	3.89	5.50	4.80
Na2O	2.80	2.16	2.58	2.84	2.85	2.99	3.24	3.72
K2O	2.15	1.48	2.48	2.56	2.60	3.27	2.79	3.03
P2O5	0.18	0.15	0.21	0.21	0.18	0.23	0.34	0.30
L.O.I.	2.09	1.05	1.25	1.78	1.35	1.22	1.02	1.03
Suma	99.63	98.50	99.07	99.19	99.87	98.27	99.29	98.73
				Norma CIPW				
Q	17.89	6.08	11	12.74	16.07	18.84	9.56	8.78
Cor	0.93	0	0.96	0.81	0.79	2.44	1.99	2.29
Ort	13.02	8.96	14.97	15.52	15.57	19.9	16.77	18.32
Ab	24.27	18.75	22.27	24.65	24.48	26.09	27.88	32.17
An	23.35	31.26	26.18	24.15	23.82	18.31	25.5	22.38
Hy	17.08	28.22	20.45	18.32	15.91	10.93	13.82	11.9
Di	0	2.67	0	0	0	0	0	0
Ol	0	0	0	0	0	0	0	0
Mag	1.37	1.87	1.65	1.37	1.34	1.17	1.54	1.56
Ilm	1.61	1.79	1.98	1.89	1.54	1.71	2.08	1.84
Ap	0.43	0.37	0.5	0.51	0.42	0.56	0.82	0.71
%An en Pl	49.03	62.5	54.03	49.48	49.31	41.23	47.77	41.02
ITT	78.53	65.05	74.42	77.06	79.94	83.14	79.71	81.65
ISA	1.031	0.914	1.026	1.018	1.022	1.117	1.063	1.085
ICA	0.559	0.712	0.588	0.551	0.546	0.455	0.545	0.482
IA	0.428	0.316	0.401	0.441	0.444	0.488	0.428	0.478
Fe/Fe+Mg	0.437	0.354	0.438	0.404	0.46	0.559	0.581	0.683

Tabla 39.- Complejo plutónico de Santa Olalla. II

Ref.	SOK-33	SOK-34	SOK-35	SOK-8	SOK-12
	Tonalitas			*Aplita*	*Diorita*
			Elementos mayores (%wt)		
SiO2	56.25	56.86	60.23	68.83	52.46
TiO2	1.11	1.09	0.88	0.27	0.74
Al2O3	18.78	17.49	17.18	15.45	14.97
Fe2O3*	1.09	1.07	1.01	0.32	1.02
FeO*	5.57	5.47	5.14	1.80	5.21
MgO	2.76	4.36	3.22	1.86	7.78
MnO	0.08	0.11	0.07	0.10	0.13
CaO	5.28	5.33	4.09	4.30	10.55
Na2O	3.09	2.52	2.76	6.14	3.14
K2O	3.00	2.43	3.35	1.18	1.89
P2O5	0.30	0.21	0.22	0.04	0.11
L.O.I.	1.56	1.21	1.18	0.04	1.35
Suma	98.86	98.15	99.34	100.33	99.35
			Norma CIPW		
Q	8.99	12.47	15.4	17.58	0
Cor	1.61	1.55	2.16	0	0
Ort	18.22	14.8	20.16	6.97	11.37
Ab	26.82	22.01	23.77	51.76	27.11
An	24.9	25.91	19.15	11.08	21.61
Hy	14.9	18.99	15.58	3.47	1.5
Di	0	0	0	8.04	24.97
Ol	0	0	0	0	10.2
Mag	1.62	1.6	1.48	0.45	1.51
Ilm	2.16	2.13	1.7	0.51	1.42
Ap	0.72	0.5	0.54	0.1	0.27
%An en Pl	48.14	54.06	44.61	17.63	44.35
ITT	78.93	75.19	78.48	87.39	60.09
ISA	1.048	1.062	1.102	0.805	0.567
ICA	0.536	0.589	0.476	0.407	0.727
IA	0.443	0.388	0.475	0.736	0.481
Fe/Fe+Mg	0.571	0.453	0.513	0.385	0.307

Tabla 39.- Complejo plutónico de Santa Olalla. III

Ref.	SOK-1	SOK-2	SOK-4	SOK-5	SOK-19	SOK-30	SOK-31	SOK-32
	Tonalitas							
	Elementos traza (ppm)							
Li	28.1	24.8	28.0	40.0	35.1	37.0	20.8	35.6
Rb	82.7	40.5	93.5	103.0	98.7	127	115	126
Cs	3.08	1.76	3.33	3.66	3.59	7.03	2.54	2.76
Be	2.79	1.75	2.51	2.64	2.85	2.59	2.60	2.88
Sr	316	348	356	365	308	324	403	417
Ba	628	464	728	744	700	1 256	1 280	1 930
Sc	19.6	26.2	22.0	21.9	16.7	13.2	23.6	20.6
V	132	158	166	146	122	95.4	135	86.3
Cr	143	258	188	173	114	80.0	69.6	43.3
Co	56.2	65.7	70.8	45.8	58.4	60.5	54.3	55.4
Ni	53.4	119	70.4	64.7	49.0	36.4	29.2	22.0
Cu	8.90	53.4	20.9	18.3	18.4	6.6	14.4	11.9
Zn	35.0	107	52.1	48.3	43.8	51.6	43.3	38.5
Ga	20.2	18.0	21.9	21.6	20.4	20.8	25.3	23.4
Y	27.2	23.2	23.8	24.2	23.8	25.1	18.6	25.8
Nb	11.8	7.57	12.5	11.6	12.3	15.8	16.9	23.8
Ta	1.09	0.61	1.10	0.97	1.12	0.96	0.96	1.05
Zr	214	103	233	202	220	364	570	585
Hf	8.60	4.03	8.17	6.84	8.52	10.9	14.4	16.1
Mo	0.19	0.54	0.11	0.10	0.12	0.52	0.15	0.44
Sn	2.42	6.25	2.08	2.96	5.00	2.02	0.00	1.72
Tl	0.31	0.19	0.43	0.37	0.40	0.64	0.46	0.53
Pb	4.32	6.98	5.19	5.79	4.27	11.4	4.28	7.22
U	3.55	1.05	1.81	1.24	1.15	1.24	1.24	2.17
Th	12.7	4.95	8.79	6.52	8.94	20.6	13.9	35.7
La	33.4	20.2	33.7	31.0	34.8	72.5	50.0	135.1
Ce	68.3	42.8	67.5	62.8	69.7	146	101	252
Pr	8.06	5.46	7.81	7.36	8.03	16.1	11.3	27.9
Nd	29.6	22.5	29.8	27.8	28.8	60.3	43.1	105
Sm	6.26	5.11	5.98	5.96	5.66	10.1	7.29	15.6
Eu	1.42	1.18	1.56	1.54	1.39	2.11	2.26	3.31
Gd	5.59	4.95	5.03	5.17	5.13	8.16	6.01	10.8
Tb	0.84	0.78	0.78	0.75	0.72	1.04	0.74	1.15
Dy	4.99	4.42	4.30	4.31	4.32	4.90	3.54	5.54
Ho	1.03	0.89	0.90	0.90	0.91	0.93	0.65	0.95
Er	2.77	2.35	2.36	2.39	2.35	2.46	1.59	2.13
Tm	0.41	0.36	0.35	0.37	0.37	0.35	0.24	0.31
Yb	2.55	2.21	2.28	2.25	2.25	2.12	1.42	2.03
Lu	0.39	0.32	0.33	0.33	0.34	0.30	0.23	0.30
K/Rb	215.85	303.40	220.15	206.40	218.35	214.36	201.54	200.03
Cs/Rb	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.02	0.02
Tl/Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Zr/Hf	24.90	25.62	28.47	29.56	25.84	33.40	39.69	36.44
Th/U	3.59	4.72	4.85	5.27	7.79	16.58	11.26	16.42
Nd/Th	2.33	4.56	3.39	4.26	3.22	2.93	3.10	2.96
Nb/Ta	10.83	12.36	11.37	11.89	10.98	16.52	17.68	22.71
SumREE	165.65	113.52	162.64	152.89	164.73	327.22	229.22	562.38

Tabla 39.- Complejo plutónico de Santa Olalla. IV

Ref.	SOK-33	SOK-34	SOK-35	SOK-8	SOK-12
	Tonalitas			*Aplita*	*Diorita*
			Elementos traza (ppm)		
Li	32.7	24.0	27.2	1.84	24.7
Rb	117	99.4	148	22.1	68.7
Cs	2.88	3.30	3.54	0.00	2.13
Be	2.49	2.86	3.28	2.10	2.58
Sr	379	338	286	168	798
Ba	1 290	694	896	297	606
Sc	23.2	24.1	20.8	3.70	22.5
V	142	160	135	15.8	135
Cr	92.4	189	130	0.00	492
Co	54.7	69.4	70.6	63.4	50.2
Ni	37.1	78.9	51.1	0.00	209.34
Cu	13.1	25.8	13.9	11.32	34.39
Zn	52.5	47.6	39.0	19.05	61.87
Ga	24.9	22.5	24.3	39.75	15.71
Y	23.9	18.5	22.2	36.78	23.75
Nb	18.6	11.8	14.2	67.79	9.69
Ta	1.01	0.93	1.03	4.75	0.92
Zr	500	330	332	884	128
Hf	13.4	9.72	9.74	25.9	4.04
Mo	0.10	0.15	0.00	0.25	0.18
Sn	0.17	0.60	0.72	9.54	2.44
Tl	0.47	0.42	0.53	0.05	0.10
Pb	5.51	5.69	3.70	4.43	5.46
U	1.77	1.47	5.07	2.55	1.65
Th	18.3	4.77	5.45	9.85	8.38
La	76.8	25.3	23.4	26.8	25.9
Ce	158	52.5	50.9	66.6	54.7
Pr	17.6	6.13	5.90	8.74	6.38
Nd	64.7	22.8	23.3	33.8	23.7
Sm	10.8	4.78	5.39	6.89	5.12
Eu	2.17	1.40	1.45	1.14	0.95
Gd	8.63	4.19	5.33	6.19	4.49
Tb	1.01	0.61	0.80	1.03	0.71
Dy	4.54	3.47	4.08	7.09	4.23
Ho	0.86	0.69	0.80	1.49	0.91
Er	2.12	1.81	2.04	4.32	2.38
Tm	0.32	0.28	0.29	0.69	0.37
Yb	1.89	1.72	1.78	4.55	2.33
Lu	0.28	0.26	0.26	0.67	0.34
K/Rb	213.03	202.93	187.29	444.42	227.93
Cs/Rb	0.02	0.03	0.02	0.00	0.03
Tl/Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr/Hf	37.28	33.97	34.12	34.19	31.77
Th/U	10.32	3.25	1.07	3.86	5.07
Nd/Th	3.54	4.79	4.27	3.43	2.83
Nb/Ta	18.52	12.68	13.79	14.28	10.57
SumREE	349.70	125.95	125.70	170.04	132.44

Tabla 40.- Datos isotópicos Rb-Sr de la tonalita de Santa Olalla

Ref.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	87Rb/86Sr	Sr/Sr	Rb87	87Sr/86Sr	e332Sr
SOK-1	82.682	316.395	0.756	0.713175	0.269275	0.7096	77.911
SOK-5	102.959	364.719	0.817	0.713499	0.335309	0.709637	78.437
SOK-19	98.743	307.518	0.929	0.713628	0.321582	0.709235	72.729

Tabla 41.- Datos isotópicos Sm-Nd de la tonalita de Santa Olalla.

Ref.	Sm(ppm)	Nd(ppm)	147Sm/144Nd	143Nd/144Nd	e332Nd
SOK-1	6.258	29.626	0.1277	0.511844	-7.147
SOK-5	5.956	27.784	0.1296	0.511826	-7.505
SOK-19	5.656	28.781	0.1188	0.511839	-7.258

Tabla 42.- Edad de la tonalita de Santa Olalla

Ref.	ACQ	204Pb/206Pb	207Pb/206Pb	ES	207Pb/206Pbc	Edad(Ma)	Error
SOK-19	(4)-1	0.000027	0.053287	0.2	0.053026	330	4
SOK-19	(4)-2	0.000029	0.053477	0.19	0.053175	336	4
SOK-19	(1)-1	0.000217	0.056202	0.3	0.053154	335	7
SOK-19	(1)-2	0.00024	0.056369	0.29	0.052987	328	7
SOK-19	(1)-3	0.000094	0.054133	0.17	0.05289	324	4
SOK-19	(1)-4	0.000048	0.053768	0.3	0.053188	337	7
SOK-31	(1)-1	0.000997	0.066976	1.3	0.052519	308	29*
SOK-31	(1)-2	0.000618	0.061421	0.4	0.052509	308	10*
SOK-31	(2)-1	0.000013	0.053455	0.33	0.05296	327	8
SOK-31	(3)-1	0.000099	0.054595	0.17	0.053274	340	4
SOK-31	(3)-2	0.000082	0.054202	0.21	0.053139	335	4
SOK-31	(4)-1	0.000077	0.054116	0.5	0.053116	334	11
SOK-31	(4)-2	0.000102	0.05437	0.7	0.053004	329	16

ES: error estándar de la medida de cada relación 207Pb/206Pb a 2 sigma
(*) datos excluidos para la estadística de la edad
207Pb/206Pbc-corregido

Tabla 43.- Feldepato potásico del stock de Teuler

Ref.	SOK-27 *Borde*	SOK-27 *Centro*	SOK-27	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Medio*	SOK-28
SiO2	65.13	64.86	65.11	67.30	65.34	64.70	65.36
TiO2	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Al2O3	18.39	18.48	18.29	19.54	18.67	18.46	18.66
FeO	0.03	0.06	0.06	0.02	0.03	0.08	0.07
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
CaO	0.02	0.08	0.03	0.09	0.03	0.03	0.05
Na2O	0.91	1.37	1.22	5.33	0.86	0.70	1.34
K2O	15.63	14.99	14.95	9.43	15.68	15.58	14.85
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	3.00	2.99	3.01	2.98	2.99	3.00	3.00
Al	1.00	1.00	1.00	1.02	1.01	1.01	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.08	0.12	0.11	0.46	0.08	0.06	0.12
K	0.92	0.88	0.88	0.53	0.92	0.92	0.87
%An	0.10	0.40	0.20	0.40	0.20	0.10	0.20
%Ab	8.10	12.19	11.00	46.03	7.65	6.40	12.03
%Or	91.80	87.41	88.80	53.57	92.15	93.50	87.77

Ref.	SOK-28	SOK-29 *Borde*	SOK-29 *Centro*	SOK-29	SOK-29
SiO2	64.14	64.96	64.98	64.68	64.45
TiO2	0.01	0.01	0.00	0.01	0.02
Al2O3	18.73	18.50	18.56	18.50	18.51
FeO	0.31	0.03	0.03	0.04	0.06
MgO	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
CaO	0.14	0.06	0.02	0.02	0.04
Na2O	3.08	1.50	0.79	1.06	0.88
K2O	12.82	14.71	15.65	15.11	15.41
		Fórmula estructural 8 oxígenos			
Si	2.97	2.99	3.00	2.99	2.99
Al	1.02	1.00	1.01	1.01	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.28	0.13	0.07	0.10	0.08
K	0.76	0.87	0.92	0.89	0.91
%An	0.67	0.30	0.10	0.10	0.20
%Ab	26.56	13.37	7.06	9.62	7.96
%Or	72.76	86.33	92.84	90.28	91.84

Tabla 44.- Plagioclasas del stock de Teuler.I

Ref.	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7
Caracteres	*Cristal zonado*				*Cristal maclado*		*Cristal zonado*	
	Borde	*Medio*	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*
SiO2	64.55	61.30	56.19	64.92	62.47	64.42	64.55	61.40
TiO2	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
Al2O3	22.04	24.25	27.93	22.34	23.62	22.40	22.61	25.37
FeO	0.06	0.09	0.24	0.02	0.06	0.08	0.07	0.12
MgO	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
MnO	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02
CaO	2.69	5.39	9.85	3.30	4.72	3.39	3.37	5.62
Na2O	10.03	8.37	5.86	9.78	8.82	9.72	9.69	8.01
K2O	0.27	0.24	0.21	0.31	0.29	0.51	0.31	0.32
				Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.86	2.73	2.52	2.85	2.77	2.83	2.83	2.70
Al	1.15	1.27	1.48	1.15	1.23	1.16	1.17	1.32
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.13	0.26	0.47	0.16	0.22	0.16	0.16	0.27
Na	0.86	0.72	0.51	0.83	0.76	0.83	0.82	0.68
K	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
%An	12.69	25.88	47.54	15.45	22.47	15.72	15.83	27.43
%Ab	85.81	72.71	51.26	82.85	75.93	81.43	82.47	70.70
%Or	1.50	1.41	1.21	1.70	1.61	2.85	1.70	1.86

Ref.	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7
Caracteres	*Cristal zonado y maclado*				*Cristal zonado*				*Cristal zonado*
	Borde	*Medio*	*Medio*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	
SiO2	63.92	59.12	59.53	59.12	64.16	56.55	60.83	65.26	56.42
TiO2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Al2O3	22.63	25.52	25.94	25.82	22.45	25.68	25.36	22.20	28.07
FeO	0.05	0.09	0.11	0.14	0.05	0.13	0.10	0.04	0.17
MgO	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	3.46	7.32	7.47	7.61	3.59	8.31	6.69	3.04	9.99
Na2O	9.51	7.16	6.34	7.26	9.46	6.47	7.71	9.95	5.74
K2O	0.43	0.29	0.29	0.19	0.36	0.16	0.15	0.28	0.14
				Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.82	2.65	2.66	2.64	2.83	2.60	2.68	2.86	2.52
Al	1.18	1.35	1.36	1.36	1.17	1.39	1.32	1.14	1.48
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.16	0.35	0.36	0.36	0.17	0.41	0.32	0.14	0.48
Na	0.81	0.62	0.55	0.63	0.81	0.58	0.66	0.84	0.50
K	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
%An	16.37	35.52	38.72	36.33	17.02	41.06	32.11	14.20	48.63
%Ab	81.24	62.77	59.44	62.58	80.98	57.93	66.97	84.30	50.56
%Or	2.40	1.72	1.84	1.10	2.00	1.00	0.92	1.50	0.81

Tabla 44.- Plagioclasas del stock de Teuler.II

Ref.	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-7	SOK-27
Caracteres	*Cristal zonado*		*Cristal zonado*		*Cristal zonado*			*C. zonado*
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Medio*	*Borde*	*Borde*	*Medio*	
SiO2	57.13	57.38	65.46	64.05	60.94	64.71	60.77	68.01
TiO2	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00
Al2O3	27.66	27.46	22.38	23.09	27.32	22.15	26.35	19.97
FeO	0.20	0.14	0.06	0.09	0.33	0.08	0.31	0.03
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.02	0.09	0.00
MnO	0.03	0.01	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00
CaO	9.40	9.18	2.72	4.03	1.41	3.59	1.92	0.31
Na2O	6.22	6.32	10.13	9.21	6.98	9.81	7.11	10.76
K2O	0.16	0.18	0.20	0.35	3.76	0.20	2.90	2.24
			Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.55	2.56	2.86	2.81	2.69	2.84	2.71	2.97
Al	1.45	1.44	1.15	1.19	1.42	1.15	1.39	1.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.45	0.44	0.13	0.19	0.07	0.17	0.09	0.01
Na	0.54	0.55	0.86	0.78	0.60	0.84	0.62	0.91
K	0.01	0.01	0.01	0.02	0.21	0.01	0.17	0.12
%An	45.13	44.06	12.78	19.07	7.66	16.65	10.55	1.34
%Ab	53.97	54.93	86.12	79.01	68.23	82.27	70.53	86.82
%Or	0.91	1.01	1.11	1.92	24.11	1.08	18.92	11.84

Ref.	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27
Caracteres	*Cristal zonado*			*Cristal maclado*					*Cristal ma*
	Borde	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*Medio*	*Centro*	*Medio*	*Borde*	
SiO2	64.18	58.93	61.71	60.64	61.10	56.25	57.86	61.45	64.30
TiO2	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01
Al2O3	22.37	25.59	23.97	24.87	24.52	26.84	26.33	23.82	22.69
FeO	0.05	0.22	0.14	0.18	0.16	0.26	0.24	0.10	0.13
MgO	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
CaO	3.30	7.36	5.07	6.45	6.07	8.98	8.45	5.08	2.83
Na2O	9.38	7.16	8.46	7.78	7.74	6.21	6.49	8.45	9.32
K2O	0.75	0.53	0.42	0.40	0.65	0.35	0.41	0.43	0.77
				Fórmula estructural 8 oxígenos					
Si	2.84	2.64	2.75	2.69	2.71	2.56	2.60	2.75	2.84
Al	1.17	1.35	1.26	1.30	1.28	1.44	1.39	1.25	1.18
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.16	0.35	0.24	0.31	0.29	0.44	0.41	0.24	0.13
Na	0.80	0.62	0.73	0.67	0.67	0.55	0.56	0.73	0.80
K	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.04
%An	15.58	35.19	24.25	30.73	29.13	43.57	40.95	24.32	13.76
%Ab	80.22	61.83	73.34	66.97	67.14	54.44	56.74	73.27	81.83
%Or	4.20	2.98	2.41	2.30	3.73	1.99	2.31	2.40	4.42

Tabla 44.- Plagioclasas del stock de Teuler.III

Ref.	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27
Caracteres	*C.maclado*		*Cristal zonado y maclado*		*Cristal maclado*		*Cristal macla*
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Borde*	*Centro*	
SiO2	64.89	60.69	58.53	56.80	65.62	57.61	61.46
TiO2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	21.89	23.91	25.30	26.36	21.67	26.53	24.46
FeO	0.07	0.15	0.23	0.27	0.09	0.24	0.08
MgO	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
MnO	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
CaO	2.77	5.83	7.33	8.86	2.75	8.59	5.79
Na2O	9.87	7.90	7.35	6.47	9.82	6.63	8.33
K2O	0,66	0.61	0.37	0.33	0.61	0.36	0.14
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.86	2.73	2.64	2.58	2.88	2.59	2.72
Al	1.14	1.27	1.35	1.41	1.12	1.40	1.28
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.13	0.28	0.35	0.43	0.13	0.41	0.28
Na	0.84	0.69	0.64	0.57	0.83	0.58	0.72
K	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01
%An	12.96	27.94	34.77	42.24	12.94	40.85	27.56
%Ab	83.38	68.56	63.16	55.89	83.65	57.07	71.64
%Or	3.66	3.49	2.06	1.87	3.41	2.08	0.80

Ref.	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27	SOK-27
Caracteres	*Cristal zonado y maclado*				*Cristal zonado y maclado*			
	Borde	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Medio*	*Centro*	*Borde*
SiO2	59.29	57.31	58.51	58.65	64.09	64.80	58.97	60.66
TiO2	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Al2O3	25.43	25.79	25.50	25.95	22.75	22.25	24.95	24.41
FeO	0.21	0.25	0.25	0.21	0.09	0.05	0.23	0.18
MgO	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	7.30	8.10	7.79	7.76	3.94	3.35	7.19	6.19
Na2O	7.37	6.71	7.02	6.83	9.24	9.27	7.20	7.84
K2O	0.26	0.36	0.35	0.49	0.54	0.73	0.48	0.52
				Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.65	2.61	2.63	2.63	2.82	2.85	2.66	2.71
Al	1.34	1.38	1.35	1.37	1.18	1.15	1.33	1.28
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.35	0.39	0.38	0.37	0.19	0.16	0.35	0.30
Na	0.64	0.59	0.61	0.59	0.79	0.79	0.63	0.68
K	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03
%An	34.86	39.17	37.30	37.46	18.54	15.99	34.59	29.48
%Ab	63.65	58.75	60.71	59.72	78.47	79.86	62.62	67.53
%Or	1.49	2.09	1.98	2.82	2.99	4.15	2.78	2.99

Tabla 44.- Plagioclasas del stock de Teuler.IV

Ref.	SOK-28	SOK-28	SOK-28	SOK-28	SOK-28	SOK-28	SOK-28	SOK-28	SOK-28
Caracter	*Cristal zonado*					*Cristal maclado*			*Cristal maclado*
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Medio*	*Centro*	*Borde*	*Medio*	
SiO2	59.66	55.54	57.29	57.25	56.29	61.37	62.22	60.95	58.02
TiO2	0.00	0.01	0.02	0.03	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Al2O3	24.90	27.03	26.16	26.61	26.71	23.71	23.84	23.99	25.96
FeO	0.18	0.27	0.19	0.23	0.26	0.14	0.13	0.11	0.26
MgO	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
CaO	6.40	9.16	7.98	8.66	8.64	5.04	5.09	5.26	7.87
Na2O	7.61	6.09	6.74	6.48	6.37	8.36	8.37	8.44	6.93
K2O	0.49	0.25	0.38	0.22	0.18	0.68	0.65	0.39	0.21
	Fórmula estructural 8 oxígenos								
Si	2.68	2.54	2.60	2.58	2.57	2.75	2.76	2.73	2.62
Al	1.32	1.46	1.40	1.41	1.43	1.25	1.24	1.27	1.38
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.31	0.45	0.39	0.42	0.42	0.24	0.24	0.25	0.38
Na	0.66	0.54	0.59	0.57	0.56	0.73	0.72	0.73	0.61
K	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.04	0.04	0.02	0.01
%An	30.83	44.77	38.72	41.93	42.37	23.98	24.20	25.03	38.08
%Ab	66.37	53.74	59.08	56.77	56.53	72.14	72.09	72.79	60.72
%Or	2.80	1.50	2.20	1.30	1.10	3.88	3.72	2.19	1.20

Ref.	SOK-28	SOK-28	SOK-28	SOK-28	SOK-28	SOK-29	SOK-29	SOK-29
Caracter	*Cristal maclado*		*Cristal zonado*			*Cristal macla-zona*	*Cristal zonado*	
	Medio	*Borde*	*Borde*	*Centro*	*Medio*		*Borde*	*Centro*
SiO2	56.46	58.56	62.00	61.69	63.78	63.12	63.25	58.92
TiO2	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Al2O3	27.54	25.39	24.10	24.56	23.14	23.56	23.59	26.33
FeO	0.27	0.21	0.10	0.06	0.06	0.07	0.07	0.04
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.01	0.03	0.03	0.01	0.00	0.01
CaO	9.54	7.43	5.04	5.69	4.05	4.47	4.56	7.98
Na2O	5.96	7.00	8.51	8.20	9.02	8.93	8.84	7.04
K2O	0.23	0.39	0.44	0.35	0.49	0.34	0.31	0.12
	Fórmula estructural 8 oxígenos							
Si	2.54	2.64	2.75	2.73	2.81	2.78	2.78	2.62
Al	1.46	1.35	1.26	1.28	1.20	1.22	1.22	1.38
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.46	0.36	0.24	0.27	0.19	0.21	0.22	0.38
Na	0.52	0.61	0.73	0.70	0.77	0.76	0.75	0.61
K	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.01
%An	46.32	36.08	24.04	27.14	19.35	21.25	21.81	38.23
%Ab	52.37	61.61	73.44	70.84	77.91	76.84	76.47	61.07
%Or	1.31	2.31	2.52	2.02	2.74	1.91	1.72	0.70

Tabla 44.- Plagioclasas del stock de Teuler.V

Ref.	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29
Caracter	*Cristal maclado*		*Cristal zonado y maclado*						
	Borde	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Borde*	*Borde*	*Centro*
SiO2	60.66	61.01	56.97	57.52	58.47	58.83	58.26	62.89	60.33
TiO2	0.02	0.01	0.02	0.01	0.00	0.02	0.03	0.00	0.01
Al2O3	24.24	24.14	27.23	26.97	26.32	26.98	26.56	23.65	25.26
FeO	0.10	0.18	0.15	0.18	0.17	0.04	0.09	0.08	0.03
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	5.72	5.44	9.14	8.81	8.08	8.40	8.28	4.75	6.64
Na2O	8.01	8.20	6.27	6.39	6.77	6.67	6.69	8.81	7.64
K2O	0.32	0.49	0.21	0.17	0.18	0.22	0.20	0.44	0.25
			Fórmula estructural 8 oxígenos						
Si	2.72	2.73	2.56	2.58	2.61	2.60	2.60	2.77	2.68
Al	1.28	1.27	1.44	1.42	1.39	1.41	1.40	1.23	1.32
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.28	0.26	0.44	0.42	0.39	0.40	0.40	0.22	0.32
Na	0.70	0.71	0.55	0.56	0.59	0.57	0.58	0.75	0.66
K	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01
%An	27.78	26.05	44.08	42.86	39.33	40.57	40.16	22.38	31.98
%Ab	70.30	71.14	54.72	56.23	59.65	58.21	58.72	75.13	66.60
%Or	1.92	2.81	1.21	0.91	1.02	1.22	1.12	2.50	1.42

Ref.	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29E/enclv.	SOK-29E
Caracter	*Cristal zonado y maclado*					*Cristal*	*Cristal maclado*	*Cristal zonado*
	Borde	*Medio*	*Centro*	*Medio*	*Borde*	*maclado*		
SiO2	61.92	60.28	60.77	59.92	62.31	58.83	61.34	63.32
TiO2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00
Al2O3	24.43	25.16	24.65	25.45	24.09	27.12	23.94	23.43
FeO	0.05	0.15	0.15	0.16	0.04	0.10	0.04	0.01
MgO	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00
CaO	5.50	6.59	6.19	6.93	5.28	8.39	5.39	4.47
Na2O	8.36	7.67	7.89	7.37	8.43	6.61	8.39	8.94
K2O	0.31	0.29	0.29	0.30	0.30	0.21	0.25	0.21
				Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.73	2.68	2.71	2.67	2.75	2.60	2.74	2.79
Al	1.27	1.32	1.29	1.34	1.25	1.41	1.26	1.22
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.26	0.31	0.30	0.33	0.25	0.40	0.26	0.21
Na	0.72	0.66	0.68	0.64	0.72	0.56	0.73	0.76
K	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
%An	26.21	31.69	29.74	33.57	25.30	40.70	25.85	21.40
%Ab	72.08	66.70	68.55	64.70	72.98	58.07	72.75	77.38
%Or	1.71	1.62	1.71	1.73	1.72	1.23	1.40	1.22

Tabla 44.- Plagioclasas del stock de Teuler.VI

Ref.	SOK-29E	SOK-29	SOK-29	SOK-29	SOK-29E	SOK-29E*	SOK-29E*
Caracteres	*Cristal zonado*					*Cristal zonado*	*Cristal zonado*
	Borde	*Medio*	*Centro*	*Borde*	*Borde*		
SiO2	63.22	61.35	54.60	56.71	63.21	60.40	64.58
TiO2	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Al2O3	23.36	24.21	28.11	27.19	23.33	24.70	22.79
FeO	0.01	0.02	0.20	0.10	0.07	0.10	0.09
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
CaO	4.47	5.76	10.54	9.27	4.45	6.26	3.31
Na2O	8.86	8.24	5.36	6.29	8.93	7.94	9.81
K2O	0.31	0.18	0.14	0.18	0.26	0.13	0.17
			Fórmula estructural 8 oxígenos				
Si	2.79	2.73	2.49	2.55	2.79	2.70	2.83
Al	1.21	1.27	1.51	1.44	1.21	1.30	1.18
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.21	0.28	0.51	0.45	0.21	0.30	0.16
Na	0.76	0.71	0.47	0.55	0.76	0.69	0.83
K	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
%An	21.38	27.61	51.66	44.48	21.26	30.15	15.55
%Ab	76.80	71.39	47.54	54.53	77.23	69.15	83.45
%Or	1.82	1.00	0.80	1.00	1.52	0.70	1.00

Ref.	SOK-29E*	SOK-29E*
Caracteres	*Cristal zonado y maclad*	*Cristal maclado*
SiO2	55.91	57.49
TiO2	0.01	0.02
Al2O3	27.51	26.98
FeO	0.04	0.14
MgO	0.00	0.00
MnO	0.01	0.00
CaO	9.62	8.84
Na2O	6.12	6.54
K2O	0.11	0.08
Fórmula estructural 8 oxígenos		
Si	2.53	2.57
Al	1.47	1.42
Ti	0.00	0.00
Mg	0.00	0.00
Fe	0.00	0.01
Mn	0.00	0.00
Ca	0.47	0.42
Na	0.54	0.57
K	0.01	0.00
%An	46.18	42.57
%Ab	53.12	57.03
%Or	0.69	0.40

SOK-29E*- enclave en la muestra SOK-29

SOK-29E/enclv.-en el contacto

Tabla 45.- Biotitas del stock de Teuler.I

Ref.	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Borde*	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Borde*	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Borde*	SOK-7 *Centro*
SiO2	36.30	37.30	36.41	36.54	36.19	36.74	36.69
TiO2	2.72	3.47	2.77	3.12	3.06	3.30	3.15
Al2O3	16.84	15.56	16.78	16.13	16.19	16.14	16.16
FeO	17.43	17.27	17.69	17.79	18.59	18.02	18.30
MgO	11.79	11.78	11.61	11.52	11.47	11.32	11.45
MnO	0.21	0.18	0.16	0.20	0.24	0.31	0.19
CaO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Na2O	0.13	0.09	0.06	0.03	0.17	0.07	0.20
K2O	9.72	9.49	9.89	9.79	9.13	9.76	9.62
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.75	2.82	2.76	2.78	2.76	2.78	2.77
Alt	1.50	1.39	1.50	1.44	1.45	1.44	1.44
Al IV	1.25	1.18	1.24	1.22	1.24	1.22	1.23
Al VI	0.26	0.20	0.26	0.22	0.21	0.22	0.21
Ti	0.16	0.20	0.16	0.18	0.18	0.19	0.18
Mg	1.33	1.33	1.31	1.30	1.30	1.27	1.29
Fe	1.11	1.09	1.12	1.13	1.18	1.14	1.16
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
Σ M	2.86	2.83	2.85	2.85	2.89	2.84	2.85
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.03
K	0.94	0.91	0.96	0.95	0.89	0.94	0.93
Σ A	0.96	0.93	0.96	0.95	0.91	0.95	0.96
Fe/Fe+Mg	0.45	0.45	0.46	0.46	0.48	0.47	0.47

Ref.	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Borde*	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Borde*
SiO2	36.84	36.66	37.06	27.85	27.97	36.96
TiO2	3.13	3.42	3.35	0.16	0.03	2.60
Al2O3	16.69	17.04	16.69	19.41	19.65	16.93
FeO	17.63	16.99	17.72	20.53	19.96	17.63
MgO	11.75	11.14	11.46	18.71	20.25	11.86
MnO	0.15	0.18	0.18	0.32	0.31	0.17
CaO	0.00	0.01	0.01	0.19	0.00	0.02
Na2O	0.08	0.09	0.15	0.01	0.01	0.09
K2O	9.90	9.70	9.72	0.44	0.02	9.86
		Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.76	2.77	2.77	2.25	2.23	2.77
Alt	1.48	1.51	1.47	1.85	1.85	1.50
Al IV	1.24	1.23	1.23	1.75	1.77	1.23
Al VI	0.24	0.28	0.24	0.10	0.08	0.27
Ti	0.18	0.19	0.19	0.01	0.00	0.15
Mg	1.31	1.25	1.28	2.25	2.41	1.33
Fe	1.11	1.07	1.11	1.39	1.33	1.11
Mn	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01
Σ M	2.84	2.81	2.83	3.78	3.84	2.85
Ca	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
K	0.95	0.93	0.93	0.05	0.00	0.94
Σ A	0.96	0.95	0.95	0.06	0.00	0.96
Fe/Fe+Mg	0.46	0.46	0.47	0.38	0.36	0.46

Tabla 45.- Biotitas del stock de Teuler.II

Ref.	SOK-7 *Borde*	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Borde*	SOK-7 *Borde*	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Borde*	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Borde*
SiO2	36.76	36.66	36.67	36.71	36.11	35.80	37.37	36.84
TiO2	2.79	3.60	3.57	3.29	3.41	3.35	3.44	3.63
Al2O3	16.75	16.45	16.49	17.26	16.75	16.86	16.18	16.31
FeO	17.56	17.55	18.12	17.77	18.06	17.43	17.08	16.93
MgO	11.74	11.45	11.31	11.13	11.14	11.30	11.53	11.29
MnO	0.20	0.17	0.17	0.18	0.21	0.18	0.17	0.20
CaO	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Na2O	0.06	0.13	0.13	0.12	0.16	0.34	0.09	0.14
K2O	9.96	9.75	9.72	9.77	9.60	9.68	9.56	9.64
			Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.77	2.76	2.76	2.75	2.74	2.73	2.81	2.79
Alt	1.49	1.46	1.46	1.52	1.50	1.51	1.43	1.45
Al IV	1.23	1.24	1.24	1.25	1.26	1.27	1.19	1.21
Al VI	0.25	0.22	0.22	0.28	0.23	0.24	0.24	0.24
Ti	0.16	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.21
Mg	1.32	1.29	1.27	1.24	1.26	1.28	1.29	1.27
Fe	1.11	1.11	1.14	1.11	1.15	1.11	1.07	1.07
Mn	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Σ M	2.85	2.83	2.84	2.83	2.84	2.83	2.81	2.81
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.01	0.02
K	0.96	0.94	0.93	0.93	0.93	0.94	0.92	0.93
Σ A	0.97	0.96	0.95	0.95	0.95	0.99	0.93	0.95
Fe/Fe+Mg	0.46	0.46	0.47	0.47	0.48	0.46	0.45	0.46

Ref.	SOK-7 *Borde*	SOK-7 *Centro*	SOK-7 *Borde*	SOK-27 *Centro*	SOK-27 *Centro*	SOK-27 *Centro*
SiO2	36.54	36.51	36.37	35.76	36.88	36.95
TiO2	3.62	3.55	3.37	3.91	4.47	3.87
Al2O3	16.34	16.51	16.74	15.07	14.66	14.76
FeO	18.46	18.51	18.07	16.23	16.36	16.01
MgO	11.03	11.05	11.31	13.39	12.87	13.22
MnO	0.19	0.22	0.17	0.03	0.04	0.03
CaO	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.03
Na2O	0.10	0.09	0.10	0.09	0.06	0.08
K2O	9.87	9.76	9.92	9.49	9.54	9.44
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.76	2.75	2.74	2.74	2.79	2.80
Alt	1.45	1.47	1.49	1.36	1.31	1.32
Al IV	1.24	1.25	1.26	1.26	1.21	1.20
Al VI	0.21	0.22	0.23	0.10	0.10	0.12
Ti	0.21	0.20	0.19	0.23	0.25	0.22
Mg	1.24	1.24	1.27	1.53	1.45	1.49
Fe	1.16	1.17	1.14	1.04	1.03	1.01
Mn	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Σ M	2.83	2.84	2.84	2.89	2.84	2.85
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.95	0.94	0.95	0.93	0.92	0.91
Σ A	0.96	0.95	0.97	0.94	0.93	0.93
Fe/Fe+Mg	0.48	0.49	0.47	0.41	0.42	0.41

Tabla 45.- Biotitas del stock de Teuler.III

Ref.	SOK-27 *Centro*	SOK-27 *Borde*	SOK-27 *Centro*	SOK-27 *Borde*	SOK-27 *Borde alt.*	SOK-27 *Centro*	SOK-27 *Borde*
SiO2	37.13	36.56	36.07	36.19	35.78	36.49	36.79
TiO2	3.52	4.21	4.60	4.31	4.75	4.79	4.71
Al2O3	14.15	14.86	14.79	14.68	14.42	14.33	14.32
FeO	15.52	16.01	17.06	17.09	17.12	16.67	16.53
MgO	13.66	13.32	12.50	13.11	13.04	12.85	13.04
MnO	0.05	0.07	0.06	0.10	0.09	0.04	0.05
CaO	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.05
Na2O	0.08	0.09	0.15	0.15	0.14	0.16	0.17
K2O	9.31	9.49	9.44	9.32	8.52	9.30	9.30
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.84	2.77	2.75	2.75	2.74	2.77	2.78
Alt	1.27	1.33	1.33	1.31	1.30	1.28	1.28
Al IV	1.16	1.23	1.25	1.25	1.26	1.23	1.22
Al VI	0.11	0.10	0.08	0.06	0.04	0.06	0.06
Ti	0.20	0.24	0.26	0.25	0.27	0.27	0.27
Mg	1.55	1.50	1.42	1.48	1.49	1.46	1.47
Fe	0.99	1.01	1.09	1.09	1.10	1.06	1.05
Mn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Σ M	2.86	2.86	2.85	2.88	2.91	2.85	2.85
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
K	0.91	0.92	0.92	0.90	0.83	0.90	0.90
Σ A	0.92	0.93	0.94	0.93	0.86	0.93	0.93
Fe/Fe+Mg	0.39	0.40	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42

Ref.	SOK-27 *Borde*	SOK-27 *Centro*	SOK-27 *Borde*	SOK-27 *Centro*	SOK-27 *Centro*	SOK-27 *Borde*	SOK-27 *Centro*
SiO2	36.36	36.05	35.81	36.73	35.68	36.34	36.16
TiO2	3.88	3.87	4.06	3.76	4.44	4.71	4.72
Al2O3	15.44	15.65	15.28	14.89	15.09	14.18	14.28
FeO	16.31	16.82	16.77	16.17	16.96	16.37	16.36
MgO	13.36	13.07	13.81	13.66	12.64	13.40	13.08
MnO	0.07	0.08	0.08	0.05	0.05	0.03	0.05
CaO	0.02	0.01	0.04	0.02	0.07	0.01	0.01
Na2O	0.09	0.13	0.10	0.12	0.10	0.16	0.15
K2O	9.40	9.66	8.61	9.48	9.44	9.43	9.34
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.75	2.73	2.72	2.78	2.73	2.76	2.76
Alt	1.38	1.39	1.37	1.33	1.36	1.27	1.29
Al IV	1.25	1.27	1.28	1.22	1.27	1.24	1.24
Al VI	0.12	0.12	0.08	0.10	0.09	0.03	0.05
Ti	0.22	0.22	0.23	0.21	0.26	0.27	0.27
Mg	1.50	1.47	1.56	1.54	1.44	1.52	1.49
Fe	1.03	1.06	1.06	1.02	1.08	1.04	1.05
Mn	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Σ M	2.88	2.88	2.94	2.88	2.87	2.86	2.86
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Na	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.91	0.93	0.83	0.91	0.92	0.91	0.91
Σ A	0.92	0.95	0.85	0.93	0.94	0.94	0.93
Fe/Fe+Mg	0.41	0.42	0.41	0.40	0.43	0.41	0.41

Tabla 45.- Biotitas del stock de Teuler.IV

Ref.	SOK-27 *Borde*	SOK-27 *Borde*	SOK-27 *Medio*	SOK-27 *Centro*	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Centro*
SiO2	36.38	35.88	34.82	36.38	35.97	35.89	36.06
TiO2	4.41	4.09	3.53	4.47	4.27	4.13	3.37
Al2O3	14.12	14.44	15.34	14.25	15.69	16.05	16.70
FeO	16.30	16.81	16.23	15.81	18.54	18.22	18.51
MgO	13.48	14.10	15.23	13.13	10.55	10.26	9.84
MnO	0.06	0.07	0.04	0.07	0.21	0.22	0.28
CaO	0.01	0.11	0.05	0.02	0.02	0.06	0.03
Na2O	0.10	0.09	0.05	0.11	0.16	0.18	0.13
K2O	9.40	8.14	7.46	9.24	9.16	9.20	9.10
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.78	2.74	2.68	2.79	2.76	2.76	2.77
Alt	1.27	1.30	1.39	1.29	1.42	1.45	1.51
Al IV	1.23	1.26	1.33	1.21	1.24	1.24	1.23
Al VI	0.04	0.04	0.06	0.08	0.18	0.21	0.29
Ti	0.25	0.24	0.20	0.26	0.25	0.24	0.20
Mg	1.53	1.61	1.74	1.50	1.20	1.17	1.13
Fe	1.04	1.07	1.04	1.01	1.19	1.17	1.19
Mn	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
Σ M	2.87	2.96	3.05	2.85	2.83	2.81	2.82
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Na	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02
K	0.91	0.79	0.73	0.90	0.90	0.90	0.89
Σ A	0.93	0.82	0.74	0.92	0.92	0.93	0.91
Fe/Fe+Mg	0.40	0.40	0.37	0.40	0.50	0.50	0.51

Ref.	SOK-28 *Centro*	SOK-28 *Centro*	SOK-28 *Centro*	SOK-28 *Centro*	SOK-28 *Centro*
SiO2	36.49	36.81	36.93	35.98	36.18
TiO2	3.90	4.35	3.72	3.25	3.79
Al2O3	16.59	16.42	16.68	17.86	16.46
FeO	17.90	18.45	18.40	18.56	18.47
MgO	10.29	9.78	10.04	10.27	10.18
MnO	0.28	0.29	0.30	0.31	0.18
CaO	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
Na2O	0.18	0.12	0.11	0.10	0.11
K2O	9.52	9.29	9.53	9.68	9.33
		Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.77	2.78	2.79	2.72	2.76
Alt	1.48	1.46	1.48	1.59	1.48
Al IV	1.23	1.22	1.21	1.29	1.24
Al VI	0.25	0.25	0.27	0.30	0.25
Ti	0.22	0.25	0.21	0.18	0.22
Mg	1.16	1.10	1.13	1.16	1.16
Fe	1.14	1.17	1.16	1.17	1.18
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Σ M	2.79	2.78	2.79	2.83	2.82
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02
K	0.92	0.90	0.92	0.93	0.91
Σ A	0.95	0.91	0.93	0.95	0.93
Fe/Fe+Mg	0.49	0.51	0.51	0.50	0.51

Tabla 45.- Biotitas del stock de Teuler.V

Ref.	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Centro*	SOK-28 *Centro*	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Centro*	SOK-28 *Borde*
SiO2	35.98	35.53	36.37	36.12	36.13	36.60	36.67
TiO2	3.82	3.84	3.59	3.90	4.04	3.97	4.34
Al2O3	16.55	16.94	16.81	16.32	15.88	15.85	15.54
FeO	18.08	18.49	17.83	18.52	18.31	18.28	18.10
MgO	10.28	10.14	10.49	10.09	10.38	10.30	10.37
MnO	0.22	0.23	0.23	0.26	0.23	0.23	0.21
CaO	0.01	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
Na2O	0.26	0.10	0.19	0.16	0.14	0.10	0.14
K2O	9.50	9.48	9.44	9.43	8.91	9.36	9.26
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.75	2.72	2.76	2.76	2.78	2.80	2.80
Alt	1.49	1.53	1.51	1.47	1.44	1.43	1.40
Al IV	1.25	1.28	1.24	1.24	1.23	1.21	1.20
Al VI	0.24	0.25	0.27	0.23	0.21	0.22	0.20
Ti	0.22	0.22	0.21	0.22	0.23	0.23	0.25
Mg	1.17	1.16	1.19	1.15	1.19	1.17	1.18
Fe	1.16	1.18	1.13	1.18	1.18	1.17	1.16
Mn	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Σ M	2.80	2.83	2.81	2.81	2.82	2.80	2.79
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.04	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.93	0.93	0.92	0.92	0.87	0.91	0.90
Σ A	0.97	0.94	0.94	0.94	0.90	0.93	0.92
Fe/Fe+Mg	0.50	0.51	0.49	0.51	0.50	0.50	0.50

Ref.	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Centro*	SOK-28 *Centro*	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Centro*	SOK-28 *Borde*	SOK-28 *Centro*
SiO2	36.84	36.51	35.96	36.30	36.57	36.91	36.66	36.49	36.52
TiO2	4.14	4.23	3.85	3.81	3.76	3.86	3.94	3.30	3.78
Al2O3	16.31	16.45	16.82	16.95	16.89	16.49	17.03	17.29	16.63
FeO	18.41	18.18	18.92	18.96	17.77	17.87	18.27	18.42	17.93
MgO	9.91	10.11	10.05	9.76	10.64	10.48	10.25	10.19	10.54
MnO	0.22	0.21	0.23	0.25	0.21	0.24	0.24	0.19	0.22
CaO	0.00	0.01	0.00	0.02	0.02	0.00	0.01	0.03	0.00
Na2O	0.10	0.15	0.12	0.05	0.20	0.16	0.15	0.10	0.12
K2O	9.56	9.54	9.66	9.64	9.70	9.41	9.30	9.35	9.22
				Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.79	2.77	2.73	2.75	2.76	2.79	2.76	2.76	2.77
Alt	1.46	1.47	1.51	1.51	1.50	1.47	1.51	1.54	1.49
Al IV	1.21	1.23	1.27	1.25	1.24	1.21	1.24	1.24	1.23
Al VI	0.25	0.24	0.24	0.27	0.26	0.25	0.27	0.30	0.26
Ti	0.24	0.24	0.22	0.22	0.21	0.22	0.22	0.19	0.22
Mg	1.12	1.14	1.14	1.10	1.19	1.18	1.15	1.15	1.19
Fe	1.17	1.15	1.20	1.20	1.12	1.13	1.15	1.17	1.14
Mn	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
Σ M	2.78	2.78	2.82	2.80	2.80	2.80	2.81	2.82	2.82
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.92	0.92	0.94	0.93	0.93	0.91	0.89	0.90	0.89
Σ A	0.94	0.95	0.95	0.94	0.96	0.93	0.91	0.92	0.91
Fe/Fe+Mg	0.51	0.50	0.51	0.52	0.48	0.49	0.50	0.50	0.49

Tabla 45.- Biotitas del stock de Teuler.VI

Ref.	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Borde*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Borde*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Borde*	SOK-29 *Centro*
SiO2	36.32	37.23	36.54	36.79	36.78	37.00	36.33
TiO2	3.44	3.98	3.86	3.85	4.11	4.00	3.83
Al2O3	17.44	16.28	16.63	16.67	16.36	16.41	16.88
FeO	18.52	18.11	18.40	18.37	18.30	18.10	18.25
MgO	9.64	10.03	10.02	9.86	9.94	10.13	9.62
MnO	0.38	0.34	0.30	0.38	0.28	0.31	0.31
CaO	0.03	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Na2O	0.12	0.16	0.17	0.13	0.16	0.16	0.16
K2O	9.25	9.38	9.39	9.47	9.44	9.43	9.36
		Fórmula estructural 11 oxígenos					
Si	2.76	2.81	2.77	2.78	2.79	2.79	2.77
Alt	1.56	1.45	1.49	1.49	1.46	1.46	1.52
Al IV	1.24	1.19	1.23	1.22	1.21	1.21	1.23
Al VI	0.32	0.26	0.26	0.27	0.25	0.25	0.29
Ti	0.20	0.23	0.22	0.22	0.23	0.23	0.22
Mg	1.09	1.13	1.13	1.11	1.12	1.14	1.09
Fe	1.18	1.14	1.17	1.16	1.16	1.14	1.16
Mn	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.81	2.78	2.80	2.79	2.78	2.78	2.78
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Σ A	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94
Fe/Fe+Mg	0.52	0.50	0.51	0.51	0.51	0.50	0.52

Ref.	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Borde*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*
SiO2	36.10	35.96	35.39	36.50	36.33	36.23
TiO2	3.50	3.75	3.87	3.64	3.50	3.11
Al2O3	17.17	16.77	16.59	16.70	16.70	17.06
FeO	17.95	18.52	18.14	18.48	18.43	17.94
MgO	9.82	9.63	9.21	9.73	9.69	9.83
MnO	0.31	0.33	0.33	0.37	0.32	0.35
CaO	0.01	0.01	0.08	0.01	0.04	0.00
Na2O	0.16	0.22	0.29	0.11	0.16	0.11
K2O	9.29	9.45	9.27	9.53	9.46	9.39
		Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.76	2.76	2.75	2.78	2.78	2.78
Alt	1.55	1.51	1.52	1.50	1.51	1.54
Al IV	1.24	1.24	1.25	1.22	1.22	1.22
Al VI	0.31	0.27	0.28	0.28	0.29	0.32
Ti	0.20	0.22	0.23	0.21	0.20	0.18
Mg	1.12	1.10	1.07	1.10	1.11	1.12
Fe	1.15	1.19	1.18	1.18	1.18	1.15
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.80	2.79	2.77	2.79	2.79	2.80
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02
K	0.91	0.92	0.92	0.93	0.92	0.92
Σ A	0.93	0.96	0.97	0.94	0.95	0.94
Fe/Fe+Mg	0.51	0.52	0.53	0.52	0.52	0.51

Tabla 45.- Biotitas del stock de Teuler.VII

Ref.	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Borde*	SOK-29 *Centro*
SiO2	36.59	34.59	36.40	36.19	36.18
TiO2	3.76	2.48	3.68	3.70	3.37
Al2O3	16.85	17.79	16.67	17.02	17.05
FeO	18.15	19.77	19.08	17.99	18.41
MgO	9.72	10.17	9.55	9.58	9.51
MnO	0.37	0.37	0.34	0.36	0.39
CaO	0.03	0.04	0.02	0.00	0.01
Na2O	0.10	0.07	0.09	0.16	0.09
K2O	9.69	8.81	9.24	9.18	9.24
			Fórmula estructural 11 oxígenos		
Si	2.78	2.68	2.78	2.77	2.78
Alt	1.51	1.62	1.50	1.54	1.54
Al IV	1.22	1.32	1.22	1.23	1.23
Al VI	0.29	0.30	0.27	0.31	0.32
Ti	0.22	0.14	0.21	0.21	0.19
Mg	1.10	1.17	1.09	1.09	1.09
Fe	1.15	1.28	1.22	1.15	1.18
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
Σ M	2.78	2.92	2.81	2.79	2.80
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
K	0.94	0.87	0.90	0.90	0.90
Σ A	0.96	0.88	0.91	0.92	0.92
Fe/Fe+Mg	0.51	0.52	0.53	0.51	0.52

Ref.	SOK-29 *Medio*	SOK-29 *Borde*	SOK-29 *Borde*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Medio*	SOK-29 *Borde*	SOK-29 *Centro*
SiO2	35.47	35.99	35.44	35.74	35.59	36.35	36.40
TiO2	3.35	3.54	3.61	4.13	3.65	3.80	3.51
Al2O3	17.24	17.01	17.55	15.97	17.26	16.85	17.14
FeO	18.52	18.51	19.32	17.87	19.01	18.17	18.20
MgO	10.16	9.60	9.35	9.71	9.16	9.64	9.68
MnO	0.31	0.35	0.39	0.31	0.38	0.34	0.32
CaO	0.03	0.00	0.03	0.02	0.04	0.02	0.01
Na2O	0.08	0.06	0.14	0.19	0.08	0.08	0.13
K2O	8.71	9.54	9.54	9.36	9.09	9.49	9.46
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.73	2.76	2.71	2.77	2.74	2.77	2.77
Alt	1.56	1.54	1.58	1.46	1.57	1.52	1.54
Al IV	1.27	1.24	1.29	1.23	1.26	1.23	1.23
Al VI	0.29	0.29	0.29	0.23	0.30	0.29	0.31
Ti	0.19	0.20	0.21	0.24	0.21	0.22	0.20
Mg	1.16	1.10	1.06	1.12	1.05	1.10	1.10
Fe	1.19	1.19	1.23	1.16	1.22	1.16	1.16
Mn	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02
Σ M	2.86	2.80	2.82	2.78	2.81	2.78	2.79
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02
K	0.85	0.93	0.93	0.93	0.89	0.92	0.92
Σ A	0.87	0.94	0.95	0.96	0.91	0.94	0.94
Fe/Fe+Mg	0.51	0.52	0.54	0.51	0.54	0.51	0.51

Tabla 45.- Biotitas del stock de Teuler.VIII

Ref.	SOK-29 *Borde*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*
SiO2	36.23	36.10	36.17	36.37	36.64	36.50
TiO2	3.61	3.42	3.50	3.29	3.45	3.63
Al2O3	17.09	17.55	16.99	17.63	16.88	16.66
FeO	18.60	18.90	18.29	18.58	18.15	19.02
MgO	9.54	9.52	9.65	9.71	9.76	9.56
MnO	0.32	0.34	0.36	0.35	0.31	0.37
CaO	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
Na2O	0.16	0.13	0.10	0.13	0.18	0.13
K2O	9.36	9.40	9.35	9.66	9.26	9.43
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.76	2.74	2.77	2.75	2.79	2.78
Alt	1.54	1.57	1.53	1.57	1.52	1.50
Al IV	1.24	1.26	1.23	1.25	1.21	1.22
Al VI	0.30	0.32	0.30	0.32	0.31	0.27
Ti	0.21	0.20	0.20	0.19	0.20	0.21
Mg	1.08	1.08	1.10	1.09	1.11	1.09
Fe	1.19	1.20	1.17	1.18	1.16	1.21
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.80	2.81	2.80	2.80	2.79	2.80
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
K	0.91	0.91	0.91	0.93	0.90	0.92
Σ A	0.94	0.93	0.93	0.95	0.93	0.93
Fe/Fe+Mg	0.52	0.53	0.52	0.52	0.51	0.53

Ref.	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*	SOK-29 *Centro*	SOK-29E *Borde*	SOK-29E *Borde*	SK-29E *Centro*
SiO2	36.20	36.13	36.30	35.49	35.43	36.12
TiO2	3.74	3.54	3.74	3.45	3.71	3.80
Al2O3	16.70	17.06	17.35	17.38	17.00	16.37
FeO	18.60	18.38	18.35	18.90	18.82	19.03
MgO	9.61	9.44	9.39	9.98	9.73	9.75
MnO	0.34	0.35	0.36	0.35	0.36	0.33
CaO	0.06	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Na2O	0.12	0.10	0.08	0.08	0.19	0.12
K2O	9.47	9.68	9.51	9.64	9.36	9.46
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.77	2.77	2.76	2.71	2.72	2.76
Alt	1.50	1.54	1.56	1.56	1.54	1.48
Al IV	1.23	1.24	1.24	1.29	1.28	1.24
Al VI	0.27	0.30	0.32	0.27	0.26	0.24
Ti	0.22	0.20	0.21	0.20	0.21	0.22
Mg	1.09	1.08	1.06	1.14	1.11	1.11
Fe	1.19	1.18	1.17	1.21	1.21	1.22
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.79	2.78	2.78	2.84	2.82	2.81
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02
K	0.92	0.94	0.92	0.94	0.92	0.92
Σ A	0.95	0.96	0.93	0.95	0.95	0.94
Fe/Fe+Mg	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52

Tabla 45.- Biotitas del stock de Teuler.IX

Ref.	SOK-29E		SOK-29E	SOK-29E	SOK-29E	SOK-29E
	Borde	*Medio*	*Centro*	*Centro*	*Centro*	*Centro*
SiO2	35.56	36.71	36.02	36.47	36.02	35.79
TiO2	3.52	4.10	4.23	3.41	3.28	3.76
Al2O3	17.23	16.05	16.27	17.03	17.43	17.26
FeO	19.32	18.25	18.85	18.43	18.72	19.02
MgO	9.67	9.49	9.29	9.80	9.83	9.51
MnO	0.37	0.36	0.33	0.37	0.36	0.35
CaO	0.05	0.02	0.03	0.00	0.00	0.01
Na2O	0.13	0.20	0.21	0.13	0.09	0.13
K2O	9.01	9.15	9.14	9.44	9.59	9.64
			Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.72	2.81	2.77	2.77	2.74	2.73
Alt	1.55	1.45	1.47	1.53	1.56	1.55
Al IV	1.28	1.19	1.23	1.23	1.26	1.27
Al VI	0.28	0.26	0.24	0.30	0.30	0.28
Ti	0.20	0.24	0.25	0.20	0.19	0.22
Mg	1.10	1.08	1.06	1.11	1.11	1.08
Fe	1.24	1.17	1.21	1.17	1.19	1.21
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Σ M	2.84	2.77	2.78	2.80	2.82	2.80
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02
K	0.88	0.89	0.90	0.92	0.93	0.94
Σ A	0.90	0.92	0.93	0.94	0.94	0.96
Fe/Fe+Mg	0.53	0.52	0.53	0.51	0.52	0.53

Ref.	SOK-29E		SOK-29E	SOK-29E		SOK-29E	SOK-29E/enclv.
	Borde	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*	*Borde*	*Centro*
SiO2	36.85	36.34	36.79	35.66	35.76	36.16	35.57
TiO2	3.96	3.74	3.63	3.70	3.75	3.58	3.40
Al2O3	16.40	16.74	16.63	16.64	16.80	16.46	17.44
FeO	18.05	18.50	18.12	19.37	19.59	18.54	19.15
MgO	9.93	9.53	9.73	9.45	9.52	9.86	9.42
MnO	0.34	0.35	0.35	0.35	0.34	0.33	0.44
CaO	0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.08	0.00
Na2O	0.20	0.17	0.13	0.11	0.08	0.14	0.10
K2O	9.29	9.39	9.37	9.29	9.56	8.60	9.57
			Fórmula estructural 11 oxígenos				
Si	2.80	2.78	2.80	2.75	2.73	2.78	2.72
Alt	1.47	1.51	1.49	1.51	1.51	1.49	1.57
Al IV	1.20	1.22	1.20	1.25	1.27	1.22	1.28
Al VI	0.26	0.28	0.29	0.25	0.25	0.28	0.30
Ti	0.23	0.22	0.21	0.21	0.22	0.21	0.20
Mg	1.12	1.08	1.10	1.08	1.08	1.13	1.08
Fe	1.15	1.18	1.15	1.25	1.25	1.19	1.23
Mn	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
Σ M	2.78	2.78	2.78	2.82	2.82	2.83	2.82
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Na	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
K	0.90	0.92	0.91	0.91	0.93	0.84	0.93
Σ A	0.93	0.94	0.93	0.93	0.95	0.87	0.95
Fe/Fe+Mg	0.51	0.52	0.51	0.54	0.54	0.51	0.53

Tabla 45.- Biotitas del stock de Teuler.X

Ref.	SOK-29E/enclv. *Centro*	SOK-29E/enclv. *Centro*	SOK-29E/enclv. *Centro*	SOK-29E* *Centro*	SOK-29E* *Centro*
SiO2	36.20	35.83	35.50	36.10	36.57
TiO2	3.66	3.63	3.74	3.67	3.95
Al2O3	16.63	16.68	16.77	17.00	16.55
FeO	18.70	18.91	18.98	19.14	18.43
MgO	9.53	9.57	9.51	9.36	9.61
MnO	0.38	0.35	0.40	0.39	0.37
CaO	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00
Na2O	0.11	0.13	0.14	0.11	0.10
K2O	9.42	9.32	9.48	9.48	9.47
		Fórmula estructural 11 oxígenos			
Si	2.77	2.76	2.73	2.75	2.78
Alt	1.50	1.51	1.52	1.53	1.48
Al IV	1.23	1.25	1.27	1.25	1.22
Al VI	0.28	0.27	0.26	0.28	0.27
Ti	0.21	0.21	0.22	0.21	0.23
Mg	1.09	1.10	1.09	1.06	1.09
Fe	1.20	1.22	1.22	1.22	1.17
Mn	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02
Σ M	2.80	2.81	2.81	2.80	2.78
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.92	0.91	0.93	0.92	0.92
Σ A	0.94	0.94	0.95	0.94	0.93
Fe/Fe+Mg	0.52	0.53	0.53	0.53	0.52

Ref.	SOK-29E* *Centro*	SOK-29E* *Borde*	*Centro*	SOK-29E* *Centro*	SOK-29E* *Centro*
SiO2	35.27	36.72	36.39	37.01	36.42
TiO2	3.90	3.57	3.71	3.72	3.36
Al2O3	16.98	16.81	16.76	16.66	17.39
FeO	19.49	18.15	18.60	18.02	18.02
MgO	9.23	9.93	9.80	9.87	9.72
MnO	0.36	0.37	0.41	0.36	0.42
CaO	0.03	0.05	0.03	0.00	0.01
Na2O	0.12	0.10	0.10	0.11	0.12
K2O	9.50	9.37	9.35	9.54	9.51
			Fórmula estructural 11 oxígenos		
Si	2.71	2.79	2.77	2.80	2.77
Alt	1.54	1.50	1.50	1.49	1.56
Al IV	1.29	1.21	1.23	1.20	1.23
Al VI	0.25	0.29	0.27	0.29	0.33
Ti	0.23	0.20	0.21	0.21	0.19
Mg	1.06	1.12	1.11	1.11	1.10
Fe	1.25	1.15	1.18	1.14	1.15
Mn	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03
Σ M	2.81	2.79	2.80	2.78	2.79
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
K	0.93	0.91	0.91	0.92	0.92
Σ A	0.95	0.93	0.92	0.94	0.94
Fe/Fe+Mg	0.54	0.51	0.52	0.51	0.51

SOK-29E*: enclave en la muestra SOK-29E

Tabla 46.- Stock de Teuler.I

Ref.	SOK-7	SOK-27	SOK-28	SOK-29	MOK-53	MOK-54	MOK-55
			Stock de Teuler				*Stock de Helechoso, borde*
				Elementos mayores (%wt)			
SiO2	67.94	71.44	69.81	67.32	67.70	67.84	65.02
TiO2	0.49	0.36	0.38	0.39	0.46	0.44	0.54
Al2O3	15.56	15.46	15.60	15.20	15.85	16.01	15.44
Fe2O3*	0.51	1.02	0.53	0.61	0.61	0.59	0.11
FeO*	2.58	0.37	2.17	2.24	2.93	2.75	2.54
MgO	1.5	0.73	0.76	0.91	1.37	1.31	0.00
MnO	0.03	0.01	0.04	0.06	0.05	0.05	0.08
CaO	2.14	2.06	1.82	2.26	2.51	2.37	6.64
Na2O	3.39	3.82	3.37	3.35	3.57	3.84	7.48
K2O	3.92	3.84	4.34	3.77	3.49	3.72	2.48
P2O5	0.13	0.13	0.12	0.11	0.16	0.15	0.19
L.O.I.	1.45	1.23	0.92	0.96	1.00	1.05	0.61
Suma	99.64	100.47	99.86	97.18	99.70	100.12	101.13
				Norma CIPW			
Q	25.91	29.61	27.81	27.13	25.01	23.08	3.15
Cor	2.28	1.58	2.34	1.82	2.04	1.73	0
Ort	23.6	22.88	25.9	23.13	20.89	22.18	14.57
Ab	28.79	32.52	28.85	29.48	30.6	32.79	62.95
An	9.95	9.47	8.35	10.89	11.55	10.87	1.22
Hy	7.43	1.82	4.94	5.56	7.72	7.26	0
Di	0	0	0	0	0	0	7.15
Wo	0	0	0	0	0	0	9.3
Mag	0.75	0.2	0.78	0.91	0.89	0.86	0.15
Hem	0	0.88	0	0	0	0	0
Ilm	0.94	0.69	0.72	0.76	0.88	0.84	1.02
Ap	0.31	0.3	0.27	0.28	0.38	0.35	0.44
%An en Pl	25.68	22.55	22.44	26.97	27.4	24.89	1.9
ITT	88.25	94.48	90.91	90.63	88.05	88.92	81.89
ISA	1.14	1.09	1.15	1.11	1.12	1.09	0.57
ICA	0.29	0.26	0.24	0.30	0.32	0.29	0.45
IA	0.63	0.68	0.66	0.63	0.61	0.65	0.97
Fe/Fe+Mg	0.532	0.499	0.661	0.631	0.588	0.584	1

Tabla 46.- Stock de Teuler.II

Ref.	SOK-7	SOK-27	SOK-28	SOK-29	MOK-53	MOK-54	MOK-55
			Stock de Teuler				*Stock de Helechoso, borde*
				Elementos traza (ppm)			
Li	18.3	9.43	26.9	60.6	72.1	51.0	7.19
Rb	112	79.8	125	153	144	144	41.1
Cs	3.95	1.65	2.26	4.10	3.78	3.80	1.10
Be	3.84	3.23	2.70	4.89	4.48	4.22	2.53
Sr	182	206	106	193	207	204	683
Ba	584	965	516	668	539	590	1 086
Sc	9.25	6.88	14.6	7.46	10.8	9.63	7.36
V	51.9	24.4	26.3	33.7	57.9	52.5	39.2
Cr	30.9	12.5	13.5	16.8	54.8	49.7	28.7
Co	54.2	91.8	68.8	93.7	61.1	77.3	61.7
Ni	14.0	8.53	9.71	9.42	21.7	18.8	9.45
Cu	5.34	5.18	1.44	2.27	1.81	5.19	72.8
Zn	13.7	11.8	6.44	21.2	5.90	5.64	24.9
Ga	19.7	15.0	13.5	17.0	20.1	19.7	17.6
Y	19.9	28.0	13.4	20.0	16.5	16.7	32.3
Nb	13.5	16.3	2.95	11.2	15.0	14.2	21.3
Ta	1.77	1.88	0.00	1.42	1.60	1.63	1.37
Zr	172	231	209	228	184	173	237
Hf	5.53	7.20	6.16	6.92	5.78	5.49	7.72
Mo	0.04	0.90	0.00	0.47	0.00	0.00	0.26
Sn	3.14	1.84	0.00	2.26	2.74	2.66	5.39
Tl	0.41	0.21	0.38	0.50	0.61	0.56	0.10
Pb	13.3	8.56	9.48	13.9	16.9	18.4	6.65
U	1.53	4.47	1.97	5.81	2.01	2.05	1.88
Th	10.7	14.9	12.9	14.1	14.9	13.1	12.8
La	30.8	51.7	37.4	39.4	37.1	31.9	20.7
Ce	66.4	104	76.9	81.8	77.1	68.1	72.0
Pr	6.94	11.2	8.48	8.75	8.27	7.15	10.4
Nd	25.2	37.2	29.8	31.4	30.7	26.2	42.4
Sm	5.14	7.01	5.73	5.85	5.75	5.23	7.96
Eu	0.90	1.18	0.86	1.07	1.21	1.16	2.15
Gd	4.15	6.12	4.54	4.57	4.93	4.43	7.09
Tb	0.63	0.92	0.59	0.66	0.64	0.59	1.05
Dy	3.67	4.94	2.77	3.66	3.11	3.06	5.69
Ho	0.74	0.98	0.52	0.74	0.56	0.60	1.19
Er	2.08	2.71	1.30	1.97	1.45	1.66	3.13
Tm	0.32	0.41	0.20	0.30	0.23	0.24	0.47
Yb	1.98	2.58	1.25	1.92	1.36	1.54	2.78
Lu	0.30	0.40	0.18	0.28	0.21	0.24	0.42
K/Rb	289.94	399.57	287.35	203.84	201.48	214.07	500.77
Cs/Rb	0.04	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Tl/Rb	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Zr/Hf	31.05	32.10	33.98	32.96	31.83	31.57	30.71
Th/U	6.99	3.35	6.57	2.43	7.41	6.39	6.80
Nd/Th	2.36	2.49	2.31	2.23	2.07	2.00	3.31
Nb/Ta	7.62	8.62	-	7.91	9.33	8.73	15.55
SumREE	149.30	231.61	170.48	182.40	172.67	152.12	177.44

Tabla 47.- Análisis químicos del Stock de Aguablanca y Helechoso (Casquet, 1980).

	Aguablanca	Aguablanca	Aguablanca	Aguablanca	Aguablanca	Aguablanca
SiO2	48.4	55.6	55	58.6	63.3	56.5
Al2O3	12.75	16.57	17.33	15.71	15.11	10.75
Fe2O3	1.87	1.84	1.34	1.15	0.54	1.25
FeO	7.08	5.34	5.79	5.28	1.98	6.33
MnO	0.16	0.11	0.14	0.11	0.05	0.14
MgO	16.23	6.65	5.95	4.59	2.1	12.62
CaO	7.71	5.89	5.75	6.11	7.22	8.29
Na2O	2.16	3.67	4.1	3.72	4.8	1.67
K2O	0.58	2.22	2.75	2.74	2.84	0.67
TiO2	0.52	0.88	0.92	1.05	0.8	0.42
P2O5	0.2	0.21	0.15	0.22	0.43	0.08

	Aguablanca	Aguablanca	Aguablanca	Aguablanca	Helechoso	Helechoso
SiO2	67	56	55.6	53.25	74.4	73.8
Al2O3	14.59	14.08	14.6	13.57	11.78	12.54
Fe2O3	1.15	1.15	0.79	1.61	0.1	0.85
FeO	3.51	7.05	6.56	5.65	0.89	1.55
MnO	0.09	0.16	0.12	1.14	0.03	0.02
MgO	1.72	6.89	5.93	12.24	1.15	1.15
CaO	3.75	6.69	7.49	9.1	2.41	1.87
Na2O	2.86	2.8	3.88	2	3.18	3.5
K2O	3.52	2.02	1.35	0.58	5.2	3.47
TiO2	0.68	0.82	0.91	0.47	0.4	0.29
P2O5	0.34	0.47	0.29	0.33	0.08	0.3

Tabla 48.- Datos isotópicos Rb-Sr del stock de Teuler

Ref.	Rb (ppm)	Sr (ppm)	87Rb/86Sr	Sr/Sr	Rb87	87Sr/86Sr	e348Sr
SOK-27	79.832	206.015	1.121	0.714815	0.259992	0.709257	73.305
SOK-29	153.397	193.452	2.295	0.720761	0.499574	0.709381	75.071

Tabla 49.- Datos isotópicos Sm-Nd del stock de Teuler

Ref.	Sm(ppm)	Nd(ppm)	147Sm/144Nd	143Nd/144Nd	e348Nd
SOK-27	7.009	37.189	0.1139	0.511795	-7.702
SOK-29	5.852	31.438	0.1125	0.511797	-7.679

Tabla 50.- Edad del stock de Teuler

Ref.	ACQ	204Pb/206Pb	207Pb/206Pb	ES	207Pb/206Pbc	Edad (Ma)	Error
SOK-7	(3)-1	0.000047604	0.076074021	0.9	0.07558011	1 084	18*
SOK-7	(3)-3	0.000011457	0.097041241	0.38	0.09711771	1 569	7*
SOK-7	(3)-4	0.000006196	0.105413508	0.68	0.10558419	1 724	12*
SOK-7	(3)-5	0.000007528	0.112774988	1.1	0.11294635	1 847	20*
SOK-7	(3)-6	0.000003788	0.119322832	0.44	0.11956125	1 950	7*
SOK-7	(3)-7	0.000037164	0.123940847	0.79	0.12374558	2 011	14*
SOK-7	(3)-8	0.0000127	0.123799717	1.1	0.12393048	2 013	19*
SOK-7	(4)-1	0.000002357	0.064031675	0.74	0.06415284	747	15*
SOK-7	(4)-2	0	0.109439545	3.5	0.1097048	1 794	63*
SOK-7	(5)	0.000055948	0.054155914	0.53	0.05346784	349	12
SOK-29	(1)-1	0.000200203	0.056010357	0.34	0.05321312	338	8
SOK-29	(1)-2	0.000197413	0.056049678	0.28	0.05329374	341	7
SOK-29	(1)-3	0.00009957	0.054752152	0.4	0.05342659	347	9
SOK-29	(1)-4	0.000099266	0.054716153	0.24	0.05339489	346	6
SOK-28	(1)-1	0.0000851885	0.054472372	0.9	0.05335665	344	20
SOK-28	(1)-2	0.00004944	0.05439739	0.6	0.05380554	363	13
SOK-28	(1)-3	0.000047556	0.054064999	0.7	0.05349964	350	16
SOK-28	(1)-4	0.00015701	0.055634389	0.87	0.05346984	349	19
SOK-28	(2)-1	0.000041844	0.053945622	0.4	0.05346359	349	9
SOK-28	(2)-2	0.00007655	0.054443584	0.7	0.05345447	348	19
SOK-28	(2)-3	0.000053004	0.054251064	0.39	0.05360648	355	8
SOK-28	(2)-4	0.000517638	0.060770491	0.3	0.0533356	343	7
SOK-28	(2)-5	0.000087297	0.054820622	0.4	0.05367541	357	9

ES: error estándar de la medida de cada relación 207Pb/206Pb a 2 sigma

(*) datos excluidos para la estadística de la edad. 207Pb/206Pbc-corregido

Tabla 51.- Relación de temperaturas (C) y presiones (kbar).

Ref.	P Schmidt	T (A)	T (B)	Ta-Tb
Culebrín				
MOK-7	3.9	706	730	-23.72
MOK-7	2.8	689	710	-21.04
MOK-7	4.0	687	687	-0.41
MOK-7	2.5	689	707	-17.89
MOK-7	2.0	649	675	-26.06
MOK-7	3.5	695	700	-4.94
MOK-7	2.6	686	690	-4.22
E3e	4.0	716	745	-28.84
E3e	4.0	701	722	-21.24
SOK-15	2.1	664	668	-3.83
SOK-15	2.1	669	680	-10.78
SOK-15	1.0	621	649	-28.42
SOK-15	2.4	641	607	34.43
SOK-15	1.1	622	651	-28.45
SOK-38	4.0	684	660	24.37
SOK-38	4.0	694	685	8.71
SOK-38	3.1	680	677	2.88
SOK-38	2.6	671	669	1.32
MOK-3	3.9	713	735	-22.67
Castillo				
SOK-36	5.8	624	552	71.67
SOK-36	5.8	629	584	44.59
SOK-36	6.5	668	596	72.08
SOK-36	5.6	640	548	91.45
SOK-36	4.7	695	541	154.33
SOK-36	5.9	673	601	72.20
SOK-36	4.9	604	536	67.43
SOK-36	5.0	673	533	139.78
SOK-36	4.9	676	548	128.34
SOK-36	4.7	721	620	100.87
SOK-36	4.6	707	621	85.79
SOK-36	4.7	724	621	102.73
SOK-36	4.7	726	640	86.69
Santa Olalla				
SOK-2	2.5	716	719	-3.82
SOK-2	1.5	663	669	-6.35
SOK-5	1.4	724	738	-14.04
SOK-5	1.7	721	683	37.96
SOK-5	1.3	677	658	19.53
SOK-34	2.3	627	622	5.25
SOK-34	2.1	609	610	-1.17
SOK-34	2.6	655	682	-27.36

Ta-Tb, es la diferencia entre los valores de temperatura obtenidos con los dos geotermómetros de Hollan y Blundy, 1994. Solo se han considerado aquellos que están en el rango +100/-100.

Tabla 52.- Recopilación de datos geocronológicos en la Zona de Ossa-Morena.

Macizos	Edad	Error	Método	Roca	Tipo edad	Número	Filtro	Referencia	87Sr/86Sr	43Nd/144Nd
San Guillermo	279	10	K/Ar	Granito?	E	150	buena	1	-	-
Brovales	305	10	K/Ar	??	E	124	buena	1	-	-
Los Molares	323	4	Rb/Sr	Migmatita	M	174	buena	2	-	-
Alcovas (Portugal)	324	?	K/Ar	Pórfido plagiogranítico	E	109	buena	26	-	-
Burguillos	328	10	K/Ar	Granodiorita	E	129	buena	1	-	-
Los Molares	328	4	Rb/Sr	Metanorita	M	176	buena	2	-	-
Los Romeros	331	27	Rb/Sr	Migmatita	M	177	buena	2	-	-
Burguillos	332	??	Rb/Sr	Leucogranito	E	127	buena	3	-	-
Sta Olalla	332	3	Kober	Tonalita	E	151	buena	4	-	-
Burguillos	335	??	Ar/Ar	Dioritas, gabros	E	128	mala	5	-	-
Beja-Acebuches	337	1	Ar/Ar	Anfibolita	M	167	buena	6	-	-
Beja	338	1	Ar/Ar	Gabro indeformado	E	122	buena	6	-	-
Valencia Ventoso	339	50	K/Ar	??	E	160	buena	1	-	-
Beja	340	1	Ar/Ar	Gabro indeformado	E	121	buena	6	-	-
Brovales	340	4	Kober	Granito	E	125	buena	4	-	-
Los Molares	340	23	Sm/Nd	Metanorita	M	175	buena	2	-	-
Beja-Acebuches	341	1	Ar/Ar	Anfibolita	M	168	buena	6	-	-
Valuengo R.B	342	4	Kober	R. Básica	E	161	buena	4	-	-
Aroches	347	+51/-12	U/Pb	Tonalita	E	110	buena	7	-	-
Teuler	348	4	Kober	Granito	E	159	buena	4	-	-
Cortegana	351	58	Rb/Sr	Migmatita	M	169	mala	2	-	-
S.Albarrana	351	1	Ar/Ar	Esquisto	M	189	buena	8	-	-
S.Albarrana	353	1	Ar/Ar	Esquisto	M	192	buena	8	-	-
Aguablanca	354	17	Rb/Sr	Seie principal	E	106	buena	9	-	-
Las Grullas	354	7	Rb/Sr	Ultramilonita	M	171	mala	10	-	-
Las Grullas	359	7	Rb/Sr	Ultramilonita	M	173	mala	10	-	-
S.Albarrana	359	1	Ar/Ar	Pegmatita	M	190	buena	8	-	-
S.Albarrana	359	1	Ar/Ar	Esquisto	M	193	buena	8	-	-
Táliga	369	10	K/Ar	Granito biotítico	M	195	mala	11	-	-
Las Grullas	380	10	Rb/Sr	Ultramilonita	M	170	mala	10	-	-

Tabla 52.- Recopilación de datos geocronológicos en la Zona de Ossa-Morena.

Macizos	Edad	Error	Método	Roca	Tipo edad	Número	Filtro	Referencia	87Sr/86Sr	43Nd/144Nd
Táliga	385	11	K/Ar	Granito biotítico	M	194	mala	11	-	-
Las Grullas	392	9	Rb/Sr	Ultramilonita	M	172	mala	10	-	-
S.Albarrana	392	1	Ar/Ar	Anfibolita	M	188	buena	8	-	-
S.Albarrana	392	1	Ar/Ar	Paraneis	M	191	buena	8	-	-
Serie Negra	413	1	Ar/Ar	Esquisto	M	186	buena	8	-	-
Burguillos	423	30	K/Ar	Monzonita	E	126	buena	1	-	-
Salvatierra	431	15	K/Ar	Granito	E	149	buena	1	-	-
Almendral	450	12	K/Ar	Sienita	E			12	-	-
Alcovas (Portugal)	457	16	Rb/Sr	Ortoneises	M?	162	buena	26	-	-
Cala Pórfido	458	4 (LI)	U/Pb	Porfiroide	E	130	buena	13	-	-
Serie Negra	459	1	Ar/Ar	Granodiorita	M	187	buena	8	-	-
Valuengo	460		Kober	Aplitas relacionadas	M?	198	mala	4	-	-
Valuengo	463		Kober	Granito anatéctico	M?	197	mala	4	-	-
Las Grullas	467	104	Rb/Sr	Ultramilonita	p	200	mala	10	-	-
Valuengo	470	7	Kober	Microgranito	M?	196	mala	4	-	-
Barcarrota	471	8	K/Ar	Granito peralcalino	E	116	buena	11	-	-
Táliga.Hig.Vargas	474	8	K/Ar	Leucogranito	E	158	mala	11	-	-
Barcarrota	475	10	K/Ar	Meladiorita	E	117	buena	11	-	-
Monesterio	476	+13/-17 (LI)	U/Pb	Granodiorita	E	139	buena	14	-	-
Almendral	481	10	K/Ar	Sienita	E			12	-	-
Barcarrota	482	10	Rb/Sr	??	E	114	buena	15	-	-
Táliga	482	37/-54 (LI)	U/Pb	Granito biotítico	E	157	buena	14	-	-
Pallares	489	4	U/Pb	Granodiorita	E	146	buena	16	-	-
Tablada	494	61	Rb/Sr	Granito	E	104	buena	17	-	-
Pallares	495	+7/-8 (LI)	U/Pb	Granodiorita	E	142	buena	13	-	-
Castillo	498	+10/-7 (UI)	U/Pb	Granito	E	132	buena	14	-	-
Barcarrota	500	10	K/Ar	Cuarzomonzonita	E	115	buena	11	-	-
Barcarrota	501	+ 4/-3 (UI)	U/Pb	Granito anfibólico	E	112	buena	14	-	-
Castillo	502	5	Kober	Granito alcalino	E	133	buena	4	0.702	0.512015
Barcarrota	503	+ 5/-2 (UI)	U/Pb	Diorita	E	111	buena	14	0.7032	-

Tabla 52.- Recopilación de datos geocronológicos en la Zona de Ossa-Morena.

Macizos	Edad	Error	Método	Roca	Tipo edad	Número	Filtro	Referencia	87Sr/86Sr	43Nd/144Nd
Barcarrota	505	10	K/Ar	??	E	113	buena	15	-	-
Almonaster	505	37	U/Pb	Migmatita	M	166	mala	18	-	-
Barcarrota	506	12	K/Ar	Meladiorita	E	119	buena	11	-	-
Pallares	507	21	Sm/Nd	Granodiorita	E	145	buena	13	-	-
Barcarrota	508	9	K/Ar	Meladiorita	E	120	buena	11	-	-
Barcarrota	510	10	K/Ar	??	E	118	buena	11	-	-
Monesterio	510	4	Kober	Granodiorita	E	140	buena	19	0.706	0.5118
Tablada	511	8 (UI)	U/Pb	Granito Bt-moscv	E	152	buena	14	0.7068	-
Monesterio	511	40	Kober	Leucosome	M	181	buena	19	-	-
Tablada	512	+7/-5	U/Pb	Granito biotítico	E	153	buena	14	-	-
Tablada	512	+8/-5	U/Pb	Granito Bt-moscv	E	154	buena	14	-	-
Bodonal-Cala	514	9	SHRIMP	Riolita porfídica	E	123	buena	20	0.7025	0.5117
Salvatierra	516	+9/-3 (UI)	U/Pb	Granito	E	147	buena	14	0.7075	-
Pallares	518	15	SHRIMP	Granodiorita	E	144	buena	20	0.7076	0.5117
Monesterio	521	+131/-9 (UI)	U/Pb	Granodiorita	E	138	mala	14	-	-
Malcocinado	522	8	SHRIMP	Tuff	p	202	buena	20	-	-
Calera de León	524	4	Kober	Granito	E	131	buena	21	0.7007	0.512008
Táliga	525	1 (UI)	U/Pb	Granito biotítico	E	155	buena	14	0.707	-
Monesterio	527	+10/-7 (UI)	U/Pb	Granodiorita	E	136	buena	14	-	-
Monesterio	528	100	Rb/Sr	Granodiorita	E	137	mala	17	-	-
Táliga	530	32	Rb/Sr	Granito	E	105	buena	15	-	-
Culebrín	532	4	Kober	Tonalita	E	134	buena	4	0.704	0.51187
Valuengo	532	5	Kober	Ortoneises	p	206	buena	4	-	-
Monesterio	533	8	SHRIMP	Leucosome	M	180	buena	20	-	-
Monteagudo	536	11	SHRIMP	Gabro	p	203	buena	20	-	0.51222
Táliga	541	42	Rb/Sr	Granito	E	156	buena	15	-	-
Mosquil	544	+6/-5 (UI)	U/Pb	Tonalita	E	141	buena	14	-	-
Calera de León	549	16	SHRIMP	Anfibolita	p	199	buena	20	-	-
Serie Negra	550	7	Ar/Ar	Anfibolita	M	185	buena	8	-	-
Serie Negra	551	3	Ar/Ar	Anfibolita	M	182	buena	8	-	-

Tabla 52.- Recopilación de datos geocronológicos en la Zona de Ossa-Morena.

Macizos	Edad	Error	Método	Roca	Tipo edad	Número	Filtro	Referencia	87Sr/86Sr	43Nd/144Nd
Ahillones	552	10	SHRIMP	Granito	E	108	buena	20	-	-
Monesterio	552	16	Rb/Sr	Granodiorita	M	179	buena	22	-	-
Monesterio	553	6	Ar/Ar	Enclave anfibolita	M	178	buena	8	-	-
Serie Negra	553	3	Ar/Ar	Anfibolita	M	183	buena	8	-	-
Serie Negra	562	1	Ar/Ar	Esquistos	M	184	buena	8	-	-
Salvatierra	564	160	Rb/Sr	Granito	E	148	mala	17	-	-
Serie Negra	564	30	SHRIMP	Metagrauvaca	p	205	buena	23	-	-
Pallares	573	74	Rb/Sr	Granodiorita	E	143	mala	24	-	-
Ahillones	585	5 (UI)	U/Pb	Granito	E	107	buena	13	-	-
Serie Negra	591	11	SHRIMP	Neis biotítico	p	204	buena	20	-	-
Lora del rio	600	13	SHRIMP	Granodiorita	p	201	buena	20	-	-
Foz de Douro	604	?	Rb/Sr	Ortoneis biotítico	E	135	buena	25	-	-
Almonaster	612	67	U/Pb	Migmatita	M	165	mala	18	-	-
Almonaster	670	88	U/Pb	Migmatita	M	163	mala	18	-	-

Tipo edad: E- Empalzamiento, M- Metamorfismo, P- Protolito.

Referencias.

1- Dupont, R., Linares, E. y Pons, J. (1981).
2- Castro, A., Fernández, C., El-Hmidi, H., El Biad, M. Díaz, M., De la Rosa, J. y Stuart, F. (1999).
3- Bachiller, N., Galindo, C., Darbyshire, D.P.F. y Casquet, C. (1997).
4- Montero, P., Salman, K, Bea, F., Azor, A., Expósito, I., Lodeiro, F., Martínez-Poyatos, D. y Simancas, F. (2000).
5- Dalmeyer, R.D., García Casquero, J.L. y Quesada, C. (1995).
6- Dallmeyer, R.D., Fonseca, P.E., Quesada, C. y Ribeiro, A. (1993).
7- Hoyman, K-H. y Kramm, U. (1999).
8- Dallmeyer, R.D. y Quesada, C. (1992).
9- Casquet, C., Eguiluz, L., Galindo, C., Tornos, F. y Velasco, F. (1998).

Tabla 52.- Recopilación de datos geocronológicos en la Zona de Ossa-Morena.

Referencias.

10- García Casquero, J.L., Priem, H.N.A.I, Boelrijk, N.A.I.M. y Chacón, J. (1988).
11- Galindo, C., Casquet, C., Portugal-Ferreira, M. y Regencio Macedo, C.A. (1988).
12- Galindo, C. y Portugal Ferreira, M. (1989).
13- Schäfer, H.J. (1990).
14- Ochsner, A. (1993).
15- Galindo, C., Portugal-Ferreira, M., Casquet, C. y Priem, H.N.A. (1990).
16- Schäfer, H.J., Gebauer, D., Nagler, Th.F. y Von Quadt, A. (1988).
17- Quesada, C. Datos no publicados.
18- De la Rosa et al. (1999).
19- Montero, P., Salman, K., Zinger, T. y Bea. F. (1999).
20- Ordóñez Casado. B. (1998).
21- Salman, K. y Montero, P. (1999).
22-Quesada, C. y Dallmeyer, R.D. (1989).
23- Schäfer, H.J., Gebauer, D., Nägler, T.F. y Eguíluz, L. (1993).
24- Cueto, L.A., Eguíluz, L., LLamas, F.L. y Quesada, C. (1983).
25- Andrade, M.M., Borges, F.S., Marques, M.M., Noronha, F. y Pinto, M.S. (1983).
26- Priem, H.N.A., Boelrijk, N.A.I.M., Hebeda, E.H., Verdurmen, E.A.Th. y Verschure, R.A. (1976).